

Unterrichtung durch die Bundesregierung

Umweltgutachten 1974

Vorwort

Durch Erlaß des Bundesministers des Innern vom 28. Dezember 1971 (abgedruckt in Anhang II, Ziffer 1) ist "zur periodischen Begutachtung der Umweltsituation und der Umweltbedingungen in der Bundesrepublik Deutschland und zur Erleichterung der Urteilsbildung bei allen umweltspezifisch verantwortlichen Instanzen sowie in der Öffentlichkeit" ein Rat von Sachverständigen für Umweltfragen gebildet worden (§ 1). Dieser Sachverständigenrat "soll die jeweilige Situation der Umwelt und deren Entwicklungstendenzen darstellen sowie Fehlentwicklungen und Möglichkeiten zu deren Vermeidung oder zu deren Beseitigung aufzeigen" (§ 2).

Das erste dieser periodischen Gutachten wird hiermit vorgelegt. Möglichkeiten und Grenzen einer zusammenfassenden Darstellung und Bewertung des Zustandes der Umwelt in der Bundesrepublik Deutschland sind in dem Abschnitt 1. "Einführung" eingehend dargelegt.

Die bekannte Vielfalt fachlicher Spezialprobleme veranlaßte den Sachverständigenrat, die Mitarbeit der folgenden Wissenschaftler zu erbitten: Dipl.-Ing. Erich Bierhals, TU Hannover, Dr. Wolfgang Erz, Bad Godesberg, Min.-Rat Kurt-Alexander Gaede, Hannover, Dr. Dipak Gupta, Kernforschungszentrum Karlsruhe, Prof. Dr. Wolfgang Haber, TU München, Prof. Dr. Krengel, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Berlin, Prof. Werner Lendholt, TU Hannover, Dipl.-Ing. Kurt Lenhart, Essen, Dr. Prinz, Landesanstalt für Immissions- und Bodennutzungsschutz, Essen, Prof. Dr. Karl-August Schäffer, Universität Köln, Dipl.-Landwirt Helmut Scharpf, TU Hannover, Prof. Dr. Hans Karl Schneider, Universität Köln, Dr. Heinz Jürgen Schürmann, Universität Köln, Prof. Dr. Rudolf Stich, Universität Trier/Kaiserslautern, Dipl.-Biologin Gudrun Weigand, Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung, Neuherberg, Dr. Klaus Zimmermann, Universität Köln.

Die Bundesministerien, das Statistische Bundesamt, verschiedene für die Bearbeitung von Problemen des Umweltschutzes zuständige Landesstellen, wissenschaftliche Institute und die beiden VDI-Kommissionen Lärminderung und Reinhaltung der Luft haben dem Sachverständigenrat bereitwillig Material zur Verfügung gestellt.

Schließlich haben die Mitarbeiter des Sachverständigenrats durch wichtige Anregungen und unermüdliche Mitarbeit, zum Teil auch durch selbständige Beiträge am Gelingen der Arbeit wesentlichen Anteil. Dem wissenschaftlichen Stab bei der von Dr. Karl Hüttner geleiteten Geschäftsstelle gehören an:

Dr. Dietrich von Borries, Dr. Klaus-Peter Fehlau, Dr. Peter Lämmel, Dipl.-Ing. Martin Neddens, Dipl.-Biologin Hedda Roßbach, Dr. Günter Segewitz.

Weiter haben folgende wissenschaftliche Mitarbeiter der Ratsmitglieder an der Bearbeitung des Gutachtens mitgewirkt:

Dipl.-Biologin Ilka Brocksieper, Dipl.-Wirtschaftsingenieur Harald Bungarten, Erhard Deml, Dipl.-Ing. Uwe Drewen, Dipl.-Phys. Karl-Heinz Eickel, Dr. Dieter Ewringmann, Dipl.-Ing. Harald Irmer, Ing. (grad.) Volker Jokiel, Dipl.-Soz. Franz-Pius Graf von Merveldt, Dr. Wolfgang Meyer, Dipl.-Ing. Hans Theo Stracke, Dr. Stefan Summerer.

Im September 1973 verstarb unerwartet Prof. Dr. Gerhard Lange, München. Er hat im Rat die Fachgebiete Medizin, Toxikologie, Hygiene vertreten und den Entwurf zum Abschnitt 3.3 "Lebensmittel" erarbeitet. Da sein Nachfolger, Prof. Dr. Preußmann, erst Mitte Januar 1974 in den Rat berufen wurde, ist der Abschnitt im wesentlichen in der Fassung des genannten Entwurfs in das Gutachten aufgenommen worden.

Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen dankt allen, die an dem Gutachten mitgewirkt haben, für ihre unentbehrliche Hilfe. Alle Fehler und Mängel, die das Gutachten enthält, gehen allein zu Lasten der Mitglieder des Sachverständigenrates.

Karl-Heinrich Hansmeyer

Wiesbaden, im März 1974

**Mitglieder
des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen**

Prof. Dr. rer. pol. Karl-Heinrich Hansmeyer, Köln (Vorsitzender)	Wirtschafts-, Finanzwissenschaft, Kommunal Finanzen
Prof. Dr. Ing. Günther Rincke, Darmstadt (Stellvertretender Vorsitzender)	Wasser
Prof. Dr. rer. nat. Hartmut Bick, Bonn	Ökologie
Prof. Dr. rer. nat. Konrad Buchwald, Hannover	Naturschutz, Landschaftspflege
Dr. jur. Rüdiger Göb, Bonn	Umweltplanung
Dr. Ing. Paul Hansen, Essen	Lärm
Prof. Dr. rer. pol. Karl Kaiser, Saarbrücken/Bonn	Internationaler Bereich einschließlich Entwicklungshilfe
Prof. Dr. Ing. Hermann Nebelung, Aachen	Verkehrswissenschaft
Prof. Dr. rer. nat. Rudolf Preußmann, Heidelberg	Krebsforschung, Toxikologie
Prof. Dr. Ing. Dr. rer. nat. e.h. Heinrich Schackmann, Düsseldorf	Abfall
Prof. Dr. phil. Klaus Scholder, Tübingen	Allgemeine Umweltfragen
Dr. Ing. Karl Schwarz, Essen	Luft

Inhaltsübersicht

<p>Empfehlungen</p> <p>Einführung</p> <p style="padding-left: 20px;">Die Aufgabe des Gutachtens Der "Erste-Schritt-Charakter" des Gutachtens Der Aufbau des Gutachtens</p> <p>Ziele der Umweltpolitik</p> <p style="padding-left: 20px;">Ziele im Umweltprogramm der Bundesregierung Die Problematik der Zielfindung Allgemeine Zielvorstellungen des Umweltgutachtens</p> <p>Grundbereiche der Umweltpolitik</p> <p style="padding-left: 20px;">Luft Wasser Lebensmittel Lärm Feste Abfälle Umweltchemikalien und Ökosysteme</p> <p>Komplexe Bereiche der Umweltpolitik</p> <p style="padding-left: 20px;">Naturschutz und Landschaftspflege Umweltschutz im Rahmen räumlicher und städtischer Entwicklungsplanung Energiewirtschaftliche Aspekte</p> <p>Wirtschaftliche, rechtliche und planerische Probleme der Umweltpolitik</p> <p style="padding-left: 20px;">Umweltpolitische Instrumente Volkswirtschaftliche Kosten (Verzichte) Hauptprobleme des Umweltschutzrechts Probleme der Umweltplanung</p>	<p>Transnationale Aspekte der Umweltpolitik</p> <p style="padding-left: 20px;">Der ökologische Verflechtungsgrad der Bundesrepublik Deutschland mit der Außenwelt Umweltprobleme zwischen der Bundesrepublik Deutsch- land und der DDR Internationale Ansätze zur Lösung des Umweltproblems Ausgewählte Problemaufrisse Umweltfragen und Entwicklungspolitik</p> <p>Anhang I</p> <p>Methodische Hilfsmittel zur Informationsgewinnung</p> <p style="padding-left: 20px;">Formaler Ansatz zur Analyse des Umweltsystems ("Um- weltbilanzen") Umweltindizes Verflechtungsanalysen Spezielle Methoden der Landschaftsplanung</p> <p>Anhang II</p> <p>Ergänzende Materialien</p> <p style="padding-left: 20px;">Tabellen, Abbildungen etc.</p> <p>Anhang III</p> <p>Verzeichnis der Abkürzungen, Literatur, Zeichenerklärung</p>
--	--

Inhaltsverzeichnis

	Seite		Seite
Empfehlungen	VIII-XV	3.2.3 Ziele	47
1 Einführung	1	Zielkriterien	47
1.1 Die Aufgabe des Gutachtens	1	Einbindung in das Gesamtsystem	47
1.2 Der „Erste-Schritt-Charakter“ des Gutachtens	2	Gewässergüteziele unter Beachtung gesamtwirtschaftlicher Belange	48
1.3 Der Aufbau des Gutachtens	3	Emissionsstandard – Immissionsstandard – Effizienzstandard – Subventionseffekte	49
2 Ziele der Umweltpolitik	5	Weitere wasserwirtschaftliche Ziele	51
2.1 Ziele im Umweltprogramm der Bundesregierung	5	3.2.4 Zustand und Status-quo-Entwicklung	52
2.2 Die Problematik der Zielfindung	7	Allgemeiner Gewässerzustand	52
2.3 Allgemeine Zielvorstellungen des Umweltgutachtens	9	Probleme der Trinkwasserversorgung	53
2.3.1 Zielaspekte eines umweltpolitischen Programms	9	Eutrophierung	55
2.3.2 Die Einordnung umweltpolitischer Ziele in die Gesamtpolitik	11	Schadstoffe im Wasser	56
3 Grundbereiche der Umweltpolitik	13	Wärmebelastung der Gewässer	58
3.1 Luft	13	Rechtliche und administrative Instrumente	59
3.1.1 Ziele der Luftreinhaltung	13	Regionale Wassergütewirtschaft	60
3.1.2 Instrumente	13	3.2.5 Empfehlungen	62
3.1.3 Strategien	13	Abwasserabgabe	62
Immissionsgrenzwerte	13	Zusammenwirken der Instrumente im Gewässerschutz	64
Emissionsgrenzwerte	13	Sonstige Maßnahmen in der Wasserwirtschaft	65
Konsequente Anwendung des Vorsorgeprinzips	13	Forschung und Entwicklung	65
3.1.4 Zielkonflikte	14	3.3 Lebensmittel	66
3.1.5 Schwellenwerte (Wirkungskriterien) und Grenzwerte (Standards)	14	3.3.1 Fremdstoffe in Lebensmitteln: Belastung und Gefährdung des Menschen	66
Allgemeines	14	3.3.2 Höchstmengen für Rückstände in Lebensmitteln	68
Wirkungen von Luftverunreinigungen auf Mensch, Tiere, Pflanzen und Sachgüter	17	Definitionen	68
3.1.6 Ausgangssituation, Trend, Abwehrmaßnahmen	23	Höchstmengen und Rechtsvorschriften	69
Gasförmige Luftverunreinigungen	25	3.3.3 Gegenwärtiger Stand des Fremdstoffgehalts in Lebensmitteln	69
Partikelförmige Luftverunreinigungen	34	Probleme der Beschreibung und Beurteilung der gegenwärtigen Situation	69
Überwachung der Luftverschmutzung	36	Kontrollsysteme	70
3.1.7 Empfehlungen	37	Rückstandsmengen in Lebensmitteln	71
Empfehlungen für die in den nächsten Jahren zu treffenden Maßnahmen	37	Belastung des Verbrauchers durch Fremdstoffe in Lebensmitteln	74
Empfehlungen zur langfristigen Schwerpunktplanung in der Forschung und Entwicklung	39	3.3.4 Voraussichtliche Entwicklung	75
3.1.8 Exkurs: Zur ökonomischen Verflechtung der SO ₂ -Emissionen	39	3.3.5 Notwendige Maßnahmen	75
3.2 Wasser	43	Grundlagenforschung	75
3.2.1 Einführung	43	Angewandte Forschung	75
Ökonomische und ökologische Bedeutung	43	Kontrollsysteme	76
Querverbindungen zu anderen Bereichen	44	Gesetzliche Maßnahmen	76
Hauptprobleme der Wassergütewirtschaft	44	Öffentlichkeitsarbeit	76
Die Öffentlichkeitswirkung von Wasserengpässen	45	3.3.6 Kritik zur bisherigen Durchführung notwendiger Maßnahmen	76
3.2.2 Wassernutzungen und Schwellenwerte	46	3.4 Lärm	77
Gewässergüteklassen	46	3.4.1 Einführung	77
Gewässernutzungen	46	3.4.2 Beurteilung von Lärmwirkungen	77
		Schwellenwerte und Wirkungen	77
		Messen	79
		Richtwerte	80
		3.4.3 Zustand und Status-quo-Entwicklung	82
		Beurteilung von Lärmimmissionen	82
		Lärmquellen	83
		a) Arbeitslärm	83
		b) Verkehrslärm	86
		c) Wohnlärm	92

	Seite		Seite
3.4.4 Empfehlungen	92	Sicherung eines optimalen Nutzungs-	
Wirkungen und Richtwerte	92	verbundes unter ökologischen und	
Meß- und Beurteilungsverfahren	93	strukturell-visuellen Aspekten	137
Lärminderungsmaßnahmen	93	Sicherung einer optimalen ökologisch-	
a) Arbeitslärm	93	biologischen sowie strukturell-	
b) Verkehrslärm	94	visuellen Vielfalt der Landschaftsräume	138
c) Wohnlärm	95	Integriertes System von Schutzgebieten	
Planung	95	und Ziele des Artenschutzes	138
3.5 Feste Abfälle	98	Funktionelle Zuordnung von „ökologi-	
3.5.1 Einführung	98	schen Ausgleichsräumen“ zu Verdichtungs-	
3.5.2 Abfälle aus Haushaltungen und vergleich-		räumen	139
bare Abfälle als maßgebende Verbrauchs-		4.1.3 Organisation und rechtliche Instrumente	
abfälle – Situation und Trends	99	der Landespflege	141
Menge	99	4.2 Umweltschutz im Rahmen räumlicher und	
Zusammensetzung	100	städtischer Entwicklungsplanung	142
Sammlung und Transport	101	4.2.1 Umweltschutz und räumliche Verdichtung	142
Behandlung und Ablagerung	102	4.2.2 Eingliederung der Ziele des Umweltschutzes	
3.5.3 Produktionsspezifische Abfälle – Situation		in eine strukturpolitische Gesamtplanung	144
und Trends	103	4.2.3 Umweltschutz in der Stadtentwicklungs-	
Arten und Mengen	103	planung	146
Beseitigung	105	4.3 Energiewirtschaftliche Aspekte	147
3.5.4 Empfehlungen	106	4.3.1 Zukünftige Entwicklung des Energiever-	
Kurz- und mittelfristige Maßnahmen	107	brauchs in der Bundesrepublik Deutschland	147
Längerfristige Maßnahmen	108	4.3.2 Informationsinstrumente einer umwelt-	
3.6 Umweltchemikalien und Ökosysteme	110	orientierten Energiepolitik	152
3.6.1 Ökosysteme und ihre Veränderungen	110	5 Wirtschaftliche, rechtliche und planerische	
3.6.2 Pestizide	113	Probleme der Umweltpolitik	155
3.6.3 Wachstumsregler	116	5.1 Umweltpolitische Instrumente	155
3.6.4 Polychlorierte Biphenyle (PCB's)	116	5.1.1 Verursacher- und Gemeinlastprinzip	155
3.6.5 Schwermetalle	117	5.1.2 Schaffung und Verbesserung von Eigentums-	
3.6.6 Immission durch Luftverunreinigung	118	rechten	157
3.6.7 Pflanzennährstoffe („Eutrophierende Stoffe“)	120	5.1.3 Abgaben	159
3.6.8 Streusalze	122	5.1.4 Auflagen und Verbote	161
4 Komplexe Bereiche der Umweltpolitik	124	5.1.5 Beurteilungskriterien für die Instrumenten-	
4.1 Naturschutz und Landschaftspflege	124	auswahl	161
4.1.0 Landschaftsräume als komplexe Umwelt-		5.2 Volkswirtschaftliche Kosten (Verzichte)	
systeme	124	5.2.1 Quantitative Schätzungen der gesamtwirt-	
4.1.1 Situationsanalyse und Trends im Struktur-		schaftlichen Belastung durch den Umwelt-	
wandel und Belastung der Landschafts-		schutz	163
räume in der Bundesrepublik Deutschland	124	5.2.2 Kostenüberlegungen des Council on	
Wandel der Flächennutzung im Bundes-		Environmental Quality	164
gebiet – Auswirkungen auf Haushalt,		5.2.3 Volkswirtschaftliche Kosten des Umwelt-	
Struktur und Bild der Landschaft	126	schutzes als Zielverzichte	166
Landschaftsnutzung und Ökosystemgefüge		5.3 Hauptprobleme des Umweltschutzrechts	172
– Landschafts- u. Gesellschaftsentwicklung	131	5.3.1 Verfassungsrecht	172
Gefährdung und Vernichtung natürlicher		Zur Notwendigkeit eines Grundrechts	
und naturnaher Ökosysteme	132	auf menschenwürdige Umwelt	172
Rückgang und Gefährdung von Arten	133	Verstärkte Sozialbindung des Eigentums	173
Zunahme, Einwanderung und Ein-		Gesetzgebungszuständigkeiten	174
bürgerung von Arten – Auswirkung von		5.3.2 Allgemeine Probleme der Umweltschutz-	
Schutz-, Hege- und Pflegemaßnahmen		gesetzgebung	177
sowie die Schaffung neuer Biotope	134	Verbandsklage	177
Versuche zur Schaffung neuer Ökosystem-		Umweltstrafrecht	178
gefüge und biologische Bereicherung von		5.3.3 Durchsetzung und Vollzug des Umwelt-	
Landschaftsräumen	135	schutzrechts	179
Freiräume als Elemente des Stadtgefüges	135	Bedeutung des Vollzugs für das Umwelt-	
4.1.2 Zielvorstellungen	136	schutzrecht	179
Zielvorstellungen der landespflegerischen		Das Vollzugsdefizit, Gründe und Abhilfe-	
Arbeitsbereiche	136	möglichkeiten	180

	Seite		Seite
5.4	181	1.2	208
5.4.1	182	1.2.1	208
5.4.2	183	1.2.2	209
5.4.3	183	1.2.3	211
Das Umweltplanungsinformationssystem (Umplis)	185	Aufgabenstellung	211
Zum Konzept von Umplis	185	Einzelbeispiel einer Stoff-Bilanz	212
Externe Probleme	185	1.3	212
Interne Probleme	186	1.3.1	212
6	187	1.3.2	214
6.1	187	1.3.3	215
Der ökologische Verflechtungsgrad der Bundesrepublik Deutschland mit der Außenwelt	187	Die Struktur	215
6.1.1	187	Probleme der Struktur	216
6.1.2	188	2	218
6.2	189	Umweltindizes	218
6.3	190	2.1	218
6.3.1	190	2.1.1	218
6.3.2	193	2.1.2	218
6.3.3	194	Allgemeine Grundsätze bei der Bildung von Umweltindizes	218
6.3.4	195	2.2	219
6.3.5	196	2.2.1	219
6.4	196	2.2.2	220
6.4.1	196	2.2.3	220
6.4.2	200	2.2.4	221
6.5	201	2.2.5	221
		2.3	222
		2.4	224
		2.4.1	224
		2.4.2	225
		2.4.3	225
		2.4.4	226
		2.4.5	227
		2.4.6	227
		2.5	228
		2.6	228
		3	229
		3.1	229
		3.1.1	229
		3.1.2	229
		3.1.3	231
		3.1.4	232
		3.1.5	233
		3.2	234
		3.2.1	234
		3.2.2	235
		3.2.3	235
		3.2.4	236
			236
ANHANG I			
Methodische Hilfsmittel zur Informationsgewinnung			
1	203	1	203
Formaler Ansatz zur Analyse des Umwelt- systems („Umweltbilanzen“)	203	Formale Struktur und Auswertungs- möglichkeiten	229
Vorbemerkungen	203	Informative Anforderungen	231
1.1	203	Intertemporale Aussagemöglichkeiten	232
1.1.1	203	Ausweitung der Problemstellung und Möglichkeiten einer Weiterentwicklung	233
1.1.2	204	3.2	234
1.1.3	205	Verflechtungsanalyse der SO ₂ -Emissionen in der Bundesrepublik Deutschland	234
1.1.4	207	3.2.1	234
		3.2.2	235
		3.2.3	235
		3.2.4	236
			236

Empfehlungen

In diesem Abschnitt ist lediglich eine Auswahl der im Gutachten vorgelegten Empfehlungen zusammengefaßt; zu ihrer Erläuterung und Begründung im einzelnen wird auf den Text des Gutachtens verwiesen. Im übrigen enthält das Gutachten viele zusätzliche, ausführliche und detaillierte Vorschläge und Anregungen, die in diese Zusammenfassung nicht aufgenommen werden konnten. Die zusammengefaßten Empfehlungen können daher die Lektüre des Gutachtens nicht ersetzen.

Seinem Auftrag entsprechend wendet sich der Rat mit seinen Gutachten vornehmlich an die Bundesregierung. Wie jedoch bereits im Gutachten "Auto und Umwelt" zum Ausdruck kam, muß der Kreis der Adressaten wegen des übergreifenden Charakters der Umweltpolitik erheblich weiter gefaßt werden. Daher hat der Rat darauf verzichtet, jeweils den oder die Adressaten der einzelnen Empfehlungen zu nennen. Er geht vielmehr davon aus, daß sein Auftrag in diesem Zusammenhang vor allem die öffentliche Darlegung der wichtigsten Maßnahmen zum Schutz und zur Verbesserung der Umwelt ist. Es ist Sache der politisch Verantwortlichen im Bund, in den Ländern und den Gemeinden sowie einer breiten Öffentlichkeit, diese Empfehlungen aufzugreifen und zu verwirklichen.

Die Empfehlungen des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen sind hier in drei Teile gegliedert. Teil A. "Allgemeine Empfehlungen" faßt diejenigen Empfehlungen zusammen, die zur ständigen Überwachung und Verbesserung der Situation der Umwelt in der Bundesrepublik Deutschland im Ganzen notwendig sind. Der Teil B. "Empfehlungen zu einzelnen Bereichen der Umweltpolitik" enthält spezielle Vorschläge, die sich jeweils auf einen bestimmten Aspekt der Umwelt beziehen. In Teil C. "Forschungsaufgaben" sind Forschungsprojekte aufgeführt, deren Notwendigkeit sich bei der Arbeit an diesem Gutachten ergeben hat und die für die Weiterentwicklung der Umweltpolitik wie auch für die Fortführung der Gutachtertätigkeit des Rates wichtig sind.

A. Allgemeine Empfehlungen

(1) Grundrecht auf menschenwürdige Umwelt

Der Sachverständigenrat empfiehlt als einen Schritt von grundsätzlicher Bedeutung die Aufnahme eines Grundrechts auf menschenwürdige Umwelt in das Grundgesetz. Dieser neue Grundrechtsartikel soll deutlich machen, daß dem Recht auf menschenwürdige Umwelt das gleiche Gewicht zukommt wie den anderen Grundrechten (5.3.1.1).

(2) Umweltbewußtsein

Die Wirksamkeit des Umweltschutzes hängt vom Verantwortungsbewußtsein des Einzelnen ab. Deshalb ist die Wandlung der Einstellung des Bürgers von der Gleichgültigkeit zur Verantwortung gegenüber der Umwelt von entscheidender Bedeutung. Der Rat empfiehlt daher, die

Aufklärung der Öffentlichkeit auf allen Gebieten des Umweltschutzes zu verstärken.

(3) Verursacherprinzip

In der Frage der Zurechnung und Anlastung umweltpolitischer Maßnahmen ist nach Meinung des Rates dem Verursacherprinzip überall dort grundsätzlich der Vorzug zu geben, wo eine Zurechnung möglich ist. Dabei sollten grundsätzlich alle instrumentellen Möglichkeiten (politisch, rechtlich, wirtschaftlich, technisch) überprüft werden. Es ist von Fall zu Fall zu entscheiden, welches Instrument oder welche Verbindung von Instrumenten am wirksamsten ist. Der Rat warnt vor schematischer Bevorzugung konventioneller administrativer Maßnahmen (5.1 und Sondergutachten zur Abwasserabgabe).

(4) Bewertungskriterien

Umweltschäden wie Vorteile des Umweltschutzes werden in der Regel nur langfristig wirksam. Daher besteht immer wieder die Gefahr, daß Maßnahmen des Umweltschutzes gegenüber sonstigen Investitionen, die direkten Nutzen versprechen, unterbewertet werden. Der Rat empfiehlt, bei allen Entscheidungen, die die Umwelt berühren oder berühren können, den Langzeitwirkungen besondere Aufmerksamkeit zu schenken.

(5) Erfolgskontrolle

Alle öffentlichen Umweltprogramme sollten eindeutige Erfolgskriterien enthalten. Da Umweltprogramme in der Regel langfristiger Natur sind, ist es nach der Auffassung des Rates unerläßlich, insbesondere zeitliche Kontrollmöglichkeiten vorzusehen. Dafür ist eine enge Zusammenarbeit zwischen dem Umweltbundesamt und den entsprechenden Landesämtern notwendig.

(6) Verbandsklage

Umweltpolitik leidet vielfach unter einem "Vollzugsdefizit" besonders auf den unteren Verwaltungsebenen. Um die Wirksamkeit der geltenden Vorschriften zu erhöhen, tritt der Rat dafür ein, daß die Klagemöglichkeiten des Verwaltungsprozessrechtes in Umweltschutzsachen erweitert werden; auch Verbände, die sich kraft Satzung den Belangen des Umweltschutzes widmen, sollten Klage erheben können (5.3.2.1).

(7) Internationale Aspekte

Die intensive ökonomische und ökologische Verflechtung der Bundesrepublik Deutschland mit ihren europäischen Nachbarn erfordert eine internationale Abstimmung der Umweltpolitik. Aus diesem Grund empfiehlt der Rat, alle Möglichkeiten zur gemeinsamen Lösung grenzüberschreitender Umweltprobleme auszuschöpfen. Innerhalb der EG ist auf eine Harmonisierung der umweltpolitischen Instrumente hinzuwirken.

(8) Umweltverträglichkeitsprüfung

Eine wirksame Planung des Umweltschutzes erfordert eigene Koordinierungsverfahren, die über die bestehenden Regelungen in einzelnen Gesetzen hinausgehen. Der Rat empfiehlt zu diesem Zweck die Einführung einer generellen Umweltverträglichkeitsprüfung in der Form eines Gesetzes. Das Gesetz sollte die Sachgrundsätze regeln, nach denen die Umweltverträglichkeit geprüft wird, sowie das Verfahren, das dabei anzuwenden ist (5.4.2).

(9) Umweltstatistik

Die erste Begutachtung von Situation und Maßnahmen auf dem Gebiet des Umweltschutzes hat gezeigt, daß zu Einzelgebieten wegen fehlender, nicht vergleichbarer oder mit systematischen Mängeln behafteter Daten nur grob skizzierende Aussagen möglich sind. Die durch das geplante Umweltstatistikgesetz angestrebte Vergrößerung und Vereinheitlichung der Datenbasis wird daher begrüßt; das Gesetz sollte rasch verabschiedet werden.

B. Bereichsbezogene Empfehlungen**Luft**

(10) Die im Bundesimmissionsschutz - Gesetz 1974 gegebenen Möglichkeiten sollten raschest genutzt werden, vor allem sollten notwendige Rechtsverordnungen und Verwaltungsvorschriften erarbeitet werden.

Im besonderen wird empfohlen:
Ermittlung der rechtlichen Möglichkeiten, die das im Gesetz festgelegte Verursacherprinzip bietet. Einführung dieser Möglichkeiten in die Verwaltungspraxis.

Sicherung der Umweltbelange in allen Stufen der Raumplanung. Ausnutzung der Möglichkeiten, im Planungsbereich Vorsorge durch Schutzabstände zwischen der emittierenden Anlage und schutzbedürftigen Gebiete zu treffen.

(11) Für besonders wichtige Verschmutzungskomponenten in der Atemluft sind Immissionsgrenzwerte festzulegen. Hierzu gehören folgende Maßnahmen: Überprüfung der in der TA - Luft von 1964 enthaltenen Immissionsgrenzwerte (Schwefeloxide, Chlor, Stickoxide, Schwefelwasserstoff), die dem neuesten Stand der Wissenschaft angepaßt werden müssen. Immissionsgrenzwerte für folgende Stoffe werden vordringlich benötigt: Für den Schwebstoffgehalt der Luft, insbesondere für toxische Stäube. Für gasförmige Komponenten: Kohlenmonoxid, Fluorverbindungen, Chlorwasserstoff, Geruchsstoffe (Kohlenwasserstoffe und Schwefelverbindungen), Kohlenwasserstoffe mit toxischer oder smogbildender Wirkung, Oxidantien.

(12) Zur Verminderung der Emissionen sind beschleunigt Emissions-Standards (Emissionsgrenzwerte) festzulegen. In diesem Zusammenhang wird besonders empfohlen:

Verminderung der SO₂ - Emissionen aus stationären Feuerungen, weitere Herabsetzung der Staubemissionen unter Berücksichtigung der Fortschritte im Filterbau, Begrenzung

der Geruchsemissionen. Besonders schädliche Emissionen (Fluorverbindungen, Chlorwasserstoff, Kohlenwasserstoffe, u. a.) sind strenger zu überwachen und zu reduzieren. Die Begrenzung und Überwachung der Emissionen aus Feuerungen mit Ölbrennern und aus Feuerungen für feste Brennstoffe sind bundeseinheitlich festzulegen und vorzunehmen. Alle Bemühungen zum Übergang auf leitungsgebundene emissionsarme Wärmeversorgung (Gas, Strom, Fernwärme) sind zu unterstützen.

(13) Zur Sicherung der Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen muß der Entwicklung von Meßverfahren und Analysetechniken besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden. Dazu muß die Entwicklung von Einzelmeßverfahren zur Identifizierung von Immissions- und Emissionskomponenten intensiviert werden. Die Ausdehnung der Dauerüberwachung von Emissionen durch kontinuierliche automatische Meßverfahren über den derzeitigen Entwicklungsstand hinaus ist zu unterstützen. Für die Staubemissionen sollte eine Dauerüberwachung - auch für Kleinanlagen - eingeführt werden, wozu die Entwicklung vereinfachter Meßverfahren nötig ist. Der Entwicklung und Errichtung von Systemen für die Dauerüberwachung der Immissionsbelastung in Ballungsgebieten ist besonders Rechnung zu tragen.

Wasser

(14) Bedeutung, Investitionsumfang und Zeitbedarf der Gewässersanierung sollten dazu führen, nicht nur die Verursacher wirksamer zu den notwendigen Maßnahmen zu veranlassen, sondern auch

- eine gesamtwirtschaftlich möglichst effiziente Mittelverwendung sicherzustellen und
- bereits zu Zwischenphasen eines auf mehr als 10 Jahre bemessenen Programms durch schwerpunktmäßigen Einsatz der Mittel maximale Fortschritte in der Gewässersanierung anzustreben.

(15) Die Einführung einer Abwasserabgabe in der für den Anreiz zum Bau von Abwasserbehandlungsanlagen zweckmäßigen Höhe und Form wird dringend empfohlen, da das Vollzugsdefizit bei der gesetzlich vorgesehenen Abwasserreinigung vorrangig auf das fehlende Eigeninteresse der Einleiter zurückgeht.

(16) Da die Abwasserabgabe neben einem finanziellen Ausgleich zwischen den einzelnen Einleitern auch Maßstäbe für eine wirtschaftlich effiziente Investitionsplanung schafft und bei klarer Zweckbindung daraus Mittel zur gezielten Förderung der lohnendsten Maßnahmen zur Verfügung stehen, hat der Sachverständigenrat in seinem Sondergutachten zur Abwasserabgabe empfohlen, diese nicht nur als Hilfsmittel für die Erfüllung einheitlicher Reinhaltauflagen zu benutzen. Gestützt auf eine quantifizierte Untersuchung für den öffentlichen Bereich der Bundesrepublik, schlägt der Rat stattdessen vor, die Abgabe in Ausnutzung der mit ihr gebotenen Möglichkeiten als Instrument einer kostenminimierenden bzw. wirkungsmaximierenden Wassergütwirtschaft einzusetzen.

(17) Die unterschiedliche Belastung und Nutzung der Gewässer in der Bundesrepublik muß nach Abdeckung des größten Nachholbedarfs zu regional differenzierten Rein-

haltenanforderungen führen. Das gilt vor allem für die wachsende Zahl von Gewässern, in denen jetzt oder künftig die biologische Abwasserreinigung nicht mehr genügt, die Gewässergüteziele sicherzustellen. Dies erfordert verstärkte Untersuchungen und Vorbereitungsarbeiten für

- a) regionale Datensammlung und Planung zur Wassergütwirtschaft und deren Organisation. Dabei ist zu beachten, daß die wesentlichen Gewässer nicht auf ein einzelnes Bundesland beschränkt sind,
- b) weitergehende Abwasserreinigung und Wasseraufbereitung in Hinblick auf die nach biologischer Reinigung verbleibende Restverschmutzung,
- c) überörtliche Sicherung der Wasserversorgung und ihrer Reserven,
- d) Bemühungen um entsprechende Gewässerschutzmaßnahmen der Nachbarländer bei grenzüberschreitenden Gewässern.

(18) Eine für das Bundesgebiet wirksame Gewässerschutzpolitik setzt voraus, daß Beurteilungsmethoden, wasserwirtschaftliche und technische Anforderungen von übereinstimmenden Grundlagen ausgehen und der Spielraum für regionale, insbesondere wirtschaftspolitisch orientierte Abweichungen gering gehalten wird. Da dies mit der bisherigen Rahmengesetzgebung des Bundes nicht ausreichend sicherzustellen ist, befürwortet der Sachverständigenrat die konkurrierende Gesetzgebungskompetenz für den Wasserhaushalt.

(19) Zur besseren und gesicherten Wirkung der in ihrem Investitionsumfang bedeutenden Gewässerschutzmaßnahmen wird empfohlen:

- a) Verstärkte Förderung der beruflichen Aus- und Fortbildung in der Siedlungswasserwirtschaft.
- b) Strengere Qualitätsanforderungen an die Anlagenerstellung.
- c) Aktivierung des Interesses der Gemeinden und ihrer gewerblichen Anschlußnehmer zur Verhinderung von Schadstoffzuleitungen in Sammelkanalisationen, Schaffung von Beseitigungsmöglichkeiten für Giftschlämme.
- d) Stärkere Einbeziehung der einwandfreien Schlammabseitung in die Kläranlagenüberwachung bzw. in die Bedingungen für Ermäßigungen der Abwasserabgabe.

Lebensmittel

(20) Zu fordern ist eine beschleunigte Fertigstellung der Rechtsvorschriften zur Begrenzung des Fremdstoffgehalts in Futtermitteln und Lebensmitteln tierischer Herkunft, zur Begrenzung der Anwendung von Tierarzneimitteln und zur Begrenzung des Gehalts von Umweltchemikalien, z. B. Blei, Quecksilber und polychlorierten Biphenylen in Lebensmitteln tierischer und pflanzlicher Herkunft. Die bestehenden gesetzlichen Vorschriften sind an den jeweiligen Stand der Wissenschaft anzupassen.

(21) Der Gesetzentwurf zur Gesamtreform des Lebensmittelrechts (Drucksache 7/255 des Deutschen Bundestages vom 26. 2. 1973) liegt vor. Dieses Vorhaben ist zu begrüßen und sollte möglichst rasch verabschiedet werden.

(22) Dezentral erarbeitete Untersuchungsergebnisse sollten in geeigneter Form an die zentrale Erfassungsstelle beim Bundesgesundheitsamt weitergegeben werden.

(23) Die Lebensmittelüberwachung durch die vorhandenen Untersuchungsanstalten ist zum Zweck des direkten Verbraucherschutzes vor plötzlich lokal auftretenden hohen Konzentrationen von Bioziden und Umweltchemikalien auszuweiten und zu vereinheitlichen.

(24) Die Kontrollen zur Einhaltung der bestehenden Toleranzvorschriften sind zu verstärken. Insbesondere: Einführung der Probenahme bereits beim Erzeuger nach dem "Stuttgarter Modell". Intensivierung der Kontrollen von importierten Lebensmitteln.

(25) Für die Intensivierung der Rückstandskontrolle sind leistungsfähige Untersuchungsanstalten zu errichten.

(26) Folgende organisatorische Maßnahmen erscheinen notwendig:

- Die in vielen Fällen zu lange dauernde Umsetzung von Forschungsergebnissen in Rechtsvorschriften sollte beschleunigt werden.

- Einrichtung eines Bund - Länder - Ausschusses zur Erarbeitung und Koordination eines Überwachungssystems, das gezielte Stichproben und vergleichbare Analyseergebnisse gewährleistet.

- Vereinheitlichung von Probenahme, Analysemethoden, Bezugsgrößen und Standardprotokollen, damit die Ergebnisse mit mathematischen Methoden bearbeitet werden können.

- Organisation von Vergleichsanalyseprogrammen zur Prüfung der Leistungsfähigkeit von Analysemethoden und Laboratorien.

(27) In allen Ländern der Bundesrepublik Deutschland sind spezielle Marktkorbanalysen für toxikologische Zwecke zur Erkennung von Trends und als Grundlage für langfristige Prognosen durchzuführen.

(28) Potentiell schädliche Fremdstoffe sollten durch gründlich geprüfte Ersatzstoffe substituiert werden, die keine oder geringere schädliche Wirkung haben. Dabei ist besonders auf die biologische Abbaubarkeit und die Unschädlichkeit der entstehenden Metaboliten zu achten.

Die Anwendung von Bioziden und Tierarzneimitteln sowie die Zahl der Wirkstoffe sollte auf ein notwendiges Mindestmaß eingeschränkt werden.

(29) Eine intensive öffentliche Schulung der Verbraucher von Bioziden zur Vermeidung von Rückstandsbildung durch unsachgemäße Anwendung der betreffenden Wirkstoffe ist anzustreben. In diesen Zusammenhang gehört auch die Beratung der Bevölkerung mit dem Ziel der Schaffung eines neuen Qualitätsbewußtseins (z. B. Verzicht auf optische Qualitätsmerkmale zugunsten geringerer Schadstoffrückstände).

Lärm

(30) Die bisher von der interdisziplinären Forschung über Lärmwirkungen erarbeiteten Anhaltswerte sollten möglichst rasch durch abschließende Forschungen unter Ein-

schluß sozialpsychologischer Fragestellungen überprüft und bei Bestätigung als Richtwerte festgelegt werden.

(31) Der für die obligatorischen Gehörprüfungen festgelegte Richtwert von 90 dB(A) Mittelungspegel am Arbeitsplatz muß aus pragmatischen Gründen zunächst beibehalten werden. Nach Auswertung der dabei gewonnenen Ergebnisse ist zu entscheiden, ob eine Absenkung auf 85 dB(A) erforderlich ist.

(32) Der Rat begrüßt die Bemühungen, ein einheitliches Verfahren zur Messung und Kennzeichnung der Stärke von Schallemissionen und -immissionen zu entwickeln und empfiehlt, diese mit Nachdruck zu fördern und möglichst bald ein einheitliches Meß- und Bewertungsverfahren für alle in Frage kommenden Rechtsverordnungen und Regelwerke vorzuschreiben.

(33) Um den Lärm bereits an der Quelle herabzusetzen, wird empfohlen, lärmarme Konstruktionsmöglichkeiten intensiver zu nutzen. Dazu gehört die Förderung dieses Gebiets in der Aus- und Weiterbildung der Konstrukteure und die Einführung von Emissionsrichtwerten für die Produkte des gesamten Maschinenbaus in Analogie zu den durch die AVV - Baulärm eingeleitete Entwicklung auf dem Sektor der Baumaschinen.

(34) Eine Anhebung der Immissionsrichtwerte der TA Lärm, wie sie unter Berufung auf den in der Tat häufig sehr viel höheren Verkehrslärm gelegentlich gefordert wird, ist abzulehnen, da diese Werte als angemessen erkannt sind. Es kann äußerstenfalls eingeräumt werden, daß für vorhandene Anlagen und deren Erweiterung bei der Anwendung der TA Lärm im Genehmigungsverfahren nach § 16 der Gewerbeordnung ein gewisser Spielraum für die Zuordnung einzelner Einwirkungsorte zu den in der Baunutzungsverordnung eingestuften Klassen von Einwirkungsorten berechtigt ist. Dieser Spielraum muß sich an den nach dem Stande der Technik und der Adäquanz der Mittel möglichen Minderungsmaßnahmen aktiver und passiver Art orientieren. Als Instrument für die Abgrenzung eines solchen Spielraums bietet sich die Festlegung von Emissionsrichtwerten großflächiger Industrieanlagen an. Die Entwicklung solcher Emissionsrichtwerte sollte gefördert werden.

(35) Die Empfehlungen zur Minderung des Straßenverkehrslärms sind im Gutachten Auto und Umwelt (1973) ausgeführt. Es sei nochmals nachdrücklich darauf hingewiesen, daß die Bekämpfung des Straßenverkehrslärms besondere Bedeutung besitzt.

(36) Die Bundesregierung sollte zur Verringerung des Fluglärms darauf hinwirken, daß durch internationale Vereinbarungen die möglichen Triebwerksumrüstungen vorgeschrieben werden. Als Mindestanforderungen sind die gegenwärtigen Grenzwerte für neu zuzulassende Flugzeuge festzusetzen. Da neu entwickelte Flugzeugtypen diese Grenzkurve erheblich unterschreiten, sollte sich die Bundesregierung dafür einsetzen, die Grenzwerte bis 1980 um 5dB(A) zu senken.

(37) Die Bundesregierung sollte den Überflug der Bundesrepublik Deutschland mit überschallschnellen Verkehrsmaschinen vorsorglich untersagen.

(38) Es wird empfohlen, den Bauaufsichtsbehörden die

Überwachung der Bauausführung im Hinblick auf den Schallschutz in stärkerem Maße als bisher zur Aufgabe zu machen und praktisch zu ermöglichen. Außerdem sollten die rechtlichen Mindestanforderungen für Schallschutz im Wohnungsbau erhöht werden.

Feste Abfälle

(39) Alle Möglichkeiten zur Informationsgewinnung, die sich aus bestehenden und absehbaren rechtlichen Regelungen ergeben, sollten ohne Verzög und koordiniert genutzt werden. Beispielsweise sollten

- die Länder sicherstellen, daß zusammen mit den ersten Erhebungen für Bundeszwecke nach dem im Entwurf vorliegenden Umweltstatistikgesetz notwendige ergänzende Erhebungen für die Abfallbeseitigungsplanung durchgeführt werden können und diese ergänzenden Erhebungen so abstimmen, daß sich die Daten aus allen Ländern vergleichen lassen;
- die beseitigungspflichtigen Körperschaften vom Ausschluß nach § 3 Abs. 3 AbfG durch Satzung nur zurückhaltend und bei gefährlichen Abfällen keinen Gebrauch machen;
- bei der Durchführung der Rechtsverordnung nach § 11 Abs. 3 AbfG bundeseinheitlich festgelegte Bezeichnungen und Schlüssel für die Abfallarten angewendet werden.

(40) Die Bundesregierung hat am 5.7.1971 (BT-Drucks. VI/2301, S. 27) Allgemeine Verwaltungsvorschriften zum AbfG (Technische Anleitung Abfallbeseitigung) angekündigt. Mit den vorbereitenden Arbeiten dazu sollte unverzüglich begonnen werden. Insgesamt dürften diese Arbeiten wegen zahlreicher offener Probleme nur mittel- bis langfristig zu bewältigen sein. Schneller regelbare Teilbereiche sollten deshalb vorläufig eine gesonderte Regelung erfahren.

(41) Zum Abfallbeseitigungsgesetz werden folgende Empfehlungen gegeben:

- Das Gesetz (AbfG vom 7. Juni 1972) sollte um einen Passus ergänzt werden, der die Länder dazu verpflichtet, sich an der Beseitigung der nach § 3 Abs. 3 ausgeschlossenen Abfälle zu beteiligen.
- Die Anzeigepflicht nach § 11 AbfG sollte auch auf die Ablagerungsplätze ausgedehnt werden.
- Alle Beteiligten werden aufgefordert, dafür Sorge zu tragen, daß die Rechtsverordnungen nach §§ 11, 12 und 13 AbfG zum nunmehr vorgesehenen Zeitpunkt (Mitte 1974) erlassen werden können.
- Die Beschleunigung der Arbeiten an der Rechtsverordnung nach § 15 Abs. 2 AbfG wird für geboten gehalten.
- Eine Rechtsverordnung zu § 14 AbfG hält der Sachverständigenrat gegenwärtig nicht für empfehlenswert. Er vertritt die Ansicht, daß die Reduzierung der Abfallmengen und die Verbesserung der Abfallstruktur zunächst nicht durch Auflagen und Verbote, sondern durch Abgabenslösungen angestrebt werden sollte, deren Ausgestaltung im einzelnen noch untersucht werden muß.

(42) Bund und Länder sollten verstärkt Mittel für Zuschüsse und zinsverbilligte Darlehen zum Bau von Beseitigungsan-

lagen bereitstellen. Unbedingte Priorität sollte dabei Anlagen für gefährliche und stark belastigende Abfälle zuerkannt werden. Wegen der bestehenden Unsicherheiten bei der Planung und häufig zu erwartender Anfangsschwierigkeiten beim Betrieb hängt der Bau solcher Anlagen auch erheblich davon ab, inwieweit staatliche Stellen zur Übernahme von Bürgschaften bereit sind.

(43) Eine Zersplitterung der behördlichen Zuständigkeiten, wie sie in einigen Bundesländern aus den Ausführungsbestimmungen zum AbfG folgt, sollte im Hinblick auf ein wirksames Überwachungssystem unbedingt vermieden werden. Die Behandlung und Ablagerung der von der öffentlichen Abfallbeseitigung ausgeschlossenen Abfälle durch Dritte kann nach Meinung des Sachverständigenrates nur bei staatlicher Beteiligung ausreichend kontrolliert werden.

(44) Um den noch verbreiteten Kenntnismangel über praktische Einzelheiten einer geordneten Abfallbeseitigung zu verringern, sollte die Bundesregierung (vor allem auch bei der öffentlichen Abfallbeseitigung) Lösungen mit Modellcharakter allgemein bekannt machen. Der Sachverständigenrat hält in diesem Zusammenhang Aktivitäten wie den geplanten Wettbewerb "Abfalldeponie in der Landschaft" im Grundsatz für begrüßenswert.

(45) Das Verursacherprinzip kann auch im Bereich der Abfallwirtschaft nur schrittweise durchgesetzt werden. Mittelfristig sollte jedoch zielstrebig daraufhin gearbeitet werden, die betriebswirtschaftlichen Kosten einer geordneten Beseitigung uneingeschränkt den Letztbesitzern von Abfällen anzulasten. Zugleich sind in diese Abfallbeseitigungskosten soziale Zusatzkosten möglichst weitgehend einzubeziehen.

Als letzter Schritt erscheinen dem Sachverständigenrat gesetzliche Regelungen notwendig, die eine differenzierte Belastung von Abfällen und Produkten schon auf der Produktionsebene zulassen. Die erwünschten Allokationswirkungen solcher Ausgleichsabgaben sind nicht zwangsläufig an die Kenntnis der sozialen Zusatzkosten gebunden. Vielmehr kommen unter diesem Gesichtspunkt prinzipiell sämtliche Lösungen in Betracht, die eine Erhöhung der Produktionskosten dann bewirken, wenn durch Produktionsverfahren und (oder) Produkte der Abfallwirtschaft erhebliche Nachteile entstehen.

Durch eine Kennzeichnungspflicht für Ausgleichsabgaben (Abgabenhöhe je Fertigprodukt) dürfte deren beabsichtigte Wirkung auf das Verbraucherverhalten spürbar zu verstärken sein.

Umweltchemikalien und Ökosysteme

(46) Bis zur Erarbeitung eindeutiger Belastungskriterien ist der Kreis der zu schützenden naturnahen Ökosysteme möglichst groß zu halten.

(47) Die steigende Herbizidanwendung vor allem im nicht landwirtschaftlichen Bereich erscheint untragbar, da die Gefahr irreversibler Ökosystemschäden besteht. Eine Einschränkung erscheint dringend geboten.

(48) Im Bereich der Pestizide sollte die Benutzung persistenter Mittel weiteren Anwendungsverböten und -be-

schränkungen unterworfen werden. Die weitere Entwicklung selektiv wirkender Mittel mit rascher rückstandsloser Abbaubarkeit ist zu fördern. Im Falle toxikologischer Bedenken, insbesondere beim Verdacht cancerogener oder mutagener Wirkungen, sollte grundsätzlich die Anwendung eines Mittels in allen Umweltbereichen untersagt werden.

(49) Im Bereich der Insektizide, aber auch bei anderen Pestiziden sollten die Gedanken des "integrierten Pflanzenschutzes" in größerem Maße Anwendung finden. Von größter Bedeutung erscheint im Gesamtbereich Pflanzenschutz die Intensivierung der Ausbildung und der Beratung mit Blick auf die Zusammenhänge von Ökosystemschutz und Erzeugung schadstofffreier Nahrung.

(50) Solange für Streusalze kein Ersatz zur Verfügung steht, kann im straßennahen Bereich Pflanzenschaden sicher nur durch Anpflanzung NaCl-resistenter Gewächse vermieden werden. Das Einleiten von Straßenabflüssen in naturnahe Ökosysteme sollte unterbleiben.

(51) Die Schutzbestimmungen in Wasserschutzzonen bezüglich des Pestizid- und Düngemittleinsatzes sind zu verschärfen.

(52) Zum absoluten Schutz von Ökosystemen, die für Forschungs- und Lehrzwecke, zur Erhaltung von "gene-pools" und als ökologische Ausgleichsräume unersetzlich sind, sollten Maßnahmen ergriffen werden.

(53) Verbraucheraufklärung, die auf schadstofffreie Nahrung, auf Probleme der "kosmetischen Spritzungen", der Qualitätsnormen und der Pestizidverwendung im Haushalt und in Hausgärten gerichtet ist, sollte verstärkt werden.

(54) Die Vermittlung von ökologischem Grundwissen bei Benutzern von Pestiziden, Düngemitteln, vor allem auch im Bereich von Planungsinstanzen (Behörden, Verbände, Genossenschaften u. a.) sollte gefördert werden.

(55) Der Einsatz von Düngemitteln mit geringer Nährstofffreisetzungsrates zur Vermeidung von Auswaschungen aus terrestrischen Ökosystemen sollte propagiert werden.

Zu den Abschnitten 4 und 5 werden keine detaillierten Empfehlungen gegeben, da es sich hier lediglich um Problemaufrisse handelt, die im nächsten Gutachten vertieft werden sollen.

Transnationale Aspekte der Umweltpolitik

(56) Wegen des hohen internationalen Luftverkehrsaufkommens der Bundesrepublik empfiehlt der Sachverständigenrat der Bundesregierung, sich den von der EPA beschlossenen Maßnahmen zur Reduzierung der Schadstoff- und Lärmemissionen bei Flugzeugen und dem Verbot des zivilen Überschallflugverkehrs anzuschließen.

(57) Der Sachverständigenrat würde es begrüßen, wenn die Bundesrepublik Deutschland und die DDR ihre umweltpolitische Zusammenarbeit vertiefen würden. Unter Ausdehnung entsprechender Bestimmungen des Grundvertrages und des Zusatzprotokolls sollte die zukünftige Zusammenarbeit nicht nur auf eine Abwehr der bestehenden Gefährdungen bleiben, sondern eine weitergehende, um-

fassende umweltpolitische Zusammenarbeit auch auf dem Gebiet des technischen Erfahrungsaustausches und des gemeinsamen Vorgehens in internationalen Umweltschutzgremien erreicht werden.

(58) Eine Koordinierung der Umweltschutzpolitik innerhalb der Europäischen Gemeinschaft wird vom Sachverständigenrat begrüßt. Er empfiehlt eine Übertragung der Umweltzuständigkeit auf die Europäische Gemeinschaft auf den Gebieten, wo die Art der Probleme eine gemeinschaftliche Politik erfordert. Dies könnte zuerst zu einer Anreicherung der Kompetenzen durch eine Ausschöpfung des Art. 235 der Römischen Verträge führen und – falls sich diese Bestimmung als unzureichend erweisen sollte – durch Überprüfung und entsprechende Änderung der europäischen Verträge. Hierbei muß die Gewähr gegeben sein, daß eine strengere nationale Umweltpolitik der Mitglieder durch die Zuständigkeit der Gemeinschaft nicht ausgeschlossen wird.

(59) Der Sachverständigenrat empfiehlt der Bundesregierung, darauf hinzuwirken, daß die derzeit in internationalen Organisationen betriebene Konsultation und Abstimmung der EG - Mitglieder in Fortführung der schon angelaufenen Zusammenarbeit nach Art. 116 EWG - Vertrag intensiviert wird und die Gemeinschaft mit einer Stimme spricht. Hierbei sollte der Kommission eine vorrangige Rolle eingeräumt werden.

(60) Der Sachverständigenrat empfiehlt der Bundesregierung, gemeinsam mit den übrigen Rheinanliegerstaaten ihre Bemühungen bei der Aufstellung eines internationalen Wärmelastplans unter Fortschreibung des deutschen Wärmelastplans Rhein zu verstärken und auf dessen Einhaltung bei der Kraftwerksplanung durch alle Anliegerstaaten zu dringen. Der Sachverständigenrat betrachtet eine Übertragung der vollen Gesetzgebungskompetenz auf dem Gebiet des Wasserhaushalts an den Bund als eine wesentliche Voraussetzung für die innerstaatliche und europäische Lösung des immer dringender werdenden Rheinproblems. Der Sachverständigenrat befürwortet deshalb uneingeschränkt die für die Übertragung der Gesetzgebungskompetenz erforderliche Grundgesetzänderung.

(61) Der Sachverständigenrat empfiehlt der Bundesregierung eine unverzügliche Ausführung der Beschlüsse der Rheinschutzkommission, um zu einem international abgestimmten Programm zur Sanierung des Rheins zu gelangen. Damit verbunden sollten flankierende Konsultationen mit den Regierungen Frankreichs und der Schweiz beginnen, damit die besonders krassen Fälle der Belastung von Rossel und Saar und der Einleitung von Salzen im Elsaß sowie die ungeklärte Einleitung der Abwässer von Rheinanlieger - Städten möglichst bald beseitigt werden.

(62) Der Sachverständigenrat empfiehlt der Bundesregierung, die auf den Ministerkonferenzen zum Schutz des Rheins gegen Verunreinigung in den Jahren 1972 und 1973 gefaßten Beschlüsse mit großem Nachdruck zu vertreten und für deren baldmöglichste Verwirklichung zu sorgen.

C. Forschungsbezogene Empfehlungen

Luft

(63) Entsprechend der im "Umweltprogramm" der Bundesregierung vorgesehenen Planung auf lange Sicht hat die Projektgruppe "Umweltfreundliche Technik" eine Reihe von Themenkreisen für zukünftige Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zur Reinhaltung der Luft vorgeschlagen. Nach Meinung des Rates sollten darunter folgende vorrangig gefördert werden:

Beseitigung von Schwefeloxiden aus Rauchgasen von Verbrennungsprozessen, Entwicklung neuer Technologien (z. B. Kohledruckvergasung mit Gasreinigung), Methoden zur kontinuierlichen automatischen Meßanalyse, neue Technologien zur emissionsarmen Stahlerzeugung, Abgasprobleme am Verbrennungsmotor, Beseitigung von Feinstäuben und Geruchstoffen.

(64) Diese Aufstellung ist, da sie sich nur auf einige Fälle der Emissionsverminderung und der meßtechnischen Kontrolle bezieht, zu ergänzen. In die Arbeiten zur Verbesserung vorhandener und Entwicklung neuer Technologien sind weitere Emissionskomponenten einzubeziehen. Die Verbesserung und Entwicklung neuer Reinigungsverfahren, ggf. mit kombinierter Wirkung (z. B. Abscheidung von Stäuben, Aerosolen und Gasen in einem Verfahrensgang) ist zu unterstützen.

Studien zur Verbesserung der Kenntnisse über die Ausbreitung und Veränderung von Emissionen in der Atmosphäre sollten intensiviert werden. Weiterhin sollte dem Studium der Möglichkeiten zur Voraussage der weiteren Entwicklung als Instrument der vorgezogenen Planung, auch zur Voraussage kritischer Situationen (Smogalarm) besonders Rechnung getragen werden. Dazu sind mathematisch - klimatologische Ausbreitungsmodelle weiter zu entwickeln und anzuwenden. Die Wirkungsmechanismen wichtiger bisher noch nicht genügend untersuchter Immissionskomponenten sowie die Kombinations- und Langzeitwirkung verschiedener Schadstoffe sind aufzuklären.

Wasser

(65) Der Zusammenhang und die Beziehungsmechanismen zwischen gewässergütemwirtschaftlichen bzw. wasserbaulichen Maßnahmen und Ökosystemen sollten in interdisziplinärer Zusammenarbeit untersucht werden. Auch die Durchführung von Umweltverträglichkeitsprüfungen bedarf einer gezielten Vertiefung der Grundlagen.

(66) Zum verbesserten Gewässerschutz und zur Schonung der Ressourcen sollte die technologische Forschung zum Recycling in Industrie und Landwirtschaft, insbesondere zu den Massentierhaltungen und der Klärschlammverwertung, verstärkt gefördert werden.

(67) Zur Verminderung der Schadstoffbelastungen sollten die interdisziplinären Forschungsarbeiten, z. B. zu humanökologisch unschädlichen Substitutionen im Produktions- und Verwendungsbereich, physiologischen Einflüssen, ins-

besondere Langzeit- und Überlagerungswirkungen, und zu den Wechselbeziehungen zwischen Energie- und Wasser-güterwirtschaft (Abwärme-Nutzung, Abgaswäsche) intensiviert werden.

(68) Die Methoden der weitergehenden Abwasserreinigung und verbesserten Wasseraufbereitung sowie der zweckmäßige Einsatz von Verfahrenskombinationen erfordern noch umfangreiche Forschungs- und Entwicklungsarbeiten.

Lebensmittel

(69) Die Sammlung und Erarbeitung von zuverlässigen Analysemethoden ist erforderlich. Die rückstandsanalytischen Methoden sollten systematisiert und-soweit möglich-mechanisiert und automatisiert werden.

(70) Forschungsvorhaben über die Möglichkeiten der Einschränkung der Anwendung von Bioziden und Umweltchemikalien (z.B. biologisch-dynamische Wirtschaftsweise) sollten unterstützt werden.

Zu fördern ist auch die Forschung zur Erarbeitung weiterer wissenschaftlicher Kriterien für die Beurteilung neuer Stoffe bzw. zur Ergänzung und Überarbeitung der Kenntnisse von bekannten Fremdstoffen, insbesondere im Hinblick auf mutagene, teratogene und cancerogene Wirkung als Grundlage für die Erstellung von Toleranzwerten in Lebensmitteln. Im Rahmen der Mutagenitätsforschung sind relevante Testmethoden zum Nachweis mutagener Wirkungen besonders zu fördern. Außerdem ist die Untersuchung synergistischer Wirkungen niedriger Dosen in chronischen Versuchen zu intensivieren.

(71) Das Vorkommen chemischer Carzinogene – selbst in sehr geringen Mengen – bedarf besonderer Aufmerksamkeit. Hier müssen, soweit nötig, wissenschaftliche Untersuchungen gefördert werden.

Lärm

(72) Zur weiteren Begründung und abschließenden Überprüfung der vorhandenen Anhaltswerte für die Beurteilung von Lärmbelastungen sollten auch sozialpsychologische Untersuchungen unter praxisgerechten Bedingungen durchgeführt werden.

(73) Als Grundlage für den Ausbau lärmarmen Konstruktionsweisen sollten verstärkt die physikalischen Ursachen der Lärmentstehung bei den verschiedenen Fertigungsprozessen untersucht und Abhilfemöglichkeiten erprobt werden.

(74) Aufgrund der positiven Erfahrungen mit Lärminderungsmaßnahmen an Bussen (insbesondere Motorkapselung) wird empfohlen, entsprechende Entwicklungsarbeiten für Lastkraftwagen zu fördern.

Feste Abfälle

(75) Nach Ansicht des Sachverständigenrates sollten z.Z. bei der Förderung von Forschungs- und Entwicklungsarbeiten auf dem Gebiet der Abfallwirtschaft folgende Fragen im Vordergrund stehen:

- Abfallwirtschaftliche Kennzahlen, die eine produkt- oder branchenbezogene Korrelation zwischen verfügbaren Daten (Umsatz, Anzahl der Beschäftigten, Energieverbrauch u. ä.) und spezifischen Rückstandsmengen herzustellen gestatten.

- Effiziente, insbesondere personalsparende Überwachungssysteme.

- Grundlagen für Verfahrens- und Systemvergleiche auf dem Gebiet der Abfallbeseitigung.

- Folgewirkungen der eingeführten Verfahren zur geordneten Abfallbeseitigung. Weiterentwicklung dieser Verfahren und Entwicklung neuer Verfahren, sofern erheblich breitere Anwendungsbereiche und reduzierte Folgewirkungen zu erwarten sind.

(76) Bei denjenigen Disziplinen, die Teilbereiche der naturgemäß interdisziplinären Abfallwirtschaft umfassen, sollten die Möglichkeiten spürbar erweitert werden, sich während der Ausbildung abfallwirtschaftlichen Fragen vertiefend zuzuwenden.

Umweltchemikalien und Ökosysteme

(77) Die Forschung der faktoren- und systemspezifischen Belastungsgrenzwerte muß gefördert werden, da die Belastbarkeit von Ökosystemen sich bislang einer umfassenden quantifizierten Bewertungsskala entzieht.

(78) Die Intensivierung der toxikologischen Prüfung erscheint wichtig, vor allem hinsichtlich möglicher Kombinationswirkungen von an sich erlaubten Rückständen einzelner Pestizide.

(79) Sowohl hinsichtlich der Wirkungen auf das Gefüge von Ökosystemen, als auch hinsichtlich der toxikologischen Wertung von Herbiziden und ihrer Abbauprodukte sind umfangreiche Detailuntersuchungen notwendig.

(80) Im Bereich Fungizide und Saatgutbehandlungsmittel muß die Forschung zum Ersatz quecksilberhaltiger Präparate gefördert werden.

(81) Durch die Förderung neuer Entwicklungen auf dem Gebiet der Schädlingsbekämpfung sollte versucht werden, den Pestizideinsatz zu mindern. In diesem Zusammenhang bietet sich auch die Züchtung resistenter Pflanzenrassen an, die gegen Schädlingsbefall unempfindlich sind.

(82) Die ökologische und toxikologische Bedeutung der Wachstumsregler muß unbedingt überprüft werden.

(83) Die Wirkung von PCB's auf ökologische Systeme bedarf eingehender Untersuchung.

(84) Im Bereich Schwermetalle liegen zwar Daten über die Belastung emissionsnaher Areale vor, großräumige Untersuchungen - vor allem auch an naturnahen Ökosystemen - fehlen aber. Zur Frage der Belastbarkeit von Ökosystemen und speziell der Wirkung von Schwermetallen auf Tiere sind Detailuntersuchungen erforderlich.

(85) Eingehende Untersuchungen zur Frage der Langzeit-

wirkung von Luftverunreinigungen auf Ökosysteme sind nötig. Insbesondere muß der Möglichkeit von Kombinationswirkungen verschiedener Immissionen nachgegangen werden.

(86) Hinsichtlich von Einzelfragen, wie Phosphataustrag aus Agrarökosystemen oder Menge der Pflanzennährstoffe in Niederschlägen sind Detailuntersuchungen notwendig.

(87) Ferner sollten folgende spezielle Forschungsbereiche gefördert werden:

- Weiter- und Neuentwicklung spezieller biologischer Schädlingsbekämpfungsmethoden (z. B. Duftfallen, Einsatz von Viruspräparaten).
- Entwicklung von Prognoseverfahren für Populationsbewegungen von Agrarschädlingen.
- Untersuchungen zur Wirkung hoher Nitratmengen bei Tier und Mensch.

Umweltpolitische Instrumente

(88) Im Zusammenhang mit pretial orientierten Instrumenten der Umweltpolitik - insbesondere Abgaben - stellen die nur bedingt vorhersehbaren einzelwirtschaftlichen Reaktionen ein Grundproblem dar. Unterstützt werden sollten daher verstärkt vorbereitende Untersuchungen mit dem Ziel, die für die Abgabenbemessung relevanten Verhaltensgrößen - insbesondere Elastizitäten - der Privaten abzuschätzen.

Volkswirtschaftliche Kosten

(89) Die bereits vorliegenden Kostenschätzungen, die sich primär auf Vermeidungskosten stützen, sollten fortgeschrieben werden. Gleichzeitig sollten diese Schätzungen auch in sachlicher Hinsicht erweitert, d. h. auf bisher nicht erfaßte Kostengrößen ausgedehnt werden.

(90) Neben der Erfassung der Vermeidungskosten sollten Anstrengungen unternommen werden, um zu einer quantitativen Beurteilung der Vorteile einer erhöhten Umweltqualität zu gelangen. Außer diesen Zielgewinnen sollte untersucht werden, welche privaten und gesamtwirtschaftlichen Zielverzicht dabei auftreten. Hierbei ist es auch Aufgabe der Forschung, Übergänge der Zielebenen zu prognostizieren.

(91) Quantitative Untersuchungen der gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen bestimmter Umweltschutzmaßnahmen sollten verstärkt vorangetrieben werden. Eine erste Stufe bildet die Analyse der hierdurch bewirkten direkten und indirekten Kosten - und Preiseffekte; dabei ist auch an die Anwendung vorgeschrittener Input - Output - Modelle zu denken.

(92) In die Beurteilung gesamtwirtschaftlicher Auswirkungen des Umweltschutzes sind auch die vielfach vernachlässigten Verteilungswirkungen einzubeziehen. Hierzu sind detaillierte empirische Studien erforderlich und entsprechend zu unterstützen.

1 EINFÜHRUNG

1.1 Die Aufgabe des Gutachtens

1. Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen begann im Sommer 1972 mit der Diskussion des ersten Gutachtens; dabei versuchte er zunächst, seine im Errichtungserlaß allgemein umschriebene Aufgabe näher zu bestimmen. Diese Aufgabe konnte nach Meinung des Rates nicht darin bestehen, seinerseits ein eigenes politisches Umweltprogramm zu entwerfen, wie es mittlerweile vom Bund und den meisten Bundesländern vorgelegt worden ist. Aber auch eine kritische Fortschreibung der umfangreichen "Materialien zum Umweltprogramm der Bundesregierung" von 1971 erschien weder sinnvoll noch möglich. Die Formulierung in § 2 (1) des Errichtungserlasses: "Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen soll die jeweilige Situation der Umwelt und deren Entwicklungstendenzen darstellen sowie Fehlentwicklungen und Möglichkeiten zu deren Vermeidung oder zu deren Beseitigung aufzeigen" weist nach Auffassung des Rates vielmehr darauf hin, daß seine wichtigste Aufgabe in der unabhängigen Erfassung und Bewertung des Gesamtzustandes und einzelner wesentlicher Bereiche der Umwelt zu sehen ist. Daß damit auch Vorschläge zur Abhilfe und Verbesserung zu verbinden sind, wird dabei mit Recht ausdrücklich hervorgehoben.

So selbstverständlich die Umweltprogramme des Bundes und der Länder als staatliche Zielvorgaben in alle Überlegungen des Rates einbezogen wurden, so deutlich will er den Unterschied zwischen politischem Programm und Gutachten gewahrt sehen. Gewiß ist sich der Rat der politischen Bedeutung des Themas und seiner damit verbundenen Verantwortung bewußt. Aber seine Unabhängigkeit, seine interdisziplinäre Zusammensetzung und nicht zuletzt seine Entlastung von der unmittelbaren politischen Entscheidung ermöglichen eine eigene, von der Tagespolitik unabhängige Sicht der Dinge.

2. Angesichts der Aufgabe, eine Bewertung des Gesamtzustandes unserer Umwelt vorzunehmen, diskutierte der Rat zunächst die Möglichkeit, mit Hilfe eines integrierten ökonomisch-ökologischen Gesamtmodells die wichtigsten Zustände und Entwicklungen auf dem Umweltsektor und ihre Verflechtungen darzustellen. Das Ziel dieses Ansatzes wäre eine Art ökologischer Buchführung, die tatsächlich eine globale, standardisierte Begutachtung der Umweltsituation und der Umweltbedingungen in der Bundesrepublik Deutschland erlaubte. Die Vorteile dieses methodischen Ansatzes liegen auf der Hand. Er böte in regelmäßigen Abständen zuverlässige Daten, die eine Beurteilung der Entwicklung unserer Umwelt hinsichtlich ihrer Verbesserung oder Verschlechterung im Ganzen ermöglichen. Zugleich würde das Element der Zufälligkeit und Subjektivität, das in der Gewinnung, Auswahl und Bewertung von Daten heute noch weithin vorherrscht, zugunsten eher objektiver und regelmäßiger Ergebnisse abgelöst.

3. Die intensive Diskussion dieses Ansatzes führte den Rat jedoch sehr bald zu der Überzeugung, daß eine Realisierung in der für das erste Gutachten vorgesehenen Zeit - wenn nicht überhaupt - undurchführbar sein würde. Die Gründe

sind vielfacher Art. Zunächst liegen - abgesehen von einigen wenigen Entwürfen, deren Abstraktionsgrad zudem viel zu hoch ist, um praktisch verwertbare Lösungen zu erbringen - für ein integriertes Gesamtmodell, das eine rechnerische Darstellung der gesamten Umweltentwicklung ermöglicht und Grundlage der Politik sein könnte, noch kaum methodische Vorarbeiten vor.

Insbesondere fehlt bis heute die Festlegung verbindlicher Indikatoren und Indizes, die eine Bewertung der verschiedenen Einflüsse auf unsere Umwelt erlauben. Diese theoretisch schwierige und in Einzelproblemen ungeklärte Aufgabe (siehe dazu auch Anhang I.2) kann gegenwärtig auch deshalb noch nicht gelöst werden, weil zahlreiche dazu benötigte Daten nicht vorliegen, zumal das Gesetz über Umweltstatistiken immer noch nicht verabschiedet ist. Der Sachverständigenrat hat im übrigen zu einem früheren Entwurf des Gesetzes ausführlich Stellung genommen.

Die unzureichenden Ergebnisse der amtlichen Umweltstatistik werden durch das Gesetz insoweit verbessert, als Teilergebnisse aus dem Bereich der Abfallwirtschaft, der Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung, und zwar meist Bestandsgrößen, bereits 1975 aufgrund einer Vorerhebung vorliegen werden. Die übrigen Ergebnisse werden voraussichtlich frühestens 1976 zur Verfügung stehen. Aber auch dann werden noch viele notwendige Daten fehlen. Das gilt insbesondere für bundeseinheitlich vergleichbare Meßergebnisse, vor allem auf den Gebieten Luftreinhaltung und Abwasser. Rechtliche Voraussetzungen, wie sie in § 45 Nr. 4 des Bundesimmissionsschutzgesetzes geschaffen wurden, sollten daher möglichst bald konkretisiert werden. Diese beiden entscheidenden Schwachstellen jedes Gesamtmodells waren vom Rat nicht zu korrigieren, zumal ihm ein nennenswertes eigenes Forschungspotential nicht zur Verfügung steht und Forschung in diesem Sinne auch nicht seine Aufgabe ist.

4. Der Rat vertritt gleichwohl die Überzeugung, daß ein integriertes ökonomisch-ökologisches Gesamtmodell, mit dessen Hilfe alle wesentlichen auf unsere Umwelt einwirkenden Faktoren erfaßt und in ihrer Wechselwirkung dargestellt werden können, als methodisches Ziel verfolgt werden sollte. Einige exemplarische Schritte in dieser Richtung, nämlich ein systemanalytischer Ansatz und Stoffbilanzen, ferner Umweltindizes, Verflechtungsanalysen und Landschaftsbewertungen, sind im Anhang I dieses Gutachtens aufgeführt. Der Rat spricht in diesem Zusammenhang ausdrücklich die Empfehlung aus, daß die entscheidenden Vorarbeiten für ein solches Modell, nämlich die systemanalytische Forschung sowie die systematische und kontinuierliche Gewinnung, Bereitstellung und Ordnung von Daten vorangetrieben werden müssen. Insbesondere dem im Aufbau befindlichen Umweltplanungsinformationssystem (UMPLIS) kommt hier eine hohe Priorität zu. Tatsächlich wird es auf vielen Gebieten erst dann möglich sein, über Zufallsergebnisse und punktuelle Ansätze hinaus die durch den Errichtungserlaß zugewiesenen Aufgaben vollständig zu erfüllen, wenn Datengrundlage und Datenorganisation in der vorgesehenen Weise bereitgestellt sein werden.

5. Der Rat ist sich bewußt, daß auch bei optimaler Datenbasis der Aussagewert von integrierten ökonomisch-ökologischen Gesamtmodellen immer begrenzt sein wird. Dies hängt unter anderem zusammen mit der gegenüber der Wirklichkeit sehr stark vereinfachten Struktur aller Modelle, mit der Notwendigkeit, bestimmte Parameter auszuwählen, mit den Grenzen der Quantifizierbarkeit von Wertvorstellungen und mit dem Wertsystem, das in jedes Modell eingeht. Es wird deshalb notwendig sein, alle diese Voraussetzungen offenzulegen, um den Charakter des Modells als einer Entscheidungshilfe deutlich zu machen. In dieser relativierten Funktion können die Ergebnisse dann freilich einen wesentlichen Beitrag zur Urteilsbildung der politischen Entscheidungsträger wie der Öffentlichkeit leisten, namentlich wenn sie durch periodische Publikation einem Prozeß der ständigen Kontrolle und Korrektur unterworfen werden.

Selbstverständlich bleiben Prognosen über bestimmte ökonomisch-ökologische Entwicklungen immer problematisch; obwohl die Volkswirtschaftslehre sowohl von der Methode wie von den Daten her ein unvergleichlich besseres Instrumentarium der Analyse und Prognose besitzt, als es auf dem noch neuen Gebiet der Umwelt zur Verfügung steht, ist sie von der Entwicklung auf dem Energiemarkt und deren wirtschaftlichen Folgen überrascht worden. Trotzdem kann die Volkswirtschaft auf die Anwendung des Prognoseinstrumentariums nicht verzichten. Das gleiche gilt für den Umweltbereich. Auch wenn gerade auf diesem Gebiet mit unvorhersehbaren Entwicklungen gerechnet werden muß, die sich der systematischen Erfassung und Prognose widersetzen, so sind auch hier entsprechende Verfahren unentbehrlich. Der Rat wird dies als ein Ziel seiner Arbeit ansehen.

1.2 Der „Erste-Schritt-Charakter“ des Gutachtens

6. Angesichts der dargelegten Schwierigkeiten erwies sich der Entwurf eines integrierten ökonomisch-ökologischen Gesamtmodells und die Erstellung einer „Umweltbilanz“ innerhalb eines überschaubaren Zeitraumes als undurchführbar. Ähnlich den vergleichbaren ersten Berichten des Council on Environmental Quality in den Vereinigten Staaten blieb daher kein anderer Weg, als Schritte in Richtung auf dieses Ziel voranzugehen. Das bedeutet für das vorliegende erste Gutachten, daß es eine bestimmte Stufe eines Prozesses festhält, der notwendig fortgeschrieben werden muß. Diese notwendige Fortschreibung kann sich nach Lage der Dinge nicht nur - wie bei einer Bilanz - auf die Daten erstrecken, sie muß vielmehr auch die Methode einbeziehen. Der „Erste-Schritt-Charakter“ des Gutachtens verweist also darauf, daß es methodisch und inhaltlich entwicklungs-fähig und entwicklungsbedürftig ist. Diese Feststellung wiederum bedeutet, daß das erste Gutachten grundsätzlich keine Endgültigkeit oder Vollständigkeit beansprucht. Seine Unabgeschlossenheit und Unvollständigkeit entspricht allerdings der realen Lage auf nahezu allen Gebieten der Umweltforschung und der Umweltpolitik.

Wir beobachten eine rasche Veränderung unserer Umwelt und ihrer Bedingungen in quantitativer wie in qualitativer

Sicht; wir beobachten ein wachsendes Problembewußtsein, das immer neue Bereiche erfaßt und zur Erweiterung des Begriffs der Umwelt nötigt; wir beobachten schließlich eine steigende Zahl von Daten und eine fortschreitende Methodendiskussion. Diese Lage zwingt zu einer ständigen Überprüfung der bisherigen Ergebnisse, zur Aufnahme, Einarbeitung und Beurteilung neuer Problemfelder und zur Diskussion der Gewichtungen und der Ziele. All das muß sich auch im Prozeß des Begutachtens niederschlagen, der nicht auf ein abschließendes Urteil angelegt ist, sondern als grundsätzlich offen, - eben als Prozeß - verstanden werden muß. Daher verzichtet der Rat bewußt auf eine Theorie der Umwelt und auf eine abschließende Definition des Begriffes. Alle dazu in der Literatur angebotenen Vorschläge widersprechen der Vorstellung vom Prozeßcharakter der Umweltproblematik, wie er hier entwickelt wurde. An die Stelle eines theoretischen Kapitels tritt daher folgerichtig ein Abschnitt, der sich mit den politischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Schwierigkeiten umweltpolitischer Zielfindung befaßt (Abschnitt 2).

7. Mit der Entscheidung für den „Ersten-Schritt-Charakter“ des Gutachtens war zugleich der Entschluß zur Auswahl bestimmter Problembereiche verbunden. Ein integriertes Gesamtmodell hätte alle Umweltfaktoren und Probleme enthalten müssen: das Gutachten als erster Schritt ermöglicht nicht nur, sondern erzwingt eine Auswahl. Die Kriterien dieser Auswahl waren zum Teil von der Sache, zum Teil aber auch von den methodischen und faktischen Möglichkeiten der Bearbeitung her bestimmt. So hat sich der Rat zunächst der „klassischen“ Umweltproblembereiche angenommen, bei denen es um die Erhaltung der Lebensgrundlagen der industriellen Gesellschaft geht (Luft, Wasser, Lebensmittel etc.). Von diesen „klassischen“ Problembereichen hat der Rat schließlich nur dem Boden keinen gesonderten Abschnitt vorbehalten, weil ihm hier die Voraussetzungen nicht im vergleichbaren Maße gegeben schienen. Teilaspekte dieses Problemkreises sind aber in mehreren Abschnitten behandelt. Für die Bearbeitung aller anderen „klassischen“ und der übrigen im Gutachten behandelten Bereiche (Abschnitte 3 und 4) sprach einerseits das Kriterium der Dringlichkeit und der allgemeinen Betroffenheit, andererseits das Vorhandensein von Voraussetzungen, die eine sinnvolle und begründete gutachtliche Stellungnahme ermöglichten. Da der Rat, wie schon erwähnt, über ein nennenswertes eigens Forschungspotential nicht verfügt, ist er, was die Gewinnung der Daten und die Erforschung von Zusammenhängen und Entwicklungen betrifft, weithin auf Vorarbeiten angewiesen. Diese Vorarbeiten liegen für die „klassischen“ Problembereiche des Umweltschutzes relativ zahlreich vor, so daß eine gutachtliche Stellungnahme sich hier - ungeachtet der Einschränkung in den Textziffern 3 und 6 - auf einigermaßen verlässliches Material stützen kann.

8. Mit dem Vorliegen methodisch und sachlich genügender Vorarbeiten ist zugleich ein negatives Kriterium für die Auswahl der Problembereiche gegeben. Wo diese Vorarbeiten fehlen, wesentliche Lücken aufweisen oder wo sich neue Entwicklungen ankündigen, hielt der Rat eine Bearbeitung in seinem ersten Gutachten nicht für angezeigt, auch wenn ihre Dringlichkeit außer Zweifel steht. Zu einer bloßen Vermehrung von Meinungen konnte der Rat sich umso weniger entschließen, als er im Instrument des Sondergutachtens die Möglichkeit besitzt, besonders komplexe und

umstrittene Problembereiche aufzugreifen und in aller Ausführlichkeit zu behandeln und darzustellen. Die Gutachten "Auto und Umwelt" vom September 1973 und zur Abwasserabgabe vom Februar 1974 sind Beispiele für solche Sondergutachten. Das lebhaft und weithin positive Echo, das das Sondergutachten "Auto und Umwelt" in der Öffentlichkeit fand, bestärkt den Rat in seiner Überzeugung, das vorliegende Gutachten von einer Reihe großer und besonders umstrittener Problembereiche zu entlasten und sich eine Bearbeitung dieser Bereiche in weiteren Sondergutachten vorzubehalten.

9. Dies betrifft zunächst den gegenwärtig besonders vordringlichen, aber auch besonders schwer abzuschätzenden Bereich des Verhältnisses von Umweltschutz und Energieversorgung. Hier ist seit dem Herbst des Jahres 1973 deutlich eine doppelte Entwicklung zu beobachten: einerseits droht die Frage des Umweltschutzes hinter dem verständlichen Drängen nach ausreichender Energieversorgung zurückzutreten; andererseits setzt der letztlich doch spürbar werdende Zwang zur Einsparung von Energie ein Signal, wachsenden Energieverbrauch und damit wachsende Umweltbelastung nicht als selbstverständliche Entwicklung hinzunehmen. Der Rat möchte in einem Sondergutachten das Energieproblem unter Umweltaspekten behandeln und dabei diesen beiden Entwicklungstendenzen besondere Aufmerksamkeit schenken. Dabei sollen Vorschläge und Pläne für die zukünftige Energieversorgung - insbesondere auf dem Gebiet der Kernenergie mit ihren Strahlen- und Abwärmeproblemen - daraufhin geprüft werden, welche Umweltbelastung damit verbunden sein könnte. Zugleich ist zu untersuchen, welche technischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten zur Einsparung von Energie gegeben sind und welche Tendenzen sich unter verschiedenen Annahmen gegenwärtig abzeichnen.

Als weiteres Problem und eng mit diesem Bereich verbunden, stellt sich allgemein die Frage der Ressourcen, speziell unter den Aspekten des technischen und wirtschaftlichen Recyclings, eine Frage, die ebenfalls einer gesonderten Bearbeitung bedarf.

10. Wenn es gelegentlich zu Auseinandersetzungen darüber kommt, ob das Umweltproblem wesentlich bloß technischer oder aber wesentlich bloß gesellschaftlicher Natur sei, so schien dem Rat eine Alternative dieser Art nicht gegeben. Vielmehr sollen die ausgewählten Problembereiche des Gutachtens im Einzelnen wie im Ganzen den technisch-gesellschaftlichen Doppelaspekt der Umweltproblematik deutlich machen. Es bestand daher im Rat auch Übereinstimmung darüber, daß die rechtlichen, planerischen und wirtschaftlichen Probleme der Umweltpolitik ebenso wie ihre transnationalen Aspekte ausführlich zu behandeln sind. Der Rat hielt es deshalb für angezeigt, für eine Reihe dieser Bereiche lediglich Problemaufrisse vorzulegen, die den gegenwärtigen Stand der Diskussion wiedergeben, ohne damit schon eindeutig Stellung zu beziehen. Diese Problemaufrisse markieren die Ansatzpunkte, von denen in den folgenden Gutachten auszugehen sein wird.

11. Besondere Aufmerksamkeit hat der Rat in allen Diskussionen den Problemen des gesellschaftlichen Verhaltens geschenkt. Er ist überzeugt, daß der Entwicklung eines "Umweltbewußtseins", das heißt einer bewußten und aktiven Mitverantwortung jedes einzelnen Bürgers, für den Erfolg

aller umweltpolitischen Maßnahmen eine schlechthin entscheidende Rolle zufällt. In diesem Zusammenhang sei insbesondere auf die große Bedeutung der zahlreichen Bürgerinitiativen im Umweltschutz und auf die aufklärende Rolle der Massenmedien hingewiesen. Auch dieser Komplex konnte wegen seiner Verschränktheit mit der Problematik unserer Staatsform auf allen Ebenen des politischen Handelns, wie es mit dem Stichwort "Partizipation" angedeutet werden soll, im ersten Gutachten noch nicht zusammenfassend behandelt werden. Das Gleiche gilt für die in der Öffentlichkeit lebhaft diskutierten grundsätzlichen Zusammenhänge zwischen Umweltpolitik und Wirtschaftswachstum, für die Fragen des Konsumverhaltens und seiner Steuerung und die Probleme einer Umweltethik und ihrer Normen. Alle diese Bereiche stellen zweifellos für die Begutachtung der Umweltsituation wichtige Themen dar. Wenn sie im ersten Gutachten noch weithin fehlen, so nicht, weil der Rat sie etwa in technokratischer Einseitigkeit für zweitrangig hielt, sondern umgekehrt, weil ihr Gewicht und ihre Bedeutung für die ganze Umweltproblematik eine längere Bearbeitungsfrist erfordern, als sie für den ersten Schritt zur Verfügung stand.

1.3 Der Aufbau des Gutachtens

12. Ein Blick auf die überaus wichtigen Umweltberichte der Bundesländer zeigt die verschiedenen Möglichkeiten, die Materie der Umweltpolitik zu gliedern. Während eine Reihe dieser Berichte die wichtigsten Teilbereiche wie Luft, Wasser, Abfall etc. einzeln aufführt (Baden-Württemberg 1971, vgl. aber die neue Gliederung im mittelfristigen Programm vom 15.9.1973, Berlin 1973, Bremen 1973 u. a.), versuchen andere, eine Ordnung der Probleme nach übergreifenden Gesichtspunkten zu finden. Dabei werden etwa Kapitel wie "Umweltschutz" mit den Bereichen Luft, Lärm, Abfall und Strahlenschutz von der "Umweltgestaltung und Umweltvermittlung" mit den Bereichen Naturschutz und Landschaftspflege, Freizeit und Erholung abgehoben (Bayern 1972). Andere Berichte unterscheiden zwischen "Umweltschutzpolitik-Sofortprogramm" und "Naturgrundlagenpolitik-Langzeitprogramm" (Hessen 1973) oder zwischen "Immissionsschutz" (Luft, Lärm), "Reinhaltung der Gewässer", "Abfallbeseitigung", "Raumordnung, Landesplanung und Städtebau", und "Biologischer Umweltschutz" (Naturschutz, Landwirtschaft, Lebensmittel, Forstwirtschaft) (Saarland 1972/73). So einleuchtend derartige Gliederungen jeweils sein mögen, so zeigt doch die Tatsache, daß einzelne Bereiche verschiedenen Oberbegriffen zugeordnet werden können, daß die Unterscheidungen zwischen technischen und biologischen Bereichen oder zwischen Immissionsschutzpolitik und einer Politik der Gestaltung der natürlichen Umwelt unbefriedigend sind.

13. Auch die Gliederung des vorliegenden Gutachtens hat die Schwierigkeiten, die jeder Systematisierung dieses komplexen Gebietes entgegenstehen, nicht ganz aufheben können. Immerhin ist eine Unterscheidung zwischen einem vorwiegend ökologisch-technischen Bereich (Abschnitte 3 und 4) und einem gesellschaftlich-politischen Bereich (Abschnitte 5 und 6) der Umweltpolitik sachgemäß auch dann, wenn gleiche Sachgebiete unter beiden Aspekten be-

handelt werden. Es ist kein Zweifel, daß etwa die Fragen des Wasserhaushalts in den ökologisch-technischen Bereich und - unter rechtlichen, planerischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten – in den gesellschaftlich-politischen Bereich gehören. In einer Einzelstudie über die Probleme des Wasserhaushalts ließen sich beide Aspekte unmittelbar verbinden. Ein Gesamtgutachten muß jedoch auch die Querverbindungen der Wasserreinhaltung zum technisch-ökologischen Immissionsschutz ebenso wie die Querverbindungen des Wasserrechts zum Umweltschutzrecht im gesellschaftlich-politischen Bereich herausstellen. Der Rat hat sich angesichts der Frage, ob jedes Einzelgebiet mit allen Gesichtspunkten als abgeschlossener Komplex behandelt oder ob den übergeordneten Gesichtspunkten des ökologisch-technischen und des gesellschaftlichen Zusammenhangs der Einzelbereiche der Vorzug gegeben werden sollte, eindeutig für die letztere Lösung entschieden. Insbesondere im Blick auf das ökonomisch-ökologische Gesamtmodell schien dieser erste Schritt zur Integration notwendig.

14. Innerhalb der ökologisch-technischen Bereiche unterscheidet das Gutachten in Abschnitt 3 und 4 Grundbereiche und komplexe Bereiche der Umweltpolitik. Das unterscheidende Merkmal dabei liegt in der Zielfindung. Unter dem Begriff Grundbereiche sind alle diejenigen Bereiche der Umweltpolitik zusammengefaßt, die hinsichtlich der Formulierung eindeutig quantifizierbarer Ziele klare Aussagen erlauben. Es kann weder über eine empirisch ermittelte maximale Luftgüte noch über ihre generelle Wünschbarkeit eine prinzipielle Diskussion geben. Eine andere Frage ist selbstverständlich, ob die Herstellung einer solchen maximalen Luftgüte für alle Einwohner möglich, nötig und im Verhältnis zum Aufwand wünschenswert ist, m. a. W. wie sich die maximale zur optimalen Luftgüte verhält. Hier öffnet sich ein weites Feld der Diskussion, der Beurteilung und der Entscheidung. Auch beim Wasser ist die höchste Wasserqualität (beste Wassergüteklasse) der Orientierungspunkt, von dem aus unter Einbeziehung aller wesentlichen technischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Gesichtspunkte die optimale Wasserqualität für jede einzelne Region bestimmt werden muß. Entsprechendes gilt für die Bereiche Lebensmittel, Feste Abfälle sowie Umweltchemikalien. Nicht ganz so eindeutig liegen die Dinge lediglich im Bereich des Lärms. Ein empirisch zu ermittelndes objektives Maximalziel in Gestalt eines bestimmten natürlichen Geräuschpegels existiert offensichtlich nicht. Hier wird man das Maximalziel am subjektiven Bedürfnis orientieren müssen: die maximale Lösung des Lärmproblems liegt darin, daß jeder nur noch das Geräusch vernimmt, das er zu vernehmen wünscht. Die optimale Lösung wäre demnach die, alle für irgendjemand unerwünschten Geräusche so weit wie möglich zu vermindern.

15. In den Grundbereichen fordern bestimmte Entwicklun-

gen klare Entscheidungen, wenn kaum oder gar nicht wiedergutzumachende Schäden mit unabsehbaren Folgen vermieden werden sollen. Die Öffentlichkeit hat ein Recht auf eindeutige Auskünfte über Ausmaß und Gefahren der bestehenden und zu erwartenden Schädigungen in diesen Bereichen. Der Rat sieht eine seiner wichtigsten Aufgaben darin, hier in einer immer unüberschaubarer werdenden Diskussion klare Richtwerte und Ziele deutlich zu machen. Er erwartet, daß dort, wo die Richtwerte und Ziele eindeutig sind, Gesetzgebung und Verwaltung ihre Einhaltung erzwingen und überwachen.

16. Im Gegensatz zu den Grundbereichen, in denen die Ziele objektiv vorgegeben sind, gibt es in den Komplexen Bereichen solche physiologisch bestimmten Zielvorgaben nicht. Am ehesten lassen sich noch, wie das Gutachten zeigt, im Bereich Naturschutz und Landschaftspflege gewisse Grenzwerte ermitteln. In den Bereichen Raumordnung und Stadtentwicklung hingegen lassen sich unter dem hier behandelten Aspekt maximale Daten nicht angeben; der Zielfindungsprozeß verläuft in diesen Bereichen als eine Diskussion der verschiedenen gesellschaftlich relevanten Kräfte und Überzeugungen, die jeweils ihre Vorstellungen zur Geltung zu bringen versuchen. Wie eine umweltfreundliche Stadt, wie ein sinnvoll geordneter Siedlungsraum auszusehen hat, wird von Generation zu Generation neu definiert. Hier geschieht die Zielfindung in einem permanenten politischen Planungs- und Entscheidungsprozeß, in dem verschiedene Güter gegeneinander abgewogen werden. Während die Grundbereiche dank der vorgegebenen maximalen Daten einer Bilanzierung eher zugänglich sind, dürfte eine Bilanzierung in den Komplexen Bereichen kaum möglich sein.

17. Innerhalb der gesellschaftlich-politischen Bereiche unterscheidet das Gutachten in den Abschnitten 5 und 6 nationale von transnationalen Aspekten der Umweltpolitik. Was die Behandlung der nationalen Probleme angeht, so ist auf die Textziffern 10 und 11 der Einführung zu verweisen. Jedoch lassen die Abschnitte 5.1 Umweltpolitische Instrumente und 5.2 Volkswirtschaftliche Kosten (Verzichte) die Richtung erkennen, in der der Rat weiterzuarbeiten gedenkt. Es wurde im übrigen schon ausgeführt (Textziffer 10), daß der Rat eine Erweiterung dieses Bereichs insbesondere um den Problemkomplex "Umweltbewußtsein" mit der ganzen Fülle der damit verbundenen Informations- und Kommunikationsfragen und der pädagogischen und ethischen Aspekte für dringend erforderlich hält. Hier wird schon das nächste Gutachten neue Bereiche aufweisen. Der bewußt gewählte Begriff "Transnationale Aspekte" soll verdeutlichen, daß die Umweltproblematik staatliche Grenzen unterläuft und daher mit den eingeführten Begriffen "international" und "supranational" nicht zureichend umschrieben werden kann.

2 ZIELE DER UMWELTPOLITIK

2.1 Ziele im Umweltprogramm der Bundesregierung

18. Am 29. September 1971 hat die Bundesregierung zum ersten Mal ein Umweltprogramm verabschiedet und darin Ziele und Instrumente ihrer Umweltpolitik geordnet und in eine längerfristige politische Konzeption einbezogen. Das Umweltprogramm enthält im ersten Teil die Grundzüge und Zielvorstellungen einer auf lange Sicht geplanten Umweltpolitik und erläutert die Motive der umweltpolitischen Initiativen der Regierung; im zweiten Teil werden die innerhalb der einzelnen Umweltbereiche für vordringlich erachteten Maßnahmen zu einem Aktionsprogramm zusammengefaßt, das die Konsequenzen aus den von der Regierung formulierten Zielen und dem von ihr zugrunde gelegten Begriff der Umweltpolitik samt ihren instrumentellen Folgerungen zieht. "Umweltpolitik" versteht die Bundesregierung "als die Gesamtheit aller Maßnahmen, die notwendig sind,

- um dem Menschen eine Umwelt zu sichern, wie er sie für seine Gesundheit und für ein menschenwürdiges Dasein braucht,
- um Boden, Luft und Wasser, Pflanzen- und Tierwelt vor nachteiligen Wirkungen menschlicher Eingriffe zu schützen und
- um Schäden oder Nachteile aus menschlichen Eingriffen zu beseitigen".

19. Wenngleich das Umweltprogramm das erste offiziell so genannte umweltpolitische Gesamtkonzept der Bundesregierung darstellt, so ist es doch keineswegs der Beginn des Umweltschutzes in der Bundesrepublik. Der Gedanke des Umweltschutzes hat vielmehr seit langem Niederschlag sowohl in der staatlichen Gesetzgebung und Organisation als auch in privatwirtschaftlichen Aktivitäten gefunden. Staatliche Ansätze und private Initiativen blieben jedoch zumeist auf Einzelbereiche beschränkt und wurden - wenn überhaupt - nur unzureichend koordiniert und lediglich unter kurzfristigen Aspekten betrachtet. Das lag in erster Linie daran, daß die Umweltproblematik nicht in ihrer vollen Tragweite erkannt wurde, und daher nahezu zwangsläufig andere Ziele aus dem Bereich der Wirtschafts- und Gesellschaftspolitik Vorrang erhielten.

Heute hat jedoch die Umweltverschmutzung in der Bundesrepublik - wie in anderen Industriestaaten - ein Ausmaß erreicht, das die Wahrnehmungsschwelle auch einer breiten Öffentlichkeit überschritten und die Erkenntnis gefördert hat, daß eine Systematisierung, Koordinierung und langfristige Planung aller Umweltschutzaktivitäten unentbehrlich ist. Auf diese Weise hat die Umweltpolitik im breiten Spektrum staatlicher Politik einen höheren Stellenwert eingenommen; vor diesem Hintergrund ist auch das erste offizielle Umweltprogramm der Bundesregierung zu würdigen. Es ist kein Startschuß zum Umweltschutz schlechthin, vielmehr eine Neuorientierung staatlicher Aufgabentätigkeit aus aktuellem Anlaß; es bedeutet den

Versuch, die bruchstückhaften, sporadischen und punktuellen Eingriffe und kurzfristigen Krisenreaktionen durch eine bewußt geplante Umwelt"politik" zu ersetzen.

20. Mit Recht hat daher die Bundesregierung die Langfristigkeit, die Systemorientierung und die integrative Funktion der staatlichen Umweltplanung betont und durch die weite Auslegung des Umweltbegriffes möglichst viele Umweltmedien bzw. Umweltbereiche in ihr politisches Grundkonzept und ihr Aktionsprogramm einbezogen. Das bedeutet jedoch nicht, daß sich die Bundesregierung für ein "holistisches" Politikkonzept entschieden hätte, d. h. für ein Konzept einer Gesamtumweltplanung. Sie weist vielmehr selbst darauf hin, daß Ziele und Instrumente der Umweltpolitik einem ständigen Anpassungsprozeß unterworfen werden müssen, der seinerseits vom Fortschritt der wissenschaftlichen und technischen Erkenntnisse bestimmt und durch den finanziellen Bewegungsspielraum sowie Begrenzungen aus anderen politischen Bereichen eingengt wird. Die Umweltpolitik wird sich damit auch im Rahmen einer längerfristig integrierten Planung letzten Endes "inkremental", d. h. über eine Politik der kleinen Schritte vollziehen. Diese Tendenz wird deutlich an den instrumentellen Aussagen des Aktionsprogramms, in das nach Abschätzung des finanziellen Spielraums nur jene Maßnahmen aufgenommen wurden, die dazu dienen, "der akuten Gefahren Herr zu werden" und das daher nicht die Illusion wecken darf, "daß die Entwicklung der letzten hundert Jahre, die im wesentlichen den heutigen kritischen Zustand unserer Umwelt herbeigeführt hat, ... etwa von heute auf morgen umgekehrt werden kann".

21. Oberstes Ziel und erklärter Maßstab der deutschen Umweltpolitik ist der Schutz der Würde des Menschen, die Sicherung seiner Gesundheit und seines Wohlbefindens, die zugleich Orientierungspunkt für die staatliche Politik schlechthin sind. Zur Erreichung dieses Oberzieles bedarf es einer Sicherung der Umweltgüter, eines Schutzes der Naturgrundlagen vor schädlichen Wirkungen menschlicher Aktivitäten sowie der Beseitigung bereits vorhandener Schäden. Der Langfristigkeit der umweltpolitischen Konzeption entsprechend darf sich die Umweltpolitik nicht auf die Sicherung der Umweltressourcen lediglich zugunsten der derzeitigen Generation beschränken; Raum und Naturgrundlagen dürfen in der Gegenwart nur insoweit in Anspruch genommen werden, "daß auch kommende Generationen den größtmöglichen Nutzen haben werden".

22. Eine im Hinblick auf das zugrundeliegende Planungskonzept konsequente Weiterführung der Zielanalyse hätte im Grundsatzteil des Umweltprogramms eine weitgehende Konkretisierung und Operationalisierung des Zieles "Schutz der Naturgrundlagen", eine Festlegung der für die einzelnen Umweltmedien bzw. Umweltbereiche im Aktionsprogramm vorgegebenen Güteziele und die Auswahl instrumenteller Ansätze verlangt.

In ihren grundsätzlichen Ausführungen zur Umweltpolitik, dem eigentlichen Zielteil des Programms, hat die Bundesregierung jedoch zur Operationalisierung dessen, was sie unter Sicherung der Umwelt versteht und was sie in den einzelnen

gefährdeten Umweltbereichen an konkreten Zielvorstellungen realisieren will, nicht weiter Stellung genommen. Sie hat indessen versucht, dem allgemeinen Oberziel, das Wohlbefinden und die Gesundheit des Menschen zu sichern und dazu die Umwelt zu schützen, instrumentelle Rahmenziele zur Seite zu stellen, die einen einheitlichen Maßstab für ihr Aktionsprogramm innerhalb der einzelnen Umweltbereiche repräsentieren sollen.

23. Als Hauptziele in diesem Sinne hat die Bundesregierung genannt:

1. Umweltplanung auf lange Sicht, insbesondere durch

- ein Umweltrecht, das Schutz und Entwicklung der Naturgrundlagen zu den vorrangigen Aufgaben staatlicher Daseinsvorsorge macht und das nach dem jeweiligen Stand von Wissenschaft und Technik ständig fortgeschrieben wird,
- wirksame Beratungsverfahren bei allen umweltrelevanten Entscheidungen der Gesetzgebung, Verwaltung und Rechtsprechung, um den neuesten Stand von Wissenschaft und Technik berücksichtigen zu können.
- organisatorische Straffung vorhandener Umweltbehörden,
- Integration des Umweltschutzes in alle Maßnahmen der Struktur- und Raumordnungspolitik.

Sie hat ferner beschlossen,

2. das Verursacherprinzip durchzusetzen:

Jeder, der die Umwelt belastet oder sie schädigt, soll für die Kosten dieser Belastung oder Schädigung aufkommen. Dieser Grundsatz ist inzwischen in einer vom Ständigen Abteilungsleiterausschuß für Umweltfragen am 10. Januar 1973 gebilligten Ausarbeitung im einzelnen präzisiert worden.

3. eine umweltfreundliche Technik realisieren zu helfen:

- Die technische Entwicklung ist unter Berücksichtigung ihrer Auswirkung auf die Umwelt zu verwirklichen.
- In Entscheidungen der öffentlichen Hand und der Wirtschaft sind Umweltkriterien zu beachten.

4. in allen Teilen der Bevölkerung das "Umweltbewußtsein" zu wecken oder zu stärken, unter anderem durch:

- Aufnahme von Themen aus Umweltplanung und Umweltschutz in Bildung und Ausbildung.

- Unterstützung von Bürgerinitiativen für ein neues Umweltbewußtsein.

5. auf wirksamere internationale Zusammenarbeit hinzuwirken:

- Angleichung von Meßmethoden, Warnsystemen und Registerverfahren; Ausarbeitung gemeinsamer Bewertungsmaßstäbe und Bestimmungen für Belastungsgrenzen; Internationale Überwachungssysteme.
- Unterstützung aller Bestrebungen, internationales Umweltrecht zu schaffen.
- Internationale Konventionen für die Harmonisierung von Methoden und Verfahren des Umweltschutzes.
- Eintreten der Bundesregierung insbesondere für eine gemeinsame Umweltpolitik im Bereich der Europäischen Gemeinschaften.

24. In dem als Teil B des Umweltprogramms veröffentlichten Aktionsprogramm werden einzelne Handlungskonsequenzen aus den allgemeinen Zielvorgaben und den instrumentellen Rahmenvorstellungen entwickelt. Die Beurteilung ihrer Effizienz ist im Einzelfall schwierig, da ihnen in den meisten Einzelbereichen keine konkretisierten Qualitätsziele zugeordnet sind. Hier wird das zwangsläufig schrittweise Vorgehen der Umweltpolitik am deutlichsten. Die noch fehlenden wissenschaftlichen Kenntnisse über Emissions-Immissions-Zusammenhänge, über Langfristwirkungen von Schadstoffen, über die Belastbarkeit des menschlichen Organismus und anderer Subsysteme erschweren in den meisten Umweltbereichen die Festsetzung fundierter Güteziele, Grenzwerte und Normen. So enthält auch das Aktionsprogramm der Bundesregierung zum größten Teil nur allgemeine Zielbeschreibungen, in die lediglich der Hinweis aufgenommen wurde, konkrete Formulierungen, die praktikabel und im Rahmen der Umweltschutzgesetzgebung auch justitiabel sind, noch entwickeln zu müssen. Für die einzelnen Umweltbereiche sind folgende Zielvorstellungen vorgegeben:

Umweltbereich	Zielformulierung
Natur und Landschaft	1) Wiederherstellung und Weiterentwicklung des Naturhaushalts; Erhaltung der biologischen Vielfalt der Landschaft. 2) Nachhaltige Nutzung regenerationsfähiger Naturgüter; sparsame Nutzung nicht vermehrbare Naturgüter 3) Schonung der Natur, wo Eingriffe in den Naturhaushalt notwendig sind; Ausgleich schädlicher Folgen
Abfallbeseitigung	1) Verbesserung der Recycling-Möglichkeiten 2) Errichtung wirtschaftlich arbeitender regionaler Abfallbeseitigungsanlagen über regionale Zweckverbände 3) Entwicklung einheitlicher Grundsätze zur Abfallbeseitigung; Abfallbeseitigungspläne sollen erstellt werden
Umweltchemikalien und Biozide	1) Menschliche Aufnahme von Umweltchemikalien muß so niedrig gehalten werden, daß eine Schädigung Gesundheit ausgeschlossen ist. 2) Menschliche Gesundheit hat Vorrecht gegenüber ökonomischem Nutzen von Umweltchemikalien

Wasser	<ol style="list-style-type: none"> 1) Bewahrung oder Wiederherstellung des ökologischen Gleichgewichts der Gewässer 2) Sicherung der Wasserversorgung der Bevölkerung und Wirtschaft. Priorität für Sicherung der Trinkwasserversorgung 3) Erhaltung aller anderen Wassernutzungsmöglichkeiten, die dem Gemeinwohl dienen 4) Mindestens Güteklasse II für alle Gewässer. Erhaltung der Qualität von Gewässern höherer Güteklasse
Hohe See und Küstengewässer	<ol style="list-style-type: none"> 1) Erhaltung des biologischen Gleichgewichts des Meeres 2) Gewinn von Nahrung aus dem Wasser 3) Erhaltung von Küstengewässern und Stränden als Erholungsgebiete 4) Nutzung der Naturschätze im Meereswasser und im Meeresboden
Luft	Nachhaltige Verbesserung der Luft in besonders stark belasteten Gebieten
Lärm	Niemand darf durch Lärm gefährdet, erheblich benachteiligt oder belästigt werden.

Die Bundesregierung hat in ihrem Umweltprogramm zwar keine strenge Rangordnung der einzelnen gefährdeten Umweltbereiche vorgenommen, jedoch Schwerpunkte gesetzt, aus denen umweltpolitische Prioritäten hervorgehen. Danach genießen Maßnahmen zur Abfallbeseitigung, Abwasserreinigung und zum Schutz vor gefährlichen Luftverunreinigungen eindeutigen Vorrang, was sich auch in der Einbringung entsprechender Gesetzentwürfe ausdrückt.

25. Die umweltpolitischen Zielvorstellungen der Bundesregierung werden im Umweltprogramm teils explizit, teils implizit mit anderen Zielen der staatlichen Wirtschafts- und Gesellschaftspolitik konfrontiert. Das Umweltprogramm geht davon aus, daß die Ziele der Umweltpolitik grundsätzlich gleichrangig sind mit anderen Zielen der staatlichen Politik wie soziale Sicherheit, bildungspolitischen Zielen oder Zielen aus dem Bereich der inneren und äußeren Sicherheit. Prioritäten wurden auf dieser Zielebene also nicht gesetzt, doch nehmen vor allem ökonomische Niveau- und Strukturziele den Rang strenger Nebenbedingungen für die Umweltpolitik ein. So wird vor allem darauf hingewiesen, daß die Stabilität der Volkswirtschaft bei der Verwirklichung des Umweltprogramms nicht gefährdet werden und daß der Ordnungsrahmen der Marktwirtschaft grundsätzlich als leistungsfähigster Steuerungsmechanismus aufrechterhalten werden soll. "Nur dort, wo der Marktmechanismus nicht ausreicht, wird die öffentliche Hand eingreifen müssen, sei es mit Förderungsmaßnahmen, sei es durch Abgaben und andere Belastungen von umweltschädlichen Verfahren und Produkten, sei es mit Geboten oder Verboten". Die Umweltpolitik muß darüber hinaus die Intensität der internationalen Handelsverflechtungen der deutschen Wirtschaft berücksichtigen.

Es sei allerdings bemerkt, daß das Umweltprogramm zu Verteilungszielen keinen direkten Bezug nimmt. Die Diskussion der Subventionsmöglichkeiten für Umweltschutzinvestitionen wird nicht unter diesem Aspekt, sondern allein unter dem Gesichtspunkt der umweltpolitischen Effizienzsteigerung geführt.

2.2 Die Problematik der Zielfindung

26. Die ökonomischen Systeme hochentwickelter Industriegesellschaften neigen offensichtlich dazu, Umweltbelastungen der bekannten Formen hervorzurufen und dies unabhängig davon, ob die Systeme marktwirtschaftlich orientiert oder nach einem zentralen Plan ausgerichtet sind (HANSMEYER & RÜRUP, 1973; SCHOLDER, 1973). In der Marktwirtschaft weist das System "Markt" der Umweltnutzung keinen Preis zu, in der Zentralverwaltungswirtschaft geht sie nicht adäquat in den Plan ein. Anders betrachtet: das Gut "Umwelt" wird in Produktion und Konsumtion gebraucht und verbraucht, ohne daß diese Nutzung in den privaten und öffentlichen Kostenrechnungen entsprechend berücksichtigt wird. Daraus folgt, daß die Qualität der Umwelt durch fortwährende nicht entgoldene Nutzung und damit das Fehlen von Knappheitsindikatoren zurückgehen muß - ein Prozeß, der zumindest regional oder lokal zur Belastung des Menschen und seiner psychischen Verfassung führt. Diese negativen Auswirkungen von Produktion und Konsumtion - individuell erlebt in einer sinkenden Lebensqualität - konnten solange kein ökonomisches oder politisches Problem darstellen, wie sie unter der Wahrnehmungsschwelle lagen. Diese ist abhängig von mehreren Faktoren, so z. B. von allgemeinen Bedürfnisstrukturen oder als vorrangig angesehenen anderen Zielen, wie sie in der Zeit nach dem zweiten Weltkrieg in der Form des Wachstumsziels zu beobachten waren. Erst als die Umweltbelastung spürbare Werte erreichte und zugleich das am Wiederaufbau orientierte Denken ein wenig zurücktrat, konnte diese wahrgenommen werden und in der Folge über Popularisierung und Politisierung Zielcharakter gewinnen. Umweltpolitische Ziele haben ihren Ursprung also in der individuellen Einstellung des Menschen zu seiner Umwelt, und diese ist wiederum eine Funktion der Wahrnehmung der Umweltsituation selbst. Der hier skizzierte Wahrnehmungskomplex stellt ein besonderes Problem für die Zielfindung im Umweltbereich dar, weil in diesem Prozeß Ver-

zerrungen auftreten und das Erkennen spezifischer Umweltbelastungen zudem durch zeitliche Verzögerungen behindert wird:

- 1) Wahrnehmung, Einordnung und Bewertung von Umweltbelastungen unterliegen verschiedenartigen Differenzierungen und Verzerrungen. Vorgeformte Meinungen über die Bedeutung unterschiedlicher Umweltbelastungen erschweren die richtige Einschätzung bestimmter Schädigungen und Belästigungen. So wird z. B. eine bräunlich-schwarze Emission viel intensiver wahrgenommen als ein farbloses Gas und kann entsprechende Reaktionen bei den Betroffenen auslösen, obwohl diese durch das farblose Gas unter Umständen viel stärker gefährdet sind. Die Einschätzung der Umweltbelastungen wird also schon nach dem Grad der Wahrnehmbarkeit verzerrt.

Wahrnehmung und Beurteilung möglicher Schädigungen der Umwelt unterliegen darüber hinaus Differenzierungen nach sozialen Kriterien. Solche Differenzierungskriterien sind die sogenannten Statusmerkmale (Einkommen, Beruf, Ausbildung) sowie eine unterschiedliche Lebenswelt (Wohn-, Arbeits- und Freizeitsituation), Kriterien, die in wechselseitiger Beziehung stehen. Das Mobilitätsverhalten, das in gewisser Weise das Ergebnis der vorgenannten Differenzierungskriterien ist und als Möglichkeit und Bereitschaft, einer Umweltbelastung auszuweichen, verstanden werden kann, tritt als ein weiteres Unterscheidungsmerkmal hinzu, ebenso das Alter der davon betroffenen Individuen. Soweit diese nur in ihrer Rolle als Marktpartner auftreten, läßt sich aber auch eine Koalition zwischen Umweltschädiger und Umweltgeschädigtem denken; dann nämlich, wenn der Umweltgeschädigte die Erstellung eines schadstoffintensiven Gutes als bedeutend für seine Lebenssituation empfindet. Diese Kriterien einer sozialen Differenzierung führen zur Verzerrung der Wahrnehmung und Bewertung von Umweltbelastungen: Sie stellen sich demnach gruppenspezifisch dar.

- 2) Neben der Verzerrung der Wahrnehmung sind vor allem zeitliche Verzögerungen bei der Erkenntnis einer Umweltbelastung zu beachten. Einerseits besteht ein Erkenntnisproblem bei der Analyse des Zusammenhangs schwächer oder kaum mit dem ökologischen System verbundener ökonomischer Systeme. Hier stellen sich die wichtigsten Informations- und Prognoseaufgaben, und hier ist eine technokratische Beratung berechtigt, weil das politische System eine zu große Distanz zu den beschriebenen Sachverhalten aufweist bzw. ein Zusammenhang im Sinne verborgener Einflußgrößen mangels Information nicht erkennbar wird. Das Informations- und Prognoseproblem besteht andererseits auch im Fall einer engen Verknüpfung zwischen Ökonomie- und Ökologiesystem, jedoch nicht in gleicher Schärfe, weil die erhöhte Merkblichkeit ökologischer Schädigungen das politische System dazu zwingt, von sich aus zur umweltfreundlichen Stabilisierung des ökonomischen Systems zu schreiten, um das eigene Überleben zu sichern.

27. Diese Erkenntnisse können die Grundlage bilden für weitergehende Überlegungen zur Beziehung zwischen unterschiedlichen ökologischen Entwicklungsverläufen und dem politischen System selbst. Ohne Zweifel erfordert ein Schadstoff-Wachstum mit naturgegebenen ökologischen Grenzen mehr Informationen und Prognosen. Hier

werden Experten benötigt, zumal der Öffentlichkeit diese Zusammenhänge nicht bekannt sind. Das Wachstum mit diesen Grenzen in diesem Sinne führt somit zwangsläufig zu einer stärker technokratisch beeinflussten Willensbildung. Im Fall eines von der Ökonomie stark geprägten und mit ihr korrelierten Schadstoff-Wachstums ist der Informationsmangel nicht so gravierend, weil die Zusammenhänge einsichtig sind. Hier kommt daher ein politischer Prozeß zustande, bei dem sich das Vorgehen als "inkremental" beschreiben läßt. Der diesem Modell entsprechende Prozeß führt zu den Konzepten breiter bürgerschaftlicher Beteiligung an der Willensbildung und Zielfindung.

28. Ein enger Zusammenhang besteht weiter zwischen den verschiedenen Ebenen der Umweltpolitik. Grundsätzlich ist festzuhalten, daß die typischen Entwicklungsverläufe für alle föderalen Ebenen gelten. Umweltbelastungen werden indessen im lokalen Bereich immer besonders spürbar, in dem Sektor also, der die Einstellung der Bürger zur Umwelt und ihrer jeweiligen Beschaffenheit zunächst bestimmt. Vornehmlich im kommunalen Bereich entwickelt sich vielfach ein Widerspruch zwischen dem Ziel der Wirtschaftsförderung und dem Ziel der Erhaltung einer gesunden Umwelt. Das kommunale Einnahmensystem - vor allem die Gewerbesteuer - führt zur Vorherrschaft der Wirtschaftsförderung und damit zur Vernachlässigung des Umweltschutzzieles (EWRINGMANN & ZIMMERMANN, 1973).

Gerade im kommunalen Bereich ist es am ehesten möglich, Umweltschutzkosten in Form von Verzichten bei der Realisierung anderer Ziele zu erfassen (siehe 5.2). Stadtverwaltung und Bürgerschaft stehen hier ganz konkret vor der Alternative, ob sie beispielsweise die noch verfügbaren Mittel zum Bau der dringend benötigten Kläranlage oder für ein neues Gemeindezentrum verwenden; oder ob sie dem umweltbelastenden Industriebetrieb X die Ansiedlung verweigern, obwohl die von ihm zu zahlende Gewerbesteuer die Einrichtung eines neuen Sportplatzes erlaubt.

29. Die Sichtbarkeit der materiellen Auswirkungen der Umweltschutzkosten und die Durchsichtigkeit der hier bestehenden Zielkonflikte ermöglicht auf kommunaler Ebene eine breite politische Willensbildung über Fragen der Umweltplanung. Das grundsätzliche Problem, dem man bei der Produktion öffentlicher Güter gegenübersteht - die Hoffnung nämlich, in den Genuß des Gutes zu kommen, ohne dafür bezahlen zu müssen (free-rider-Problem) - stellt sich freilich auch hier. Zum einen besteht es innerhalb der Bevölkerung, zum andern interkommunal nach dem Motto, daß die beste Müllverbrennungsanlage die ist, die in der Nachbargemeinde liegt und die man ohne Immissionsbelastung mitbenutzen kann.

30. Nach alledem ist die Problematik der Zielfindung im Zusammenwirken von Politik, wissenschaftlicher Beratung, Wahrnehmung und individuellem Verhalten zur Erstellung des "öffentlichen Gutes" Umweltqualität wie folgt aufzugliedern: Der Bereich der Umweltschädigung durch negative Auswirkungen von Produktion und Konsum umfaßt einen oberhalb der Wahrnehmungsschwelle einer breiten Öffentlichkeit liegenden Teilbereich und einen Teilbereich unterhalb dieser Wahrnehmungsschwelle. Der Wahrnehmungsbereich läßt sich weiterhin aufteilen in einen Sektor der Reaktion durch Betroffenheit, in dem sich der Einzelne engagiert und an den Kosten für die Verhinderung oder Be-

seitigung des Schadens beteiligt und in einen "free-rider-Sektor", in dem der Einzelne zwar das öffentliche Übel erkennt, aber nicht zum Engagement oder zur Kostenbeteiligung bereit ist. Beispiele für Betroffenheit und persönliches Engagement lassen sich vor allem im Bereich Kindergärten und Kinderspielplätze finden, während Müll- und Abwasserprobleme gewöhnlich in den free-rider-Sektor fallen.

31. Geht man aus von einer allgemeinen Norm - bürger-schaftliche Willensbildung so weit wie möglich, technokratische Willensbildung so weit wie nötig - dann ist politische Beteiligung uneingeschränkt sinnvoll und notwendig innerhalb des Betroffenheitssektors. Sie entwickelt sich hier aus eigenem Antrieb in geregelter Form, wenn das politische System dazu Wege vorbereitet und öffnet, unregelt, wenn solche Wege nicht existieren. Im Bereich des (noch) nicht Betroffenseins ist die Mitwirkung der Bürger ebenfalls sinnvoll; sie kann über den Weg umweltbezogener Information durch Experten Betroffenheit und damit Bereitschaft zum Engagement auslösen. Hier sollte sich die Öffentlichkeitsarbeit als geeigneter Ansatz für einen Prozeß bürger-schaftlicher Willensbildung und Zielfindung ausweisen. Erst die umfassende Beteiligung des Bürgers an der Umweltplanung und an den Diskussionen über die dabei aufbrechenden Zielkonflikte eröffnet die Chance einer mehrheitlichen Zustimmung zu materiellen Einschränkungen zugunsten des Konsumgutes "Lebensqualität". Der unterhalb der Wahrnehmungsschwelle liegende Bereich von Umweltschäden entzieht sich als einziger einem unmittelbaren partizipativen Ansatz, da eine "Betroffenheit" naturgemäß nicht vorliegen kann; nur hier ist eine rein expertokratische Willensbildung und Zielfindung legitim und auch dies nur so lange, wie Bedürfnis-, Interessen- und Wahrnehmungsstrukturen die Manifestation und Artikulation von Betroffenheit behindern.

2.3 Allgemeine Zielvorstellungen des Umweltgutachtens

2.3.1 Zielaspekte eines umweltpolitischen Programms

32. Die umweltpolitische Gesamtzielvorstellung ist global als "Erhaltung und Verbesserung der Umweltqualität" beschrieben worden. Im Einzelnen umfaßt dies das Verfolgen bestimmter Qualitätsziele in den verschiedenen Umweltbereichen. Qualitätsziele beschränken sich zwar nicht auf Umweltmedien (Luft, Wasser einschließlich aquatischer Ökosysteme, Boden mit den entsprechenden Ökosystemen), lassen sich hier jedoch am leichtesten operationalisieren. In anderen Bereichen - so z.B. bei der Abfallbeseitigung - werden die Qualitätsziele aus den für das jeweilige Medium geltenden Zielvorstellungen abgeleitet.

Umweltbelastungen treten bei der Nutzung einzelner Elemente der "natürlichen" und "gebauten" Umwelt auf. Dementsprechend sind Qualitätsziele nutzungsorientiert zu formulieren. Je nach Nutzungsart und -intensität sind u. U. unterschiedliche Anforderungen an die Umweltqualität zu stellen. Dies schließt jedoch nicht die Festlegung einheitlicher Mindestqualitätsstandards aus, die zumindest

durch die Grenzwerte einer nachweisbaren Gefährdung der Gesundheit definiert sein müssen. Die umweltpolitischen Zielsetzungen greifen jedoch über diese Minimalziele hinaus, vor allem dort, wo besonders immissionsempfindliche Umweltnutzungen geschützt werden müssen (Erholungsgebiete, etc.).

33. Umweltqualitätsziele lassen sich zwar nur in Einzelbereichen unmittelbar operationalisieren. Gleichwohl sollten sie nicht isoliert voneinander festgelegt werden, weil sonst unerwünschte Substitutionseffekte zwischen den Einzelbereichen und -belastungen nicht auszuschließen sind. Das isolierte Festlegen von Teilzielen wirft zudem die Gefahr von Belastungsverschiebungen auf, die räumlich und sektoral wirksam werden können. Die Kenntnis dieser grundlegenden Wechselwirkungen wäre die Voraussetzung für die Formulierung eines umfassenden umweltpolitischen Zielsystems. Ein solches Zielsystem scheidet jedoch wegen seines nicht zu deckenden Informationsbedarfs als Orientierung für die praktische Umweltpolitik aus. Um die erwähnten Gefahren eines punktuellen Vorgehens einzuschränken, sollten die Anforderungen an Teilziele deshalb schrittweise aufeinander abgestimmt werden.

34. Eine besondere Wechselwirkung innerhalb des Umweltsystems wird im Zusammenwirken "natürlicher" und "gebauter" Umweltelemente sichtbar. Die gebaute Umwelt schafft mit der Gestaltung von "Mikroumweltbereichen" einerseits einen begrenzten Schutz gegenüber äußeren Umweltbelastungen (z. B. Lärm). Neben dieser defensiven Pufferfunktion gewinnt sie aber auch eine Bedeutung als gestaltendes Element. Ihre räumliche Struktur (Siedlungsstruktur) hat zudem einen direkten Einfluß auf das Ausmaß der gesamten Immissionsbelastung (z. B. durch die Ausweitung des Verkehrsbedarfs). Dagegen besteht die Ausgleichsfunktion des Naturschutzes gegenüber Immissionsbelastungen darin, daß er Ausgleichsräume für Erholungszwecke sichert. "Nutzungsorientierte Qualitätsziele" - das bedeutet hier: ausreichendes Angebot und Vielfalt natürlicher Ökosysteme in geringer Zeitentfernung von den räumlichen Schwerpunkten der Umweltbelastung. Auch hier gewinnt die Gestaltungsfunktion Bedeutung gegenüber dem primär defensiven Charakter medienorientierter Qualitätsziele.

35. Um die skizzierten Qualitätsziele zu erreichen, werden bestimmte Unterziele der Umweltpolitik festgelegt, denen damit konventionell der Charakter eines Mittels zukommt. Aus den Wechselbeziehungen zwischen einzelnen Umweltbelastungen und -bereichen folgt die Notwendigkeit einer integrierten, langfristigen Planung, die möglichst intermediär sein und geeignete Umweltplanungsregionen umfassen sollte. Planungsregionen, die in der Regel die bestehenden administrativen und politischen Grenzen sprengen.

Besondere Probleme wirft dieses Planungsziel bei der nationalen und internationalen Koordination auf. In beiden Fällen geht es dabei nur teilweise um gleiche Qualitätsziele, weil unterschiedliche Prioritäten in den betreffenden Regionen wirksam sind. Die hier noch bestehenden Unterschiede sollten jedoch durch eine gemeinsame Erarbeitung von Qualitätszielen und Minimumstandards harmonisiert werden. Damit und durch gemeinsame Strategien der Zielerreichung ließen sich unerwünschte Verzerrungen der

Wettbewerbsbedingungen in Grenzen halten. Dieser Grundsatz bezieht sich insbesondere auf die gemeinsame Anwendung des Verursacherprinzips, das gegenüber dem Gemeinlastprinzip (siehe 5.1) als alternative Strategie zur Durchsetzung umweltfreundlicher Technologien institutionalisiert werden kann.

Das Verursacherprinzip als instrumentelles umweltpolitisches Ziel.

36. Das Verursacherprinzip hat inzwischen weitgehend in die erklärte nationale und internationale Umweltpolitik Eingang gefunden (Umweltprogramm der Bundesregierung, OECD - "Guiding Principles", EG-Aktionsprogramm). Das umweltpolitische Verursacherprinzip orientiert sich grundsätzlich am Leitbild eines funktionsfähigen marktwirtschaftlichen Systems, das auf dem Prinzip einer individuellen Abgeltung realer Leistungen beruht und die Fixierung der Rahmenbedingungen entsprechender Austauschbeziehungen verlangt. Dem entspricht als gemeinsamer Zweck der am Verursacherprinzip orientierten umweltpolitischen Regelungen, die traditionell als "freie Güter" behandelten, unentgeltlich zur Verfügung gestellten Umweltressourcen aufgrund ihrer wirtschaftlichen Knappheit in diesen einzelwirtschaftlichen Bewertungsprozeß einzubeziehen. Durch die Bewertung bislang nicht entgolteener Umweltnutzungen in den einzelwirtschaftlichen Entscheidungen soll bestehenden Verzerrungen der gesamtwirtschaftlichen Produktions-, Preis- und Standortstruktur entgegengewirkt werden. Zweck einer Anwendung des Verursacherprinzips ist somit eine verbesserte Faktorallokation, d. h. eine bessere ökonomische Steuerung des Einsatzes wirtschaftlich knapper Ressourcen unter Einfluß der Umweltressourcen.

Der angestrebte Allokationseffekt am Verursacherprinzip orientierter Lösungen wird über Verschiebungen der Kosten- und Güterpreisstruktur wirksam: Wegen der unterschiedlichen Umweltintensität einzelner Produktionen und Produktionsverfahren wird die ökonomische Verknappung der Umweltressourcen derart in einzelwirtschaftliche Kosten- bzw. Preissignale übersetzt, daß umweltintensive Produkte und Produktionsverfahren relativ teurer werden. Hiermit wird zweierlei erreicht:

1) Anpassung der Nachfrage:

Bei fühlbarer Verschiebung der Güterpreisstruktur werden die Konsumenten, sofern Substitutionsmöglichkeiten bestehen, verstärkt weniger umweltintensive Produkte nachfragen. Produkte mit hoher Umweltintensität werden dagegen relativ vermindert nachgefragt.

2) Anpassung des Angebots:

Durch die Vertheuerung von Umweltnutzungen wird eine Verlagerung auf weniger umweltintensive Produkte und Verfahren gefördert: es entstehen Anreize, Möglichkeiten einer Senkung der Produktionskosten durch Vermeidung bestimmter Umweltbelastungen auszuschöpfen. Damit wird zugleich die ständige Weiterentwicklung des "Standes der Technik" (siehe dazu 5.1) gefördert.

37. Die primär ökonomische Begründung des Verursacherprinzips drückt sich in seiner Steuerungsfunktion aus. Mit dieser funktionalen Begründung überschreitet es zu-

gleich engere juristische Interpretationen, die an zivilrechtlichen Haftungsgrundsätzen anknüpfen. Zwar schließt das Verursacherprinzip Schadensersatzpflichten nicht notwendig aus; die Anwendung der zivilrechtlichen Haftung (z. B. als Gefährdungshaftung) ist jedoch als ergänzendes Mittel lediglich unter speziellen Voraussetzungen erfolgversprechend (REHBINDER, 1973). Sie wird einer Vielzahl faktischer Umweltsituationen nicht gerecht. Weiterreichende sozial-ethische Interpretationen verkennen den instrumentellen Charakter des Verursacherprinzips und führen damit u. U. zu einer Gefährdung der Wirksamkeit umweltpolitischer Entscheidungen. Dem entspricht auch die Auffassung der Bundesregierung, die das Verursacherprinzip als "Kostenzurechnungsprinzip" versteht. Die Frage, wer "Verursacher" innerhalb einer ökonomischen Kausalbeziehung ist, ist primär eine Frage der ökonomischen Effizienz, nicht dagegen der sozial-ethischen Verantwortung. Der optimale Anlastungspunkt einer Maßnahme wird sich dementsprechend z. B. daran orientieren, wie man mit möglichst geringen Kosten bestimmte Ziele erreichen kann. Diese Orientierung macht vielfach eine ökonomische Steuerung in der Produktionsphase auch bei jenen Umweltbelastungen erforderlich, die erst infolge der Produktanwendung auftreten. (Beispiele für die Notwendigkeit einer solchen Strategie sind schwer zu beseitigende Verpackungsmaterialien, Waschmittel sowie Konsumgüter, deren Gebrauch bzw. Vernichtung mit der Freisetzung von Schadstoffen verbunden ist.)

38. Infolge der traditionellen Behandlung der Umweltgüter als "freie", d. h. unbegrenzt und unentgeltlich verfügbare Güter, bestand eine systematische Tendenz zur extensiven Umweltnutzung mit der Folge zunehmender Umweltbelastungen. Diese schlagen sich in Form "sozialer Zusatzkosten" nieder, die im Gegensatz zu den "privaten Kosten" nicht den sie verursachenden Wirtschaftseinheiten, sondern Dritten oder der Allgemeinheit entstehen. Sie umfassen sämtliche Folgelasten, die aus realisierten Schäden (Schadenskosten) und den Kosten für private Ausweichmaßnahmen (Ausweichkosten) bestehen. Dabei schlagen sich die Schadenskosten nur zu einem Bruchteil in betriebswirtschaftlichen Kostengrößen nieder. Da Umweltqualität vorwiegend ein Konsumgut darstellt, dominieren Verminderungen der Nutzungsmöglichkeiten im Konsumbereich. Der Versuch, diese Kosten der alternativen Verwendung zu erfassen, stößt indessen auf erhebliche Schwierigkeiten.

39. Unter Allokationsgesichtspunkten optimal wäre eine volle "Internalisierung" dieser externen Kosten durch eine Schadensabgabe¹⁾. Hiermit würden sämtliche umweltspezifischen Folgekosten in das Entscheidungskalkül der Wirtschaftssubjekte einbezogen und damit ein optimaler Umweltschutz erzielt. Nicht nur die wirtschaftlichen Vorteile der Umweltbelastung (wie bisher), sondern auch deren Nachteile würden entscheidungsintern; eine Kosten/Nutzen-Abwägung könnte nun dem privatwirtschaftlichen Entscheidungsbereich überlassen werden. Auch gegenüber konkurrierenden wirtschaftlichen Zielsetzungen würde nunmehr ein optimaler Umweltschutz ermöglicht.

Diese Internalisierungslösung scheidet indessen an den Problemen der Erfassung, Zurechnung und Bewertung ex-

¹⁾Zweck einer Schadensabgabe wäre die Anlastung der marginalen sozialen Zusatzkosten. Insoweit zusätzliche Schadenskosten durch öffentliche Fehlplanungen entstehen, dürften sie den Privaten nicht angelastet werden. Insoweit ist der Einsatz der Raumplanung komplementär zum Verursacherprinzip.

terner Kosten. Als nachträgliches Instrument wäre sie zudem insofern unzureichend, als eine Abgeltung realisierter Schäden dynamische Probleme der Schadensentstehung und -vermeidung zwangsläufig vernachlässigt (JÜRGENSEN & JAESCHKE, 1971). Vorzuziehen wäre stattdessen eine prophylaktische Lösung, die – wie z. B. emissionsbezogene Abgaben (vgl. hierzu auch die geplante Abwasserabgabe) – anstelle der Ist-Schäden bereits an den Schadensrisiken anknüpft.

40. Aus diesen Gründen ist die "idealtypische" klassische Version des Verursacherprinzips weder vollständig noch praktikabel. Anstelle einer Schadensabgabe, die auf eine umfassende Optimierung gerichtet ist, bieten sich verschiedene Instrumente an, die die grundlegende ökonomische Steuerungsfunktion (vgl. 5.1) erfüllen. Zweck dieser Lösungen ist die kostenminimierende Erfüllung gegebener, d. h. nunmehr politisch fixierter Umweltqualitätsstandards. Zur Durchsetzung eines so erweiterten Verursacherprinzips kommen prinzipiell sämtliche Lösungen in Betracht, die über eine gezielte Verschiebung der Kosten- und Güterpreisstruktur (Verteuerung umweltintensiver Produkte) ökonomisch erwünschte Allokationseffekte haben (Versteigerung von Lizenzen, Abgaben, Auflagen, Kombinationsmöglichkeiten). Welches dieser Instrumente im Einzelfall den Vorzug verdient, hängt von der Erfüllung unterschiedlicher Kriterien ab (siehe 5.1).

41. Dagegen widersprechen Subventionen zunächst dem Verursacherprinzip; sie können aber in Ausnahmefällen begründet sein, in denen übergeordnete Prioritäten konkurrierender Ziele zu beachten sind¹⁾. Zur Verminderung von Anpassungsschwierigkeiten wäre dann einer offenen Subventionierung als Übergangsregelung eine zeitliche Abgaben- oder Auflagenstaffelung vorzuziehen. Die weitgehende Orientierung an Folgekostengesichtspunkten spricht dabei für eine regionale Abgabendifferenzierung (vgl. auch Sondergutachten zur Abwasserabgabe, 1974) im Rahmen eines Systems bundeseinheitlicher Mindestabgaben. Die zusätzliche Standortlenkungsfunktion regional differenzierter Abgaben läßt jedoch raumplanerische Maßnahmen keineswegs überflüssig erscheinen (LÄMMEL, 1974).

2.3.2 Die Einordnung umweltpolitischer Ziele in die Gesamtpolitik

42. Die Verfolgung umweltpolitischer Ziele hat ihrerseits Nebenwirkungen auf die Zielerfüllung in anderen politischen Aktionsfeldern. Dabei sind positive wie negative Zielbeziehungen vorstellbar. Diese Nebenwirkungen sollten möglichst frühzeitig in die umweltpolitischen Entscheidungen einbezogen werden, um deren Erfolgchancen gegenüber konkurrierenden Zielen zu wahren. Die folgenden Ausführungen beschränken sich auf einige Zielkonflikte, die an Beispielen dargestellt werden (siehe hierzu auch 5.2).

43. Zielkonflikte der Umweltpolitik gegenüber anderen gesellschafts- und wirtschaftspolitischen Zielsetzungen kön-

nen einerseits im Zusammenhang mit der generellen umweltpolitischen Zielsetzung, andererseits im speziellen Zusammenhang mit einzelnen instrumentellen Zielsetzungen auftreten. Zunächst besteht ein grundsätzlicher Zielkonflikt zwischen einer wirksamen Verbesserung der Umweltqualität und der Maximierung materieller Konsumziele. Eine Verbesserung der Umweltqualität geht bei nicht vermehrbaren Ressourcen zwangsläufig zu Lasten des materiellen Konsums, da Ressourcen im Umweltschutz gebunden werden und bei voller Auslastung der Produktionsmöglichkeiten entsprechende Einsparungen an Ressourcen in anderen Bereichen erfordern.

Dieser durch die Notwendigkeit realwirtschaftlicher Umlenkungsprozesse begründete Zielkonflikt stellt sich in der Realität indessen weniger hart dar, sofern im Zeitablauf die gesamtwirtschaftlichen Produktionsmöglichkeiten selbst expandieren. Durch weitgehende Ausnutzung möglicher Produktivitätssteigerungen läßt sich dieser Zielkonflikt stark reduzieren und wirkt sich dann nur noch in einer Verminderung der Zuwachsraten des materiellen Wohlstandsniveaus aus. Aus dem dargestellten Zusammenhang folgt außerdem, daß das Verfolgen umweltpolitischer Ziele keineswegs in einem generellen Konflikt mit dem Ziel der Erhaltung eines angemessenen Wirtschaftswachstums (§ 1 StWG) steht. Politisch werden diesbezüglich sogar Komplementaritäten sichtbar.

44. Umweltschutz bedeutet zunächst lediglich, daß materielle Konsumziele gegenüber immateriellen Konsumzielen zurücktreten. Dies ist lediglich ein Struktureffekt. Der Gesamtkonsum wird nicht notwendig beeinträchtigt, da er einerseits in zunehmendem Maße wenig umweltintensive Dienstleistungen umfaßt, zum anderen die Umwelt selbst ein Konsumgut von zunehmender Bedeutung darstellt. Weil Umweltnutzung bislang nur ungenügend bewertet wurde, wird dieser Umweltkonsum im Sozialprodukt als Wohlstandsindikator allerdings kaum sichtbar. Andererseits schlägt sich die zunehmende Bedeutung von Umweltschutzmaßnahmen in diesem Indikator in der Form einer wachsenden Wertschöpfung bestimmter "Umweltindustrien" nieder (z. B. Apparatebau). Wieder einmal zeigt sich, daß das Bruttosozialprodukt kein zuverlässiger Wohlstandsindikator ist. Da Umweltressourcen sowohl unmittelbar Konsumnutzungen abgeben als auch einen Produktionsfaktor darstellen, wird das gesamte Produktionspotential durch den Umweltschutz nicht notwendig geschmälert. Insgesamt zeigt sich, daß die Beurteilung des Zielkonflikts zwischen Umweltschutz und Wirtschaftswachstum bereits durch die Wahl des operationalisierten Wachstumsindikators bestimmt wird. Auch die Forderung eines "qualitativen Wirtschaftswachstums" ist in diesem Sinne zu verstehen.

45. Zielkonflikte aus dem dargestellten realwirtschaftlichen Umlenkungsprozeß äußern sich dagegen deutlich in den mehr kurzfristigen monetären Auswirkungen von Umweltschutzmaßnahmen. Da kurzfristig Ressourcen aus dem Bereich der materiellen Konsumgüterproduktion abgezweigt werden, treten Konflikte auf insbesondere gegenüber dem Ziel der Preisniveaustabilität (§ 1 StWG). Bei Leistungsbilanzüberschüssen ist darüber hinaus eine Verletzung des Ziels der Erhaltung des außerwirtschaftlichen Gleichgewichts möglich. Umweltschutzmaßnahmen und Vollbeschäftigung treten dagegen allenfalls auf regionaler Ebene u. U. in Konflikt; dieser kann aber durch finanzielle Ausgleichsmaßnahmen weitgehend aufgefangen werden.

¹⁾ Von "Subventionen" streng zu unterscheiden wären Rückvergütungen aufgrund von "Negativ-Emissionen", d. h. Reinigung des Umweltmediums über den Ursprungszustand hinaus (Beisp. Wasser).

46. Wenn eine mögliche Gefährdung gesamtwirtschaftlicher Ziele unerwünscht ist, so sind die aus der Anwendung des Verursacherprinzips folgenden Struktureffekte durchaus beabsichtigt. Dies schließt auch die notwendige Stilllegung einzelner bereits nahezu unrentabler Grenzbetriebe ein. Der Struktureffekt bezieht sich insbesondere auf die räumliche Dimension; er macht natürliche Standortfaktoren sichtbar. Die sektoralen Auswirkungen einer Verteuerung umweltintensiver Produkte sind ebenfalls erwünscht. Demgegenüber lassen sich — unerwünschte — Zielkonflikte einer Anwendung des Verursacherprinzips mit personellen verteilungspolitischen Zielsetzungen nicht ausschließen.

47. Die verteilungspolitische Zielsetzung erstrebt eine gleichmäßigere Einkommens- und Vermögensverteilung. Die Anwendung des Verursacherprinzips hat nun Verteilungswirkungen z. B. bei der Erhebung von Emissionsabgaben (z. B. nach dem Abwasserabgabengesetz). Dieser Verteilungseffekt setzt sich zusammen aus den Entzugs- und Outputeffekten der genannten Abgaben. Die Inzidenz von Emissionsabgaben ist noch nicht ausreichend bekannt; es kann jedoch vereinfachend angenommen werden, daß ihre Entzugswirkungen den Verteilungseffekten von Verbrauchsteuern ähneln. Damit steht fest, daß infolge der Abgabenerhebung tendenziell Verteilungswirkungen zu Lasten unterer Einkommenschichten (regressive Effekte) eintreten, die sich gegen eine gleichmäßigere Einkommens- und Vermögensverteilung richten. Eine Beurteilung der Verteilungseffekte von Emissionsabgaben setzt jedoch voraus, daß diesen Entzugswirkungen die Verteilungswirkungen der Abgabenverwendung gegenübergestellt werden. Diese kommen in einer erhöhten Umweltqualität zum Ausdruck. Hieraus ist nun insofern eine positive Verteilungswirkung zu erwarten, als die auf solche Weise geförderte Umwelt vor allem den einkommensschwachen Schichten zugute kommt — weil die höheren Einkommenschichten der vorgefundenen Umweltbelastung durch Wohnungswechsel usw. bereits in höherem Maße ausgewichen sind.

Der gesamte Verteilungseffekt der beschriebenen umweltpolitischen Abgabenlösungen bleibt freilich solange unbestimmt, als keine genaueren Aussagen über die Inzidenz des Steuersystems und die Verteilung des Gutes "Umweltqualität" bekannt sind. Untersuchungen für die USA (Council of Environmental Quality, 1973) führten unter den dortigen Bedingungen zu dem Ergebnis, daß die Anwendung des Verursacherprinzips leicht regressive Verteilungswirkungen nach sich zieht. Die dort beobachtete Tatsache, daß die positiven Verteilungswirkungen der Aufkommensverwendung durch negative Effekte überkompensiert werden, läßt sich indessen nicht ungeprüft auf die Verhältnisse in anderen Volkswirtschaften übertragen.

48. Sind einmal entsprechende Zielkonflikte festgestellt, werden flankierende Maßnahmen erforderlich, um unerwünschte Nebeneffekte zu vermeiden. Eventuellen unsozialen Verteilungswirkungen sollte durch verteilungspolitisch gezielte Transferzahlungen begegnet werden. Die Notwendigkeit ergänzender Maßnahmen hebt das Verursacherprinzip indessen nicht auf: Erwünschte Allokationseffekte, die sich in einer Veränderung der Kosten- und Güterpreisstruktur ausprägen, können und sollten trotz dieser flankierenden Maßnahmen möglichst weitgehend erhalten bleiben.

49. Aber nicht nur die Anwendung des Verursacherprinzips, auch eine integrierte langfristige Umweltplanung kann u. U. zu Konflikten mit anderen gesellschaftspolitischen Zielsetzungen führen. So erscheint eine Gefährdung des Ziels einer möglichst weitgehenden Mitwirkung der Planungsbetroffenen möglich, wenn auch keineswegs notwendig. Zielkonflikte entstehen hier nur bei falscher Einschätzung der Interessenlage der Betroffenen bzw. wenn deren Vertreter nicht den gesamten Planungsraum repräsentieren. Ansonsten sind gerade regionale Umweltplanungen exemplarisch geeignet für eine möglichst breite und wirkungsvolle Mitbestimmung.

3 GRUNDBEREICHE DER UMWELTPOLITIK

3.1 Luft

3.1.1 Ziele der Luftreinhaltung

50. Erstes Ziel ist die Sicherung einer Luftgüte, die sich primär an der menschlichen Gesundheit und dem Wohlbefinden des Menschen orientiert. Eine Schädigung der Gesundheit des Menschen, insbesondere der von Kindern, Alten und Kranken muß selbst bei langfristiger Einwirkung vermieden werden. Zur Gesundheit des Menschen gehört auch das Wohlbefinden des Menschen, das von seiner biologischen (Tiere, Pflanzen, Landschaft u. a.) und materiellen (Sachgüter, Wohnung, Wohngebiete u. a.) Umwelt mitbestimmt wird. Ebenso ist sicherzustellen, daß durch Luftverunreinigungen keine nachhaltige Störung der Umwelt in ihrer ökologischen Leistungsfähigkeit eintritt, die z. B. als Folge weiträumiger Vernichtung der Vegetation zu einer negativen Rückwirkung auf die Luftgüte führt.

3.1.2 Instrumente

51. Die bisher zersplitterte Gesetzgebung (GewO, Länderimmissionsschutzgesetze, StVO, StVZO, Planungsrecht usw.) wird durch das Bundesimmissionsschutzgesetz, das am 18. 1. 1974 vom Deutschen Bundestag verabschiedet wurde, weitgehend vereinheitlicht. Das neue Gesetz erweitert die Kompetenzen der Bundesregierung und des zuständigen Ministers. Die damit geschaffenen Möglichkeiten einer zentralen Planung der Maßnahmen gegen die Luftverunreinigung (wie des Umweltschutzes überhaupt), z. B. im Planungsrecht und Verkehrsrecht, sollten möglichst umgehend und weitreichend genutzt werden.

3.1.3 Strategien

52. Die in der Bundesrepublik Deutschland praktizierte Strategie zur Erreichung bzw. Erhaltung einer bestimmten Luftgüte beruht auf zwei zunächst unabhängig voneinander wirkenden Prinzipien.

3.1.3.1 Immissionsgrenzwerte

53. Mit der Festlegung von Immissionsgrenzwerten soll verhindert werden, daß unabhängig von der bereits bestehenden Emissionssituation tolerierbare Werte der Immissionsbelastung durch Ansiedlung neuer Emittenten überschritten werden. Dies gilt natürlich nur insoweit, wie sich die Immissionsbelastung aus der vorhandenen und zu erwartenden Emission eindeutig ableiten läßt. Da die Luftverunreinigung zugleich aber auch wesentlich durch meteorologische Einflußgrößen mitbestimmt wird, die ihrerseits nicht langfristig prognostizierbar sind, wird dieser Teil des Maßnahmensystems zur Luftreinhaltung ergänzt durch ein Alarmsystem, das bei Überschreiten von besonderen Alarmschwellenwerten, die im allgemeinen über den Immissionsgrenzwerten liegen, Sofortmaßnahmen an den

wichtigsten Emissionsquellen einleitet. In den Fällen, in denen mit Rücksicht auf die vorhandene Situation die gewünschten Immissions-Grenzwerte noch nicht einzuhalten sind, sollen vorläufige Standards erstellt werden unter gleichzeitiger Festlegung der später zu erreichenden Zielwerte (Beispiel: Belastung der Atemluft mit krebserregenden Stoffen — 3,4 Benzopyren —, die nicht von heute auf morgen zu beseitigen sind).

3.1.3.2 Emissionsgrenzwerte

54. Mit der Festlegung von Emissionsgrenzwerten, die sich im wesentlichen am Stand der Technik orientieren, aber auch die spezifische Wirksamkeit der ausgeworfenen Komponente mit berücksichtigen, wird der Einsatz aller technisch möglichen und wirtschaftlich überhaupt vertretbaren Mittel (im Rahmen der Verhältnismäßigkeit der Aufwendungen zu den damit erzielten Erfolgen) zur Emissionsverminderung in jedem Einzelfall und unabhängig von der jeweiligen Immissionssituation sichergestellt. Dies bedeutet, daß Immissionsschutzmaßnahmen auch in niedrig belasteten Gebieten optimal Anwendung finden. Der "Stand der Technik" erhält daher als Maßstab der Emissionsbegrenzung eine zentrale Bedeutung im Immissionsschutzgesetz. Andererseits sind damit die Emissionsgrenzwerte einer ständigen Weiterentwicklung unterworfen, die sich an der Fortentwicklung des Standes der Technik für Produktions- und Reinigungsverfahren orientiert. Die Arbeiten an der Schaffung "Allgemein anerkannter Regeln der Technik" und die Entwicklung vereinfachter Verfahren zur schnellen Einführung dieser Regeln in die Verwaltungspraxis sind zu unterstützen (BOISSEREE, K. 1972; HERSCHEL, W. 1972). Hierzu gehören z. B. die "VDI-Richtlinien zur Reinhaltung der Luft" (SCHWARZ, K. 1972). Mit diesem Verfahren wird eine schnelle Anpassung des Standards an den sich weiterentwickelnden Stand der Technik und Wissenschaft gesichert. Auch hier sind neben vorläufigen Standards Zielwerte festzulegen, wenn z. Z. noch keine befriedigenden Emissionseinschränkungen möglich sind.

Das hier unter 3.1.3.1 und 3.1.3.2 dargestellte "doppelt greifende" Maßnahmesystem hat internationale Geltung (PERSON, G.A., 1971). Am konsequentesten angewandt wird es zur Zeit jedoch in der Bundesrepublik Deutschland.

3.1.3.3 Konsequente Anwendung des Vorsorgeprinzips

55. Eine Umweltverträglichkeitsprüfung aller die Luftverschmutzung (die Umwelt überhaupt) tangierenden Gesetze, Verordnungen, Erlasse des Bundes und der Länder ist anzustreben möglichst durch ein von den für die Ausarbeitung verantwortlichen Stellen unabhängiges Gremium. Eine strenge Prüfung aller planerischen Maßnahmen auf ihren Einfluß auf die Luftverschmutzung ist notwendig, wie es das neue Bundesimmissionsschutzgesetz ermöglicht, und zwar von der Landes- und Regionalplanung bis zur Bauleitung. Fehlplanungen haben z. B. heute bereits an vielen Stellen zur unmittelbaren Nachbarschaft von industriellen Großemittenten und Wohngebieten — besonders in den Ballungsgebieten — geführt.

3.1.4 Zielkonflikte

Als Zielkonflikte sind zu beachten:

56. Übergreifen von Maßnahmen zur Luftreinhaltung auf andere Gebiete des Umweltschutzes oder der Sicherheit im negativen Sinne (z. B.: die Verwendung von Naßreinigungsanlagen kann zum Problem der Abführung des verschmutzten Abwassers führen, gegebenenfalls zur Notwendigkeit einer aufwendigen Aufbereitung, um eine unzulässige Gewässerverschmutzung zu vermeiden).

57. Marktwirtschaftliche Nachteile können besonders im internationalen Rahmen auftreten, wenn sich durch verschiedenen hohe Anforderungen an Produktions- und Reinigungsverfahren in verschiedenen produzierenden Ländern beim Export und Import Wettbewerbsverzerrungen ergeben.

In diesem Zusammenhang wurde vom Rat der Europäischen Gemeinschaften im Juli 1973 eine Erklärung über ein Aktionsprogramm der Europäischen Gemeinschaften verabschiedet. (Siehe: Transnationale Aspekte der Umweltpolitik, 6.4 in diesem Gutachten).

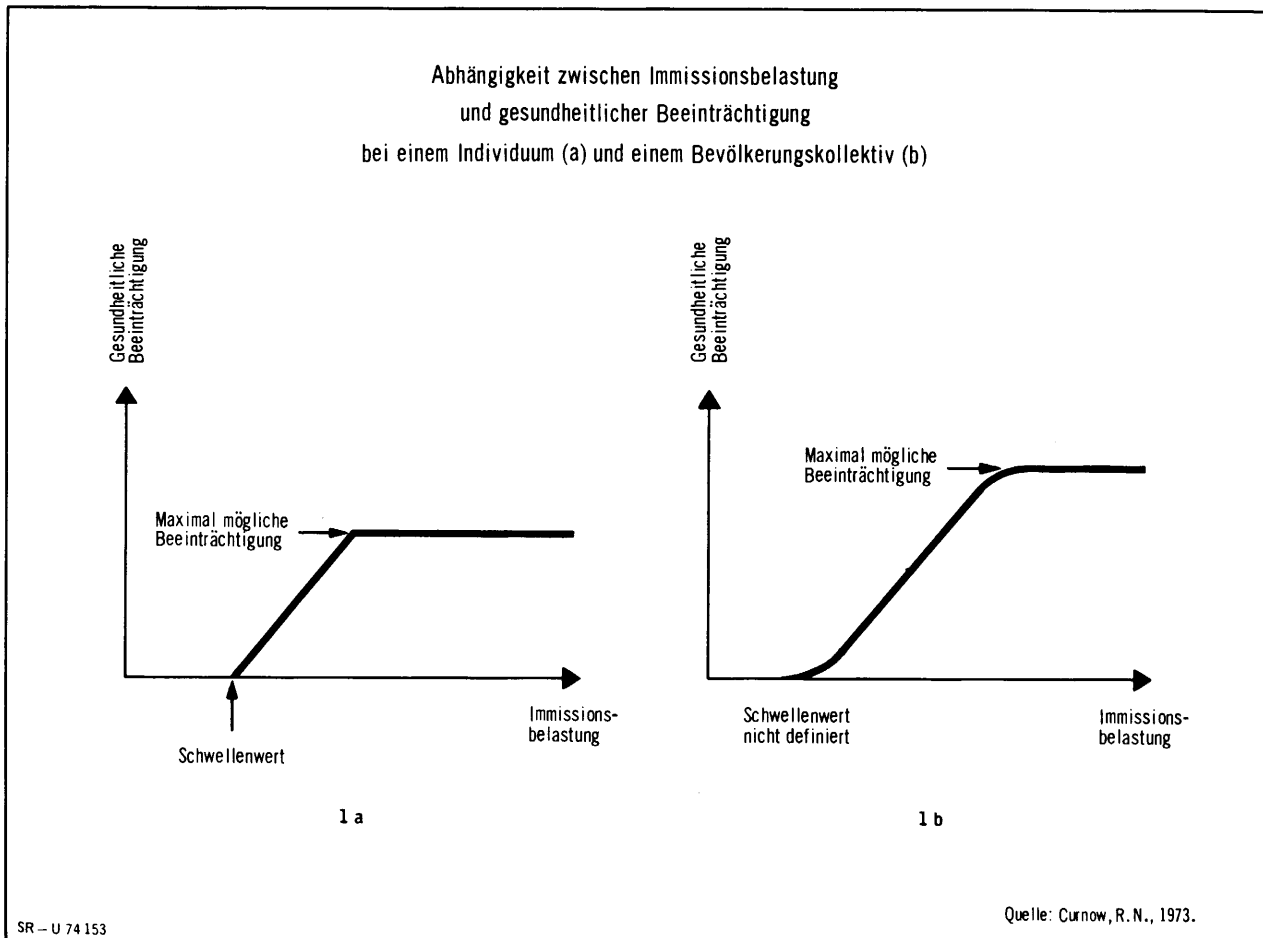
3.1.5 Schwellenwerte (Wirkungskriterien) und Grenzwerte (Standards)

3.1.5.1 Allgemeines

Zunächst ist allgemein näher zu erläutern die Wichtigkeit der Immissionsgrenzwerte und ihre Vorstufen, der Luftqualitätskriterien und Maximalen Immissionswerte (abgekürzt MI-Werte) der VDI-Kommission "Reinhaltung der Luft". Wegen der Bedeutung dieser Werte für den Schutz der Menschen und seiner Umwelt wird in 3.1.5.2 zudem eine Übersicht über die Einwirkung von Luftverunreinigungen auf Mensch, Tiere, Pflanzen und Sachgüter nach dem Stand der heutigen Kenntnisse gegeben.

58. Immissionsgrenzwerte sind – ähnlich wie andere behördliche Normen –, Vorsorgemaßnahmen des Gesetzgebers, das Risiko für eine Beeinträchtigung durch Luftverunreinigungen auf ein bestimmtes Maß zu begrenzen. Voraussetzung für eine sinnvolle und begründete normative Entscheidung ist die Kenntnis der Beziehung zwischen eben diesem Risiko und dem Grad der Luftverunreinigung. Die-

Abb. 1



ser zunächst bewertungsfreie und rein auf wissenschaftlicher Basis ermittelte Zusammenhang wird in Anlehnung an den amerikanischen Begriff "air quality criteria" ("Air Quality Act of 1967") im deutschen als Luftqualitätskriterien (PRINZ, B., STRATMANN, H. 1969) bezeichnet. Im Aktionsprogramm der Kommission der Europäischen Gemeinschaften wird mit ähnlicher Sinnggebung der Begriff Kriterien verwandt ("Aktionsprogramm der Europäischen Gemeinschaften für den Umweltschutz"). An Stelle des Risikos als Wahrscheinlichkeitsmaß für das Eintreten einer nachteiligen Immissionswirkung tritt häufig auch der mittlere Ausprägungsgrad einer bestimmten Wirkung.

59. Mit der Ermittlung von Luftqualitätskriterien sind einige Phänomene verbunden, die von der Öffentlichkeit häufig falsch eingeschätzt werden. Setzt man hypothetisch voraus, daß für nicht-essentielle Immissionskomponenten und bezogen auf einzelne Individuen eine funktionelle Beziehung zwischen gesundheitlicher Beeinträchtigung und dem Grad der Immissionsbelastung entsprechend Abb. 1 a besteht, daß somit die Immissionswirkung erst von einem Schwellenwert der Immissionsbelastung beginnt, so läßt sich andererseits statistisch nachweisen (CURNOW, R. N., 1973), daß die Wirkungsfunktion für ein größeres Bevölkerungs-Kollektiv, das eine natürliche Streubreite des gesamten Reaktionsverhaltens aufweist, eine sigmoidale Gestalt entsprechend Abb. 1 b annimmt. Ähnliches gilt für die Risikofunktion, bei der die maximal mögliche Beeinträchtigung bei 100% betroffener Individuen liegt. Auf einige wichtige Konsequenzen dieser funktionellen Dosis-/Wirkungsbeziehung wird in 3.1.5.2 eingegangen.

60. Die MAXIMALEN IMMISSIONS-WERTE der VDI-Kommission sind Fixpunkte auf der Gesamtskala der Luftqualitätskriterien. Sie stellen ähnlich wie die "Guides" der Weltgesundheitsorganisation (Air Quality Criteria and Guides for Urban Air Pollutants, 1972) wirkungsbezogene, wissenschaftlich begründete und von einem Expertenkomitee vorgeschlagene Schwellenwerte aus medizinischer oder naturwissenschaftlicher Indikation dar. Da sie den Schutz der Gesundheit des Menschen als auch den seiner Umwelt garantieren sollen, bedarf es häufig ihrer Differenzierung, d.h. der Angabe mehrerer Werte für einen Schadstoff. Sie sind demzufolge im wesentlichen als Entscheidungshilfe für die Festsetzung von Immissionsgrenzwerten (Standards) zu verstehen, wobei dem Gesetzgeber bewußt noch eigener Entscheidungsspielraum verbleibt. So wird es im allgemeinen unumgänglich sein, bei der Festsetzung von Immissionsgrenzwerten im Sinne eines Abwägungsprozesses auch Gesichtspunkte der Realisierbarkeit mit zu berücksichtigen.

61. Die Systematik der Maximalen Immissionswerte der VDI-Kommission "Reinhaltung der Luft" ist in Präambel und Definition zu diesem Richtlinienwerk niedergelegt:

Präambel

für die Richtlinien "Maximale Immissions-Werte"
der VDI-Kommission "Reinhaltung der Luft"

1. Die Verunreinigung der Atmosphäre mit Fremdstoffen erfordert eine Festlegung von Immissionsgrenzwerten, um die Allgemeinheit oder Nachbarschaft von Emittenten vor Gefahren, erheblichen Nachteilen oder erheblichen Belästigungen zu schützen.

2. Als Grundlage für die Festlegung von Immissionsgrenzwerten dienen Maximale Immissions-Werte (d.h. Maximale Immissions-Konzentrationen und Maximale Immissions-Raten), die darauf abzielen, eine Gesundheitsschädigung des Menschen, insbesondere auch von Kindern, Alten und Kranken, selbst bei langfristiger Einwirkung zu vermeiden und einen Schutz vor Schädigungen von Tieren, Pflanzen und Sachgütern zu gewährleisten. Die Maximalen Immissions-Werte sind rein wirkungsbezogene, wissenschaftlich begründete und aus praktischen Erfahrungen abgeleitete Werte mit medizinischer oder naturwissenschaftlicher Indikation. Sie berücksichtigen nicht die technische Realisierbarkeit.
3. Eine Gesundheitsschädigung durch Luftverunreinigungen liegt dann vor, wenn durch direkte Einwirkung von Schadstoffen funktionelle und/oder morphologische Veränderungen des menschlichen Organismus eingetreten sind, welche die natürliche Variationsbreite signifikant überschreiten. Eine Gesundheitsschädigung kann aber auch mittelbar über gespeicherte Schadstoffe oder deren Metaboliten in Nutztieren und -pflanzen oder über eine quantitative und qualitative Minderung von Nahrungsstoffen durch Schädigung von Nutztieren und -pflanzen hervorgerufen werden. Zur Gesundheit gehört auch das Wohlbefinden des Menschen, das von seiner biologischen (Tiere, Pflanzen, Landschaft u.a.) und materiellen (Sachgüter, Wohnung, Wohngebiete u.a.) Umwelt mitbestimmt wird.
4. Bei der Festlegung von Maximalen Immissions-Werten eines Stoffes oder einer Stoffkombination ist neben der eigentlich toxischen Wirkung ihrer Kinetik (d.h. Aufnahme, Verteilung, Metabolismus und Ausscheidung), vor allem auch die Möglichkeit der Kumulation von Stoffen oder Wirkungen zu beachten.
5. Für Stoffe, deren karzinogene, kokarzinogene, teratogene oder mutagene Wirkungen gesichert oder wahrscheinlich sind, können, solange wissenschaftlich begründete Werte fehlen, keine Maximalen Immissions-Werte festgesetzt werden. Es müssen deshalb alle Möglichkeiten zur Herabsetzung oder Vermeidung dieser Emissionen ausgenutzt werden.
6. Bei der Festlegung von Maximalen Immissions-Werten kann die Möglichkeit der Entstehung allergischer Reaktionen dann nicht berücksichtigt werden, wenn sie durch Spuren der Stoffe nur bei einzelnen Personen ausgelöst werden.
7. Die Maximalen Immissions-Werte werden allgemein zunächst für die einzelnen luftverunreinigenden Stoffe festgesetzt, obwohl diese in der Regel zusammen mit anderen Komponenten auftreten. Bisher liegen nur in wenigen Fällen quantitativ gesicherte Fakten über Kombinationswirkungen vor. Wo solche schon bekannt sind, werden diese berücksichtigt.
8. Neuartige Emissionen bzw. Immissionen müssen sofort auf ihre Schadwirkung hin untersucht werden, um alsbald Maximale Immissions-Werte festsetzen zu können.

Definition

für die Richtlinien "Maximale Immissions-Werte"
der VDI-Kommission "Reinhaltung der Luft"

1. Maximale Immissions-Werte können durch Maximale Immissions-Konzentrationen (MIK) und/oder Maximale Immissions-Raten (MIR) ausgedrückt werden.
2. Als Maximale Immissions-Konzentrationen und Maximale Immissions-Raten werden diejenigen Konzentrationen und Raten aller festen, flüssigen und gasförmigen Luftverunreinigungen bezeichnet, unterhalb derer nach dem heutigen Wissensstand Mensch, Tier, Pflanze und Sachgüter nach Maßgabe der Präambel geschützt sind.
3. Angaben über Immissions-Konzentrationen in der Luft erfolgen

in Masse pro Volumeneinheit (mg/m^3), gegebenenfalls zusätzlich in ppm (ml/m^3).

Angaben über Immissions-Raten erfolgen entweder flächenbezogen (Masse pro Flächeneinheit pro Zeiteinheit) oder objektbezogen (aufgenommene Masse pro Objektsubstanz pro Zeiteinheit).

4. Weil sowohl akute als auch chronische (z.B. kumulative) Schädwirkungen berücksichtigt werden müssen, sollten bei der Festlegung von Maximalen Immissions-Werten sowohl Langzeit- als auch Kurzzeitwerte angegeben werden. Die hierbei zu wählenden Bezugszeiten müssen sowohl dem Wirkungscharakter der Schadstoffe als auch den Reaktionen der betreffenden Wirkungsobjekte angepaßt werden.
5. Bei der Festlegung von Maximalen Immissions-Werten für den Menschen soll folgendes berücksichtigt werden:
 - a) Der Maximale Immissions-Wert muß um einen Sicherheitsfaktor niedriger liegen als der Wert, der beim Menschen nach dem derzeitigen Stand der Kenntnisse – vermutet oder nachgewiesen – gerade noch zu einer Gesundheitsschädigung führt. Der Sicherheitsfaktor wird bestimmt durch Art und Eigenschaften des Stoffes sowie durch Art und Umfang der Information aus experimentellen und epidemiologischen Feststellungen.
 - b) Der Sicherheitsfaktor muß auch so gewählt werden, daß es bei Einhaltung des Maximalen Immissions-Wertes beim Menschen noch nicht zu Reizeffekten oder zu temporären Änderungen der Funktion von Organen und Organsystemen kommt.
 - c) Die Maximalen Immissions-Werte sollen unterhalb der Werte liegen, die zur Belästigung im Sinne einer spürbaren Beeinträchtigung des Wohlbefindens des Menschen führen.
6. Bei der Festlegung von Maximalen Immissions-Werten für Tiere und Pflanzen sind sichtbare Schäden, wirtschaftliche Auswirkungen sowie Beeinträchtigungen der physiologischen Leistung zu berücksichtigen, die nachhaltige Störungen der Funktionsfähigkeit von Ökosystemen erwarten lassen. Bei Sachgütern sind bei der Festlegung von Maximalen Immissions-Werten sowohl der wirtschaftliche als auch der ideelle Wert der Objekte zu berücksichtigen.
7. Mit fortschreitender Erkenntnis über die Wirkung von Luftverunreinigungen sind die festgelegten Werte zu überprüfen und gegebenenfalls neu festzusetzen.

Tab. 1

a) Maximale Immissionskonzentration¹⁾ (mg/m^3) zur Vermeidung toxischer Wirkungen beim Menschen

Stoff	Mittelwert über ½ Std.	Mittelwert über 24 Std.	Mittelwert über 1 Jahr	Bemerkungen
Kohlenmonoxid	50	10	10	
Blei und anorg. Bleiverb. (als Pb berechnet)	–	0,003	0,0015	<10 μm
Schwefeldioxid ²⁾	1,0	0,3	0,1	
Schwefelsäure	0,2	0,1	0,05	
Stickstoffdioxid	0,2	0,1	–	
Stickstoffmonoxid	1,0	0,5	–	
Ammoniak	2,0	1,0	0,5	
Fluorwasserstoff ³⁾	0,2	0,1	0,05	
Natriumfluorid	0,3	0,2	0,1	<10 μm
Aluminiumfluorid	0,5	0,3	0,1	"
Kryolith	0,5	0,3	0,1	"
Calciumfluorid	1,0	0,5	0,2	"
Ozon	0,15	0,05	0,01	
Schwebestaub ⁴⁾	0,3	0,2	0,1	<10 μm
Zinkverbindungen (als Zn berechnet)	0,5	0,1	0,05	
Cadmiumverbindungen (als Cd berechnet)	–	0,00005	–	
Tetrahydrofuran	180	60	30	
Trichloräthylen	16	5	2	

b) Maximale Immissionskonzentration (mg/m^3) zum Schutze der Vegetation⁵⁾

Stoff	Mittelwert über ½ Std.	Mittelwert über 24 Std.	Vegetationshalbjahr
Chlorwasserstoff	–	0,2–1,0	0,08–0,15
Fluorwasserstoff	–	0,002–0,004	0,0002–0,0014
Schwefeldioxid	0,25–0,60	0,15–0,35	0,05–0,12
Stickstoffdioxid	0,80	–	0,35

¹⁾ MIK-Werte, siehe Präambel und Definition.

²⁾ Kombinationswirkung mit Schwebestaub berücksichtigt.

³⁾ Als F berechnet.

⁴⁾ Soweit nicht komponentenspezifisch festgelegt.

⁵⁾ Die angegebenen Spannen entsprechen dem Empfindlichkeitsspektrum verschiedener Pflanzenarten.

62. Entsprechend dem derzeitigen Stand der Beratungen (VDI-Kommission "Reinhaltung der Luft") werden die in Tab. 1 a enthaltenen MI-Werte vorgeschlagen. Unter Berücksichtigung dieser Werte hat die Bundesrepublik Deutschland in den Entwurf zur Novellierung der Verwaltungsvorschriften zum Immissionsschutz (TA-Luft 1974) die in Tab. 1 b enthaltenen Immissionswerte als Grenzwerte (Standards) aufgenommen.

Tab. 1
b) Immissionswerte

(Entwurf der Bundesregierung zur Novellierung der TA-Luft, Stand 8. 2. 1974)

1. Allgemeines
Immissionswerte sind die in Nr. 2.4.2 und 2.4.3 festgelegten Werte für Langzeiteinwirkungen (IW 1) und Kurzeiteinwirkungen (IW 2). Sie beziehen sich, mit Ausnahme von Stäuben mit einer Korngröße unter 10 µm und Schwefeldioxid, deren gleichzeitiges Auftreten in Betracht gezogen ist, auf die alleinige Wirkung der jeweiligen luftverunreinigenden Stoffe. Die Prüfung, ob die Immissionswerte eingehalten sind, ist nach Nr. 2.5 durchzuführen.

2. Immissionswerte für Stäube
2.1 Staubniederschlag
Für nicht gefährdenden Staubniederschlag wird folgender Immissionswert festgelegt:

IW1	0,36 g/m ² · Tag
IW2	0,65 g/m ² · Tag

2.2 Staubkonzentration
Für die Konzentration von nicht gefährdenden Stäuben mit einer Korngröße unter 10 µm¹⁾ wird folgender Immissionswert festgelegt:

IW1	0,1 mg/m ³ Luft
IW2	0,2 mg/m ³ Luft

3. Immissionswerte für Gase
Für einzelne gasförmige Immissionen werden folgende Immissionswerte festgelegt:

Art der Immission	Konzentration in mg/m ³ Luft	
	IW1	IW2
Chlor	0,1	0,3
Chlorwasserstoff ²⁾	0,1	0,2
Fluorwasserstoff ²⁾	0,002	0,004
Kohlenmonoxid	10	30
Schwefeldioxid	0,14	0,4
Schwefelwasserstoff	0,005	0,01
Stickstoffdioxid	0,1	0,3
Stickstoffmonoxid	0,2	0,6

¹⁾ Bei Anwendung von Meßverfahren, mit denen auch die Stäube mit einer Korngröße von mehr als 10 µm erfaßt werden, sind folgende Immissionswerte einzusetzen:

IW1	0,2 mg/m ³ Luft
IW2	0,4 mg/m ³ Luft

²⁾ Angegeben als anorganische gasförmige Chlor- bzw. Fluorverbindungen.

In Gebieten, in denen nach Nr. 2.5.2 festgestellt wird, daß für Schwefeldioxid die Kenngröße I 1 den Wert von 0,06 mg/m³ Luft nicht überschreitet, ist bei der Genehmigung von Anlagen sicherzustellen, daß dieser Wert eingehalten wird. Die zuständige oberste Landesbehörde kann im Einzelfall Ausnahmeregelungen treffen, soweit hierdurch der Zweck des Bundes-Immissionsschutzgesetzes nicht gefährdet wird.

3.1.5.2 Wirkungen von Luftverunreinigungen auf Mensch, Tiere, Pflanzen und Sachgüter

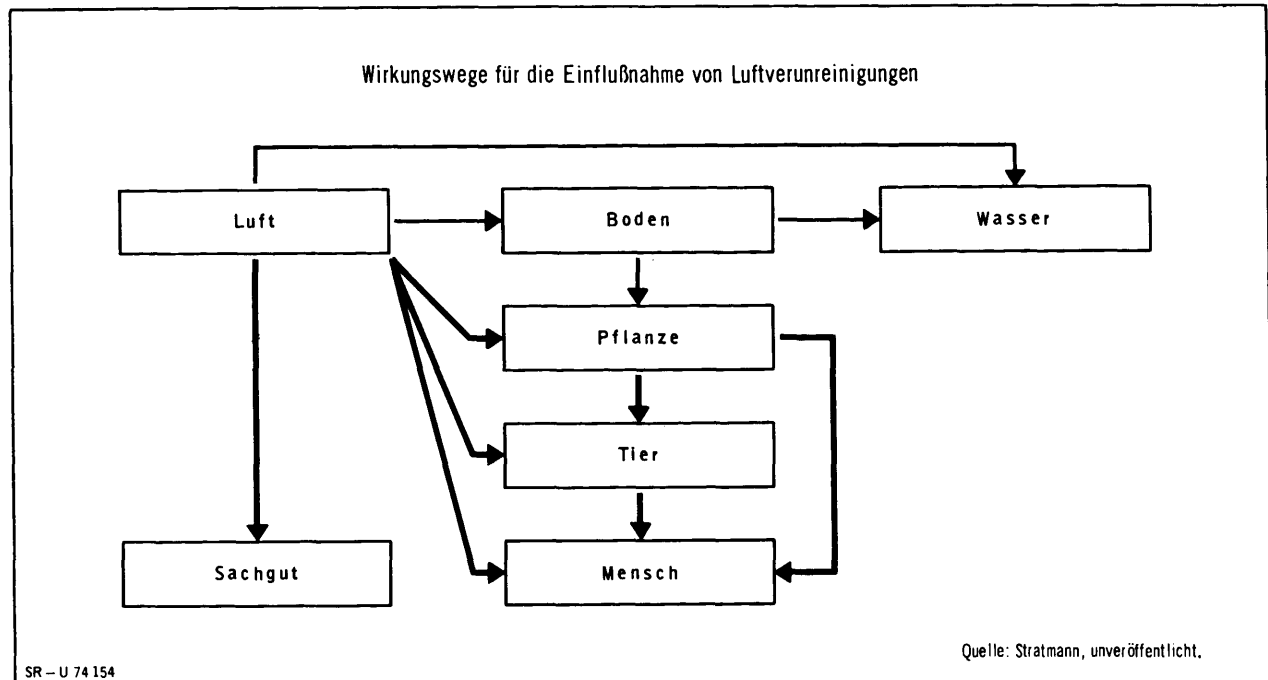
63. Entsprechend Abb. 2 (nach STRATMANN, unveröffentlicht) bestehen für die Einflußnahme von Luftverunreinigungen auf den Menschen und seine Umwelt verschiedene Wirkungswege, von denen die durch stark ausgezogene Pfeile gekennzeichneten abgehandelt werden.

64. Als Informationsquellen für die als Luftqualitätskriterien darstellbaren Wirkungsbeziehungen kommen in Frage a) toxikologische, d. h. unter kontrollierten Bedingungen ablaufende experimentelle Untersuchungen, b) gewerbehygienische, zumeist auf eingetretenen Schadensfällen beruhende Befunde und c) epidemiologische Erhebungen. Zwei Arten von systemgebundenen Schwierigkeiten liegen bei der Ermittlung von Dosis-Wirkungsbeziehungen immer vor. Toxikologische Versuche sind zunächst selten repräsentativ für natürliche Umweltbedingungen und, sofern am Tier durchgeführt, auch nicht unbedingt repräsentativ für den Menschen.

Epidemiologische Untersuchungen stellen ebenfalls eine relativ unsichere Entscheidungsgrundlage für die Aufstellung von Luftqualitätskriterien dar, da alle praxisbezogenen Wirkungsbeziehungen im extrem niedrigen Bereich der in Abb. 1 b dargestellten, sigmoidal verlaufenden Risikofunktion liegen. Dies führt dazu, daß konkurrierende Einflußfaktoren das Wirkbild von Immissionseinflüssen stark überdecken können, andererseits aber auch jede Zuordnung einer bestimmten Wirkung bzw. eines bestimmten Risikos dieser Wirkung zu dem entsprechenden Immissionsmaß wegen des niedrigen Gradienten mit einer erheblichen Schätzunsicherheit behaftet ist (PRINZ, B. 1973 a). Dementsprechend ist auch der Begriff Null-Effekt-Niveau für die praktische Anwendung etwas fragwürdig. Selbst wenn ein solcher Wert für eine beliebig zusammengesetzte Population wirklich existiert, ist er im Regelfall unbestimmbar. Wissenschaftlich erfaßbar ist höchstens eine jeweilige untere Grenze aller beobachteten Immissionseinwirkungen. Resultierende Normen müßten jedoch immer noch um einen Sicherheitsfaktor niedriger liegen als diese erhebungsmäßig abgeleiteten Schwellenwerte, – wenn sie den Ausschluß der betrachteten Wirkung sicherstellen sollen (siehe die Richtlinien Maximale Immissionswerte, Definition).

65. Während Untersuchungen mit der oben angegebenen Zielrichtung vor allem das a-priori-Wissen über die Zusammenhänge zwischen Immission und Wirkung erweitern und damit eine Grundlage für allgemein anwendbare Bewertungsmaßstäbe darstellen, können Wirkungsuntersuchungen im Sinne von Wirkungserhebungen, die an systematisch festgelegten Punkten eines Überwachungsnetzes und unter Verwendung standardisierter und über einen bestimmten Zeitraum exponierter Wirkungsobjekte durchgeführt werden, auch der direkten Überwachung der Luftqualität dienen. Neben Emissions- und Immissionskataster stellt dieses als Wirkungskataster zu bezeichnende Erhebungssystem

Abb. 2



eine dritte wesentliche Informationsquelle für praktische Immissionsschutzmaßnahmen dar (PRINZ, B., 1973 b).

66. Die Auswahl der in den folgenden Abschnitten behandelten Schadstoffe orientiert sich an der Bedeutung der vom Schadstoff verursachten Schäden, Nachteile und Belästigungen. (Nähere Ausführungen siehe hierzu 3.1.6).

1. Wirkung von Luftverunreinigungen auf den Menschen

Der Schutz des Menschen nimmt im Bereich des Immissionsschutzes ohne Zweifel den höchsten Stellenwert ein. Dennoch liegen wissenschaftlich abgesicherte Ergebnisse, die zugleich quantitativ verwertbare Aussagen über die Wirksamkeit von Schadstoffen im Immissionskonzentrationsbereich enthalten, leider nur in begrenzter Zahl vor. Damit verbunden ist das Phänomen, daß häufig die an Pflanzen gewonnenen experimentellen Befunde eindeutiger und für die Grenzwertfestsetzung zwingender sind als entsprechende medizinische Informationen. Häufig werden allerdings auch die als klassisch geltenden Immissionskomponenten, zumindest bei isolierter Einwirkung und akuter Gefährdung und sofern die Wirkung auf ein durchschnittliches Bevölkerungskollektiv bezogen wird, vom Menschen in höheren Dosen vertragen als von der Pflanze.

Andererseits ist beim Menschen, auch im Hinblick auf mögliche Folge- und Langzeitwirkungen, jede physiologische oder biochemische Veränderung weitaus kritischer zu bewerten als entsprechende, sich ebenfalls nicht organisch manifestierende Wirkungskriterien im Vegetationsbereich. Schließlich sind die Anforderungen an die Garantie für den Ausschluß negativer Immissionswirkungen beim Menschen bedeutend höher anzusetzen als bei der Pflanze. Insbesondere hat diese Garantie den Schutz besonders empfindlicher und damit stark gefährdeter Bevölkerungsgruppen mit einzubeziehen.

1 a) Wirkung von Schwefeldioxyde:

67. Nach allen heute zur Verfügung stehenden Informationen scheint das Schwefeldioxyd, allein betrachtet, keine erhebliche toxische Bedeutung für den Menschen zu besitzen. Dies geht sowohl aus epidemiologischen Untersuchungen hervor, bei denen die Sterblichkeitsrate in London bzw. New York während Smogperioden mit und ohne Partikelbeimengungen untersucht wurden (LAWTHER, P. J., WALLER, R. E., HANDERSON, M., 1970; SCHIMMEL, H., GREENBURG, W., 1972), als auch aus Begasungsexperimenten, die mit Schwefeldioxyd allein und in Kombination mit verschiedenen Partikelarten durchgeführt wurden (AMDUR, M.G., 1971).

Der Mechanismus der Wirkungsverstärkung durch gleichzeitige Einwirkung von Feinstäuben kann so erklärt werden, daß Staubteilchen das Schwefeldioxyd in die tieferen Lungenwege bis in den Bereich der Lungenbläschen (Alveolen) transportieren, während das reine Gas bereits an den Wandungen der Luftröhre weitgehend abgeschieden wird. Andererseits sind in Abhängigkeit von der chemischen Zusammensetzung der Staubpartikel katalytisch ablaufende Oxidationsprozesse an der Oberfläche dieser Partikel denkbar, durch die das Schwefeldioxyd zu dem bedeutend wirksameren Schwefeltrioxyd bzw. zu Schwefelsäure umgesetzt wird. Letzlich ist auch an eine Kombination beider Effekte zu denken. ("Air quality criteria for sulfure oxides", 1969; "Air quality criteria for particulate matter, 1969).

Im Zusammenhang mit der Ermittlung von Luftqualitätskriterien oder hieraus abgeleiteter Grenzwertempfehlungen oder Normen ist daher auf jeden Fall dem Kombinationseffekt von Schwefeldioxyd und Feinstaub Rechnung zu tragen. Wirkungssymptome sind Beeinträchtigung der Lungenfunktion, unspezifische Erkrankungen der Atemorgane und in extremen Fällen Erhöhung der Sterberate in be-

sonders anfälligen, z.B. kreislaufgeschädigten Bevölkerungsgruppen. Abgeleitet aus epidemiologischen Untersuchungen hat die WHO zum Ausschluß von unspezifischen Erkrankungen der oberen Atemwege $100 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ und $100 \mu\text{g Feinstaub}/\text{m}^3$ als begrenzende Jahresmittelwerte festgelegt ("Air quality criteria and guides for urban air pollutants", 1972)¹⁾.

1 b) Kohlenmonoxid:

68. Während früher für die Bewertung der Kohlenmonoxid-Immission die Beeinträchtigung der psychomotorischen Leistungsfähigkeit, z.B. durch Nachlassen des Reaktionsvermögens, durch Angriff des Kohlenmonoxid auf das zentrale Nervensystem im Vordergrund stand, sind nach neueren Ergebnissen auch Einwirkungen auf das Herz-Kreislaufsystem zu vermuten ("Kohlenmonoxid-Entstehung: Messung und Wirkungskriterien", 1972).

Da der rote Blutfarbstoff das Kohlenmonoxid etwa 200-fach stärker bindet als den lebensnotwendigen Sauerstoff, ist die unter Kohlenmonoxid sich einstellende Sauerstoffverarmung (mit den klinischen Symptomen der Hypoxie) der entscheidende, wenn auch nicht ausschließliche pathogene Faktor. Eine wichtige Bewertungsgröße ist daher der Gehalt des durch Kohlenmonoxid gebundenen roten Blutfarbstoffes (sogenannter Carboxyhämoglobingehalt des Blutes), der nach Ansicht verschiedener Autoren auf etwa 2 bis 2,5% begrenzt werden sollte ("Kohlenmonoxid-Entstehung: Messung und Wirkungskriterien", 1972). Auf dieser Basis sind auch die in 3.1.5.1 zusammengestellten MIK-Werte festgelegt worden.

1 c) Stickoxide:

69. Stickstoffdioxid ist ein stärkeres Reizgas als Schwefeldioxid. Vor allem bei langzeitiger Einwirkung kommt es vermutlich zu chronisch obstruktiven Lungenerkrankungen, verbunden mit Atemnot und eingeschränkter Kapazität an ein- und ausatembare Luft. Ebenso scheint die Infektionsbereitschaft des menschlichen Organismus gegenüber Bakterien erhöht zu sein. ("Air quality criteria for nitrogenoxides", 1971). Leider liegen, abgesehen von der Chattanooga-Studie (PEARLMAN, M. E., FINTLES, J. F., CREASON, J. P., 1971), wenige epidemiologische Befunde vor. Die Wirkung von Stickstoffmonoxid wird geringer als die des Stickstoffdioxids eingeschätzt.

1 d) Geruchsstoffe:

70. Im Zusammenhang mit der starken Ausweitung besonders geruchsintensiver Industriezweige besitzen Geruchsprobleme zur Zeit eine große Bedeutung. Zudem ist bei dieser Form der Einwirkung die Grenze zwischen nur als unangenehm empfundener Geruchswahrnehmung und intensiver, sich ggf. neurotisch manifestierender Geruchsbelästigung fließend. Eine Beurteilung der Wirkung einzelner Verbindungen, von denen einige bei einer Verdünnung von $1:5 \cdot 10^9$ in der Luft noch wahrnehmbar sind (LEONARDOS, G., KENDALL, D., BARNARD, N., 1969), kann relativ leicht anhand experimentell ermittelter Geruchsschwellenwerte erfolgen ("Methods for measuring and evaluating odorous air pollutants at the source and in the

ambient air", 1970). Schwieriger ist das Problem der Kombinationswirkung einzuschätzen.

71. Praktisch ungelöst ist bis heute das immissions-meßtechnische Problem, sofern man sich nicht auf die Erfassung besonderer Leitkomponenten oder auf Gruppen von chemischen Verbindungen mit übereinstimmenden analytischen und wirkungsbezogenen Eigenschaften beschränken kann.

1 e) Gesamtstaub:

72. Staub kann in seiner sedimentierenden Form belästigend wirken und hat daher als leicht wahrnehmbarer Indikator der Luftverschmutzung, der ähnlich wie Geruchsimmissionen die Bewußtseinshaltung der Bevölkerung gegenüber Immissionsschutzproblemen außerordentlich stark prägt, nach wie vor eine große Bedeutung. Zum anderen dringt er als Feinstaub in die Lungen ein, wobei jedoch eine starke Abhängigkeit von der Korngröße besteht. Teilchen mit aerodynamischem Durchmesser über $8 \mu\text{m}$ werden bereits im Nasen-Rachenraum festgehalten. Von den Teilchen unter $8 \mu\text{m}$ gelangt der Korngrößenbereich um $3-8 \mu\text{m}$ im wesentlichen durch das Flimmerepithel der Luftröhre und der Bronchien zur Abscheidung, während das Depositionsmaximum in den Lungenbläschen (Alveolen) bei etwa $2 \mu\text{m}$ liegt. Teilchen um $0,5 \mu\text{m}$ werden aller Wahrscheinlichkeit nach wieder ausgeatmet ("Air quality criteria for particular matter", 1969).

Man unterscheidet toxische und inerte, d.h. unwirksame Stäube, versteht jedoch in der Praxis häufig unter inert chemisch nicht genau differenzierbare Stäube bzw. Stäube, deren spezifische chemische Zusammensetzung bei der Messung nicht erfaßt wurde. Über die Bedeutung der Stäube allgemein ist bereits im Zusammenhang mit der Wirkung von Schwefeldioxid hingewiesen worden. Neben der Gruppe der faserigen Stäube wie z.B. Asbest, denen vor allem eine kanzerogene Wirkung zugeschrieben wird (HAIN, E., BOHLIG, H., KLOSTERKÖTTER, W., et.al. 1973), sind vor allem die schwermetallhaltigen Stäube, von denen im nachfolgenden Blei und Cadmium exemplarisch abgehandelt werden, von besonderer Bedeutung.

1 f) Blei und Cadmium:

73. Hinsichtlich ihrer Toxizität und Verbreitung stellen Blei und Cadmium zweifellos die zur Zeit wichtigsten Schwermetallimmissionen dar ("Schwermetalle als Luftverunreinigung — Blei, Zink, Cadmium", 1973, "Die gesundheitlichen Aspekte der Umweltverschmutzung durch Blei", 1972). Angriffspunkt für die Bleiwirkung ist zunächst das blutbildende System¹⁾. Außerdem wirkt Blei als Zellgift, wobei zum Beispiel durch Schädigung der sog. Lungenfreizellen (Alveolarmakrophagen) auch an eine Beeinträchtigung der Selbstreinigung der Lungen gegenüber eingedrungenen Bakterien gedacht werden muß. ("Schwermetalle als Luftverunreinigung — Blei, Zink, Cadmium", 1973). Im akut toxischen Bereich kann es zu Störungen des Zentralen Nervensystems kommen. Die Resorption eingeatmeter Bleistäube liegt bei etwa 40%, während sie bei Aufnahme

¹⁾ Experimentell gut abgesichert ist die Tatsache, daß Blei als Enzymgift unter anderem die Aktivität der δ -Aminolävulinat-Säure-Dehydratase herabsetzt und damit die Häm-synthese negativ beeinflusst. Gleichzeitig stellt diese Enzymhemmung einen empfindlichen Indikator für potentielle Bleiintoxikation dar.

¹⁾ Siehe auch MI-Werte für Schwefeldioxid.

über die Nahrung nur 7–8% beträgt. Ein besonderes Problem stellt die Bleianreicherung im Knochengewebe dar, da unter Streß bzw. im Alter eine Freisetzung des Bleis erfolgen kann, womit eine zusätzliche Gefahr für die Bleibelastung des menschlichen Organismus gegeben ist.

Da im Gegensatz zu vielen anderen toxischen Stoffen Blei über die Placenta in den embryonalen Blutkreislauf übertritt, ist unter ungünstigen Verhältnissen der Bleigehalt bereits bei Neugeborenen bedenklich hoch. Dabei ist der grundsätzlich höheren Stoffwechselaktivität im embryonalen und frühkindlichen Entwicklungsstadium ebenso Beachtung zu schenken wie den tiereperimentell nachgewiesenen enzymatischen Veränderungen im Gehirn als Folge relativ niedriger Bleibelastung, woraus eine besondere Gefährdung für diese Bevölkerungsgruppe resultiert ("Die gesundheitlichen Aspekte der Umweltverschmutzung durch Blei", 1972).

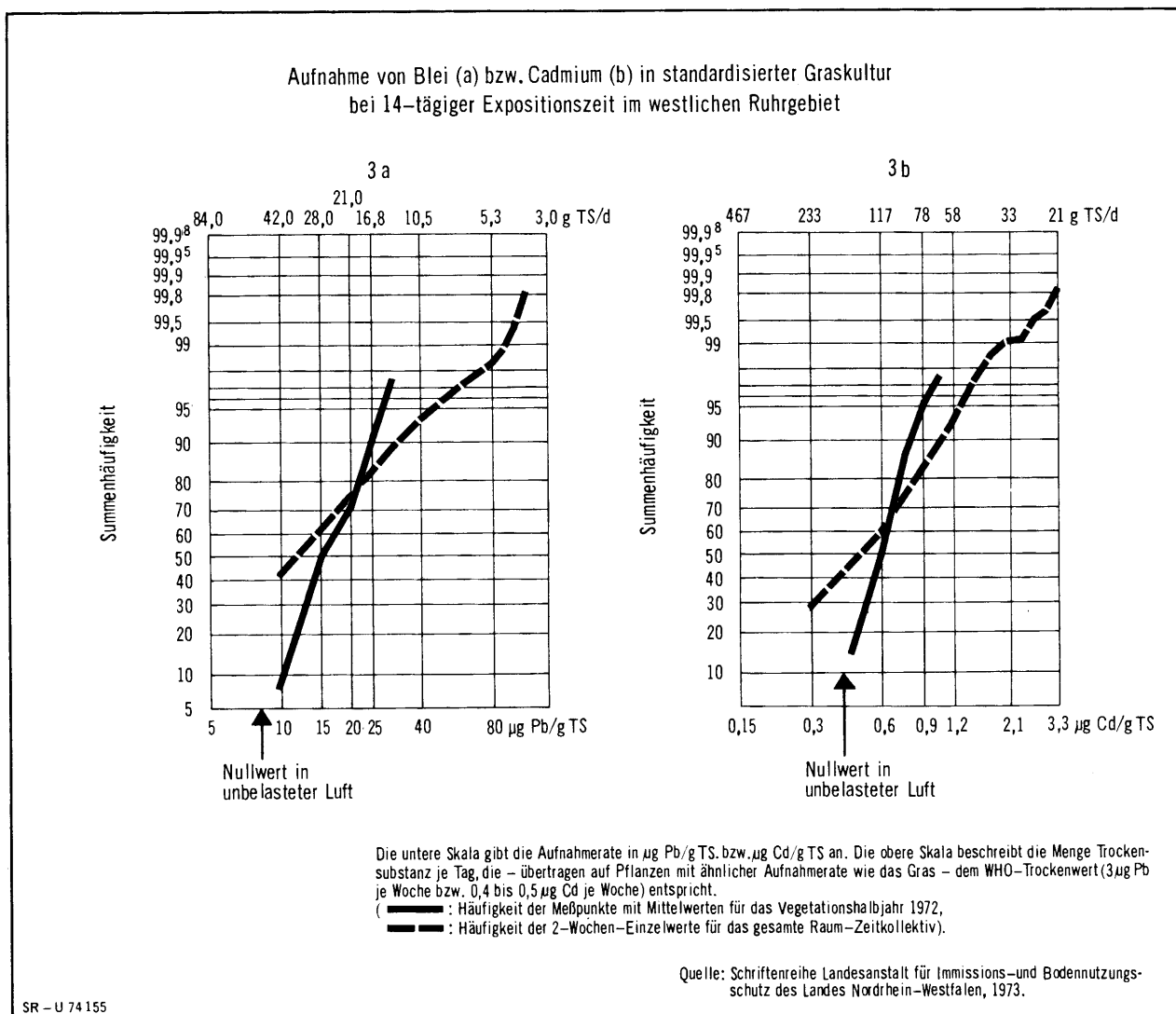
Ein guter und zugleich auch physiologisch relevanter Indikator für die Immissionsbelastung stellt der Bleispiegel im Blut dar. 30 µg Pb/100 ml Blut werden heute als tolerierbare Grenze angesehen.

74. Cadmium ist als toxische Substanz vor allem durch die Itai-Itai-Krankheit in Japan bekannt geworden. Sie führt zu einer Störung des Calcium-Phosphorstoffwechsels und damit zur Entmineralisierung der Knochen. Allerdings müssen neben in entsprechend hohen Dosen zugeführten Cadmimengen andere ungünstige Begleitumstände, wie konstitutionell oder ernährungsmäßig bedingter Calciummangel vorliegen. Ein typisches Anreicherungsorgan und zugleich auch möglicher Angriffspunkt für eine beginnende Cadmiumschädigung ist die Niere ¹⁾. 200 µg Cd/g Frischgewicht Niere wird dabei noch als tolerierbare Menge an Cadmium in diesem Organ angesehen ("Schwermetalle als Luftverunreinigung – Blei, Zink, Cadmium", 1973). Für die tägliche Nahrungszufuhr wird neuerdings von der WHO ein Grenzwert von 70 µg vorgeschlagen ("Evaluation of certain food additives and the contaminations – mercury, lead, cadmium", 1972).

Aus Abb. 3a und 3 b, die auf Ergebnissen des Wirkungskatasters im westlichen Ruhrgebiet beruhen, geht hervor, daß bereits über die Luft überraschend hohe Blei- und Cadmimengen in die Vegetation aufgenommen werden. Wich-

¹⁾ Klinisches Symptom beginnender Nierenschädigung durch Cadmiumeinwirkung ist tubuläre Proteinurie.

Abb. 3



tet man die ursprünglichen und auf ppm-Angaben beruhenden Summenhäufigkeitskurven mit ihrer relativen Toxizität, die für Blei und Cadmium bei etwa 1:7 liegt ("Evaluation of certain food additives and the contaminations — mercury, lead, cadmium", 1972), so sieht man, daß zumindest auf die Nahrungsaufnahme bezogen, dem Blei eine größere Bedeutung zukommt als dem Cadmium.

Die Placenta ist im übrigen eine effektive Barriere für den Übertritt dieser toxischen Substanz in den embryonalen Blutkreislauf, so daß im Gegensatz zum Blei Cadmiumbelastungen bei Neugeborenen nicht zu befürchten sind.

2. Wirkungen von Luftverunreinigungen auf Tiere

75. Untersuchungen über die Einwirkung von Luftverunreinigungen auf die natürliche Fauna mit Folgewirkung auf die davon betroffenen Ökosysteme liegen leider bislang kaum vor. Gemessen an der praktischen Bedeutung stellen für landwirtschaftliche Nutztiere Fluor und Blei eindeutig die wichtigsten Immissionskomponenten dar.

2 a) Fluor:

76. Fluorose ist ein bereits seit Jahrzehnten bekanntes und durch Fluoraufnahme verursachtes Krankheitsbild bei Rindern und anderen Wiederkäuern. Neben destruktiven Veränderungen der Knochen vor allem in den durch Gefäße gut versorgten Teilen des Knochengewebes kommt es zu Schäden des Zahnschmelzes und zu Bewegungsstörungen, in schweren Fällen auch zu Knochenwucherungen, Lahmheit und Freßunlust. Bei sehr hohen Dosen tritt schließlich allgemeiner Kräfteverfall und Tod ein.

Als gefährdende Grenze für die Futtermittelaufnahme wird je nach Löslichkeit der zugeführten Fluorverbindung ein Fluorgehalt von 3,5–10 mg F/100 g TS angesehen (GRIEGER, M., 1972). Dies sind Werte, die jedoch in der Umgebung spezifischer Fluoremittenten zumindest temporär heute noch eindeutig überschritten werden (SCHOLL, G., 1971).

2 b) Blei:

77. Eine zweite wichtige Komponente für die gesundheitliche Gefährdung von Nutztieren stellt das Blei dar, das vor allem im Zusammenhang mit akuten Schadensfällen in der Umgebung von Blei- und Zinkhütten gelegentlich auch starke Beachtung in der Öffentlichkeit findet. Während wie beim Menschen erste physiologische Reaktionen (Hemmung der δ -Aminolävulinat-Dehydratase) bereits bei etwa 18 ppm Pb i. d. Ts. des aufgenommenen Futters auftreten, sind klinische Vergiftungserscheinungen erst bei einer vierwöchigen Aufnahme von Futter mit 250 ppm i. d. TS. zu erwarten (ROSENBERGER, G., 1973).

Für die Nahrungsmittelkette ist von Bedeutung, daß sich eine erhöhte Belastung durch Bleiimmissionen auch in einer Erhöhung des Bleigehaltes in der Milch auswirkt und daß zum anderen Leber und Niere typische Anreicherungsorte darstellen. Das Muskelfleisch wird hingegen in seinem Bleigehalt kaum beeinträchtigt und kann damit bei leichter Bleiintoxikation für den menschlichen Verzehr noch verwendet werden (ROSENBERGER, G., 1973).

3. Wirkungen von Luftverunreinigungen auf Pflanzen

78. Wenn auch die Pflanze der experimentellen Untersuchung i. a. leichter zugänglich ist als der Mensch, kommen andere, die Beurteilung erschwerende Faktoren hinzu. Dem großen Artenspektrum der Vegetation entsprechen relativ große Unterschiede in der Widerstandsfähigkeit gegenüber Luftverunreinigungen, die zudem komponentenspezifisch und damit nicht verallgemeinerungsfähig sind. Als Organismus mit weitaus geringerer physiologischer Regulationsbreite als der Mensch und das höhere Tier nehmen neben endogenen Faktoren, wie z. B. Entwicklungsstadium und Blattalter zahlreiche äußere Faktoren wie Boden, Temperatur und Luftfeuchte entscheidenden Einfluß auf das Reaktionsverhalten der Pflanze und damit auch auf den Schweregrad in der Ausprägung eines eingetretenen Immissionschadens.

Während früher der wirtschaftliche Nutzwert der Pflanze im Mittelpunkt der Untersuchungen stand und zudem die Beurteilung des Schadensrisikos aus relativ kurzfristigen Begasungsexperimenten mit Einzelkomponenten abgeleitet wurde, setzt sich heute zunehmend die Auffassung durch, daß sowohl der Langzeit- als auch der Kombinationswirkung, vor allem mit Blickrichtung auf ökologisch relevante Fragestellungen, besondere Beachtung zu schenken ist. Dies setzt ein gewisses Umdenken im experimentellen Bereich voraus. Vermutlich wird es in der Zukunft erforderlich sein, neben den zwangsweise langfristigen Versuchen mit ökologischer Zielrichtung neuartige, als "Kurzzeittest" zu bezeichnende Versuchsstrategien zu entwickeln, mit deren Hilfe kurzfristig verfügbare Daten über die relative Toxizität beliebiger Komponenten zu erhalten sind.

Möglicher Anwendungsbereich für diese Informationen sind zum Beispiel aktuelle gewerberechtliche Genehmigungsverfahren, bei denen die Auswirkung bislang nicht näher untersuchter Emissionskomponenten zu prüfen ist.

3 a) Schwefeldioxid:

79. Schwefeldioxid kann als eine geradezu klassische pflanzenschädigende Komponente aufgefaßt werden, deren Wirkung seit etwa 100 Jahren Gegenstand intensiver experimenteller Untersuchungen ist. Während zunächst diagnostische Fragen im Vordergrund standen, konzentrierte man sich in den 50-er und 60-er Jahren auf die Aufdeckung quantitativer Beziehungen im Zusammenhang mit der Festsetzung von Immissionsgrenzwerten.

Aus neuerer Zeit liegen auch eingehendere Untersuchungen zum Wirkungsmechanismus von Schwefeldioxid in der Pflanze vor, so daß heute ein relativ abgerundetes Bild über die Schwefeldioxidwirkung besteht, das sich in den wesentlichen Zügen folgendermaßen beschreiben läßt:

Sowohl aus elektronenmikroskopischen als auch biochemischen Untersuchungen ist ableitbar, daß primär die Chloroplasten, in denen mit Hilfe der Sonnenenergie die Assimilation des Kohlendioxids zum Kohlenhydrat erfolgt (Vorgang der Photosynthese), durch Schwefeldioxideinwirkung beeinträchtigt werden. Dementsprechend wird bereits bei geringen Konzentrationen die Photosyntheseleistung, die mit

der Massenproduktion eng korreliert ist, merklich herabgesetzt¹⁾.

Ausprägung und Schweregrad der Immissionswirkung sind nur in grober Annäherung proportional zur Dosis, das heißt zum zeitlichen Integral der Immissionskonzentration über das Einwirkungsintervall. Generell gilt, daß die Konzentration stärkeren Einfluß auf die Wirkung nimmt als die dosisäquivalente Einwirkungsdauer, was zugleich die Bedeutung kurzzeitiger Spitzenkonzentration besonders hervorhebt (VAN HAUT, H., 1961). Als kritische Schwelle für die Auslösung mittelstarker Blattschäden kann eine mehrstündig einwirkende Konzentration von etwa 0,75 mg SO₂/m³ Luft angesehen werden (GUDERIAN, R., STRATMANN, H., 1968).

3 b) Fluorwasserstoff:

80. Auf Fluorwasserstoff reagieren die Pflanzen außerordentlich artenspezifisch. Als sehr empfindlich gelten viele gärtnerisch genutzte Pflanzen aus der Familie der Lilien- und Irisgewächse, bei denen vor allem die Blattspitzen geschädigt werden, während bei zweikeimblättrigen Pflanzen vor allem die Blattränder betroffen sind. Beide Phänomene weisen auf eine relativ große Beweglichkeit der Fluorionen im Blattgewebe hin. Wegen der inzwischen nachgewiesenen großräumigen Verbreitung von Fluorimmissionen sowie der vermuteten synergistischen Wirkung zusammen mit Schwefeldioxid, ist der Fluorwasserstoffimmission wenigstens ebenso große Beachtung zu schenken wie dem Schwefeldioxid. Mehrtägige Begasungen mit 1 µg HF/m³ Luft erzeugen bei empfindlichen Pflanzen bereits Blattschäden, die bei entsprechend langer Einwirkung zu erheblichen Wuchsbehinderungen führen (GUDERIAN, R., VAN HAUT, H., STRATMANN, H., 1969).

3 c) Chlorwasserstoff:

81. Obwohl Chlorwasserstoff als Reizgas auch beim Menschen nachteilige Wirkungen hervorrufen kann und zudem im Bereich der Sachgüter vor allem die Metallkorrosion durch Chlorwasserstoffimmissionen erheblich beschleunigt wird, kommt seine eigentliche lufthygienische Bedeutung doch der pflanzenschädigenden Wirkung zu. Die Symptome sind dabei ähnlich denen der Fluorwasserstoffeinwirkung. Nach neueren Untersuchungen liegt der Bereich schädigender Konzentrationen bei 80–110 µg HCl/m³ Luft mit 90-bis 230-stündiger Einwirkungszeit (LIB-Jahresbericht 1972). Als besonders empfindlich haben sich dabei unter anderem Birke, Apfel, Pappel, als weniger empfindlich Rot-eiche, Stieleiche und Feldahorn erwiesen.

3d) Weitere wesentliche phytotoxische Immissionskomponenten:

82. Neben Schwefeldioxid, Fluorwasserstoff und Chlorwasserstoff ist die Gruppe der Photooxidantien wie Ozon, PAN²⁾ und andere durch die Sonnenenergie erzeugte Umwandlungsprodukte in der Atmosphäre in ihrer Wirkung auf

die Vegetation ausführlich untersucht worden. Obwohl auch in unseren Breitengraden Vermutungen für Oxidantienwirkungen vorliegen, kommt diesem Problem doch vor allem in den Vereinigten Staaten wegen der intensiveren Sonneneinstrahlung die eigentliche Bedeutung zu.

83. Stickstoffdioxid spielt neben seiner Eigenschaft als Reaktionspartner bei der photolytischen Umsetzung ungesättigter Kohlenwasserstoffe in den obengenannten Photooxidantien eine nur geringe Rolle für die Vegetation, da es für Pflanzen etwa um den Faktor 2,5 weniger schädlich ist als Schwefeldioxid (VAN HAUT, G., STRATMANN, H., 1967).

Bereits früher bestanden Vermutungen für eine starke pflanzenschädigende Wirkung verschiedener Schwermetalle. Dennoch überraschen neuere Untersuchungsergebnisse aus dem bereits zitierten Wirkungskataster für das westliche Ruhrgebiet, bei dem sich eine hohe Korrelation zwischen der Absterberate exponierter Flechten und der Aufnahmeraten für Blei, Zink und Cadmium in standardisierten Graskulturen ergab (SCHÖNBECK, H., in Vorber.).

4. Wirkung von Luftverunreinigungen auf Sachgüter

84. Schäden an Natursteinen nehmen in den stark besiedelten und industrialisierten Gebieten der Bundesrepublik, in denen Denkmäler der Vergangenheit von unschätzbarem Wert einem rapid sich verstärkenden Steinerfall ausgesetzt sind, eine eminente Bedeutung ein. Vergleichsmessungen mit spezifischen Immissionsratenmeßverfahren, die das Gefährdungspotential für Sachgüter besser beschreiben als Konzentrationsmessungen, haben gezeigt, daß die Luftverhältnisse bezogen auf die Immissionsrate von Schwefeldioxid im Münsterland (Meßpunkt Ahlsfeld bei Burgsteinfurt) zwar um den Faktor 3 besser sind als im Kern des Ruhrgebietes (Meßpunkt Duisburg-Hochfeld) aber immer noch um den Faktor 2,5 schlechter als etwa am Schloß Neuschwanstein (LUCKAT, S., in Vorber.).

85. Die Korrosion von Metallen wird ebenfalls erheblich durch Luftverunreinigungen beeinflusst. Bei Hochrechnung der in Duisburg 1972 durchgeführten Wirkungserhebungen mit 14-tägigen Expositionsintervallen auf das Gesamtjahr, wobei jedoch der mit der Zeit zunehmende Selbstschutz des Rostes außer acht gelassen wird, kommt man zu einem Eisenabtrag von 1,76 kg Fe/m²/Jahr. Aus dem Wirkungskataster im wesentlichen im Ruhrgebiet für das Jahr 1972 ist die Vermutung ableitbar, daß für den Korrosionsgrad neben Schwefeldioxid und im geringeren Maße Chlorwasserstoff vermutlich vor allem auch Beimengungen von katalytisch wirkenden Schwermetallpartikeln von erheblicher Bedeutung sind (LUCKAT, S., in Vorber.).

5. Schlußfolgerungen

86. Die Wirkungen von Luftverunreinigungen auf Mensch, Tiere, Pflanzen und Sachgüter stellen ein komplexes Problem dar. Von der breiten Öffentlichkeit werden dabei die mit den Sinnesorganen unmittelbar wahrnehmbaren Komponentengruppen Aerosole und Gerüche sowie Geräusche und Erschütterungen, die im übrigen zwar rechtlich zu den Immissionen, phänomenologisch nicht aber zu den Luftverunreinigungen gezählt werden, als die hauptsächlichen Konfliktpunkte angesehen. Es ist unbestritten, daß von allen vier Gruppen der Immission, obwohl zunächst nur rein sensorisch wahrgenommen, auch somatische Schäden ausgehen

¹⁾ Symptomatologisch gesehen kommt es bei längerer Einwirkung infolge des Chlorophyllabbaus zunächst zu chlorotischen Aufhellungen im Blattgewebe, später zu plasmolytischen Erscheinungen, die sich dann im Endstadium und bei typischer Ausprägung des Schadbildes bei dikotylen Pflanzen als Interkostalnekrosen, bei Monokotylen und Koniferen als mehr oder weniger unspezifische andere Nekroseformen manifestieren.

²⁾ PAN: Peroxyacetylnitrat.

können. Es ist ferner unbestreitbar, daß auch heute noch zum Teil ausgesprochen branchenspezifische Unzulänglichkeiten vorliegen, die vielfach Ursache für massive und zu meist auch berechtigte Beschwerden sind.

Gemessen an der derzeitigen Immissionsbelastung ist eine akute und weite Bevölkerungskreise umfassende gesundheitliche Gefährdung im Sinne signifikant erhöhter Mortalitätsraten nicht sicher nachzuweisen. Berücksichtigt man jedoch, daß viele Krankheiten hinsichtlich ihrer Pathogenese durch viele Faktoren bedingt sind und dabei die Luftverunreinigung vielleicht nur eine unter vielen Noxen darstellt¹⁾, dann ist eine immissionsbedingte Gesundheitsgefährdung allerdings auch nicht auszuschließen.

Fast völlig ungeklärt ist bis heute die wirkliche Bedeutung der kanzerogenen Substanzen in der Luft. Die Heimtücke vieler Karzinome liegt in der langen Latenzzeit, die zugleich experimentelle als auch epidemiologische Untersuchungen außerordentlich erschwert. Zudem kommt allein die Gruppe der polyzyklischen Aromate, die besonders kanzerogenverdächtig sind, in einer vielfältigen Zusammensetzung in der Atmosphäre vor, so daß das häufig zitierte 3,4-Benzopyren in Wirklichkeit vielleicht nur die Spitze eines noch unbekanntes Eisberges darstellt.

Ähnlich sind ausgesprochene Langzeitwirkungen, das heißt Generationen überdauernde nachteilige Einflüsse der Luftverunreinigung zu werten, die zum Beispiel von mutagen wirkenden Schadstoffen ausgehen können. Aber auch zu diesem Komplex liegen mehr Hinweise als gesicherte Fakten vor. Als Langzeitwirkung sind auch Veränderungen in Ökosystemen zu erwarten, die vor allem dann negativ zu werten sind, wenn sie zu einer erheblichen Einengung des natürlichen Artenspektrums führen. Zur Aufklärung dieser Zusammenhänge ist noch intensive Forschungsarbeit erforderlich. Vor allem ist dabei der zukünftigen Entwicklung der Luftverunreinigung besondere Aufmerksamkeit zu schenken, da wegen des allgemein zu erwartenden Aufwärtstrends die Spanne zwischen auftretender und akut gefährdender Immissionsbelastung immer geringer werden dürfte. Parallel hierzu nimmt aber auch der Sicherheitsbereich für den Menschen und seine Umwelt gegenüber nachteiligen Einflüssen der Luftverunreinigung ab. Vor allem die besonders empfindlichen Bevölkerungsgruppen, wie Kinder als auch alte und kranke Menschen werden von dieser Entwicklung primär betroffen sein.

3.1.6 Ausgangssituation, Trend, Abwehrmaßnahmen

87. Der gegenwärtige Zustand ist gekennzeichnet durch eine Vielzahl von Emissionen in gasförmigem, flüssigem oder festem Zustand. Von den drei Emittentengruppen – Industrie, Hausbrand und Verkehr – lassen sich die Emissionen der beiden letzteren, die vornehmlich aus dem Prozeß der Verbrennung von Brennstoffen stammen, einigermaßen übersehen. Demgegenüber wurden im in-

¹⁾ Ein Beispiel hierfür stellt die bereits diskutierte streßähnliche Kohlenmonoxideinwirkung auf das Herz-Kreislaufsystem dar. Hinzu kommt u. U. die ebenfalls in der Literatur diskutierte, aber noch nicht endgültig bewiesene blutdrucksteigernde Wirkung des Cadmiums sowie die übrigen Risikofaktoren, die mit Herz-Kreislaufkrankungen in Zusammenhang gebracht werden.

dustriellen und gewerblichen Bereich – wie in Köln durchgeführte Untersuchungen ergaben – mehr als 300 verschiedene luftverunreinigende Stoffe gefunden. Eine Aufzählung und Quantifizierung für das untersuchte Gebiet findet sich in "Emissionskataster Köln" (1972).

Es kommt hinzu, daß mit dem Fortschreiten der Technik, mit der Herstellung neuer Produkte und der Entwicklung neuer Verfahren neuartige Emissionen zu erwarten sind, deren Wirkungen noch gar nicht bekannt sein können ("Reine Luft für morgen, Utopie oder Wirklichkeit?", 1972). Bei der Vielzahl von luftverschmutzenden Stoffen hat sich die Bekämpfung der Luftverunreinigung an besonderen Kriterien orientieren müssen, um die notwendigen Erfolge rasch zu erzielen. Zu diesen Kriterien gehört einmal die Menge eines ausgeworfenen schädigenden oder belästigenden Stoffes, zum anderen der Grad seiner Schädlichkeit – Toxizität – oder der durch ihn verursachten Belästigung (z. B. Geruchsimmissionen).

Zu den ersteren (großen Mengen) gehören die fast überall anzutreffenden Stoffe: Kohlenmonoxid, Schwefeloxide, Stickoxide, Kohlenwasserstoffe sowie die emittierten Stäube. Der Materialienband der Bundesregierung (Materialienband: "Umweltplanung" 1971) gibt im Kapitel VII eine konzentrierte Darstellung der Situation im Jahre 1969. Danach traten in der Bundesrepublik Deutschland mengenmäßig folgende Emissionen besonders hervor:

Kohlenmonoxid	rd. 8 · 10 ⁶ t
Gesamtstaub	rd. 4 · 10 ⁶ t
Schwefeldioxid	rd. 4 · 10 ⁶ t
Stickoxide	rd. 2 · 10 ⁶ t
Kohlenwasserstoffe	rd. 2 · 10 ⁶ t

Die Notwendigkeit der Reduzierung dieser Emissionen wird besonders deutlich, wenn über die pauschale Angabe hinaus ihre Verteilung regional aufgegliedert wird. Für den Gesamtstaub ist dies – was die Immissionsseite angeht – in der Schriftenreihe der Landesanstalt für Immissions- und Bodennutzungsschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Heft 28 (1973), dargestellt. Des weiteren zeigt Tab. 2. die mittleren Jahreswerte der SO₂-Immissionskonzentrationen in einigen Ruhrstädten (KÜLSKE, S., DOBRICK, H., 1971; Schriftenreihe LIB, 1973) und die Jahresmittelwerte für 1969 und 1970 der DFG-Meßstellen Gelsenkirchen, Mannheim und Westerland, letzteres als unbelastetes Gebiet (siehe Anhang II zu Abschnitt 3.6 Umweltchemikalien und Ökosysteme, Tab. 8).

Die Belastung der Ruhrstädte beträgt danach ein Mehrfaches des auf Westerland gemessenen Wertes. Die hier dargestellte Situation wird noch verschärft durch die zeitlichen Schwankungen der Immissionen. Hierher gehören z. B. der Tag- und Nachtrhythmus, der jahreszeitliche Rhythmus, meteorologische Einflüsse (Smogperioden). Einen Eindruck vermittelt Abb. 4 (Schriftenreihe LIB, 1973), in der jahreszeitliche Einflüsse – verursacht auch durch den im Winter häufig auftretenden Inversionseffekt – wiedergegeben sind.

88. Unter die wegen ihrer besonderen Wirkungen vordringlich zu bekämpfenden Stoffe sind neben Kohlenmonoxid, Schwefeltrioxid, Stickstoffdioxid, besonders jene Stoffe ein-

Tab. 2 Immissionsgrößen aus den Jahres-Meßkollektiven einzelner Meßstationen

Immissionskenngrößen (mg SO ₂ /m ³) Station	LIB ¹⁾	DFG ²⁾		LIB ³⁾	
	I ₁	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	I ₁
	1969/70 ⁴⁾	1969	1970	1971/72 ⁴⁾	
Düsseldorf	0,10			0,09	0,09
Duisburg	0,16			0,13	0,14
Oberhausen	0,15			0,14	0,14
Bottrop	0,16			0,13	0,13
Essen-Mitte	0,15			0,12	0,12
Essen-Süd	0,11			0,09	0,10
Gelsenkirchen	0,16	0,17	0,19	0,13	0,13
Wanne-Eickel	0,16			0,12	0,13
Recklinghausen	0,16			0,11	0,11
Bochum	0,15			0,12	0,12
Castrop-Rauxel	0,18			0,14	0,14
Dortmund	0,13			0,11	0,11
Hagen	0,12			0,10	0,11
Mannheim		0,15	0,16		
Westerland		0,022	0,017		

1) November 1969 — Oktober 1970 Schriftenreihe LIB, 1971

2) Siehe 3.6 Umweltchemikalien und Ökosysteme.

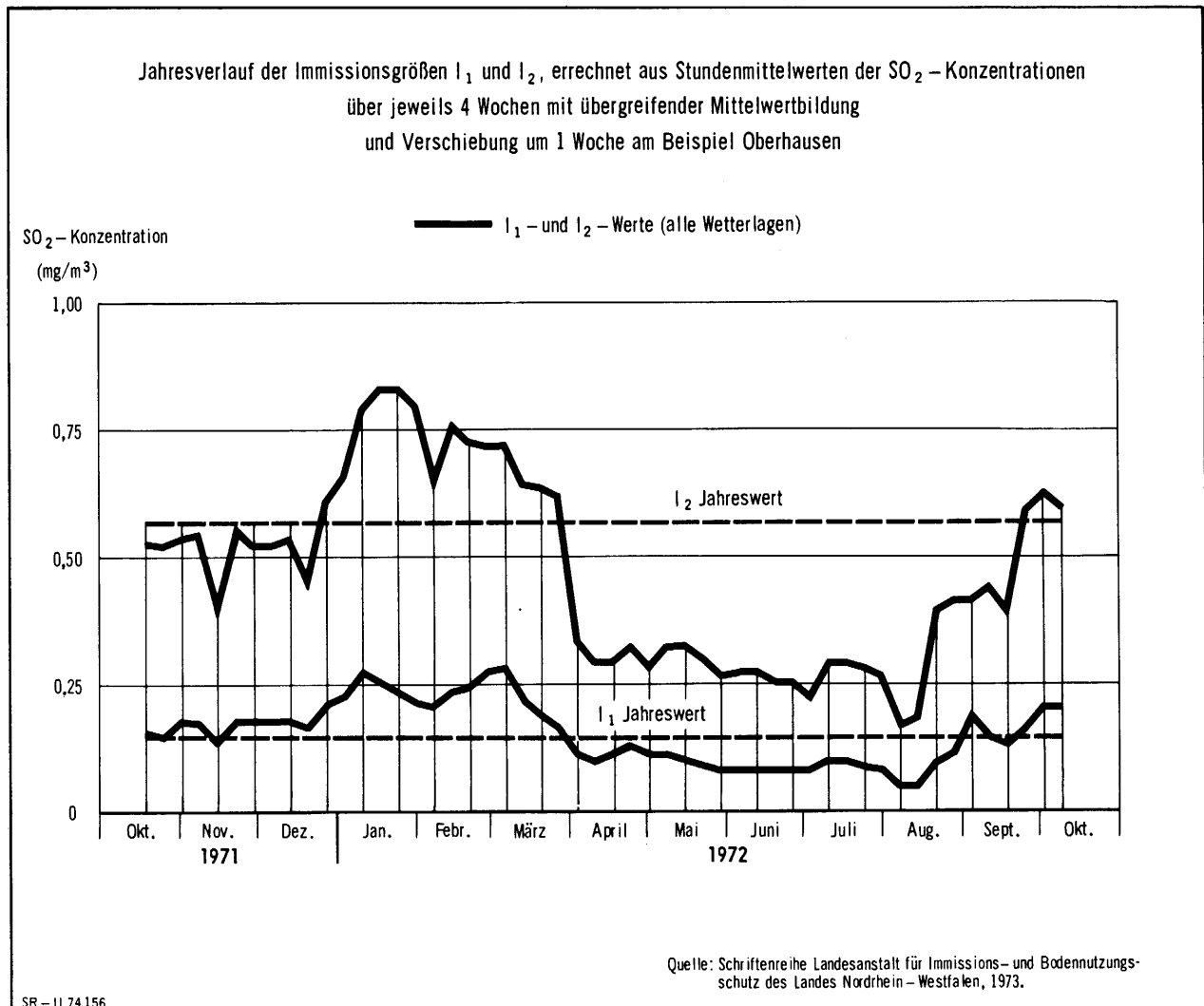
3) Schriftenreihe LIB, 1973.

4) November 1969 — Oktober 1970, bzw. November 1970, Oktober 1971.

\bar{x} arithm. Mittelwert

I₁— Wert: Schriftenreihe LIB 1973.

Abb. 4



zuordnen, die zwar nicht in großen Mengen über das ganze Land verteilt auftreten, heute aber bereits wegen ihrer örtlichen Wirkungen in der Umgebung der emittierenden Anlage zu Abwehrmaßnahmen zwingen. Hierher gehören z. B. Emissionen von Fluorverbindungen, Chlorwasserstoff, Geruchsstoffe (Kohlenwasserstoffe, Schwefelverbindungen), andere Kohlenwasserstoffe, die wegen ihrer gesundheitsschädigenden Wirkung zu beachten sind, lungengängige Aerosole und Stäube.

89. Eine ins einzelne gehende Darstellung der Situation und des Trends auf allen Immissionssektoren kann hier nicht gegeben werden. Von den gasförmigen Emissionen werden daher die mengenmäßig und von der Immissionssituation her im Vordergrund stehenden Schwefeloxide (überwiegend aus stationären Verbrennungsprozessen stammend) und das Kohlenmonoxid (aus dem Kfz-Sektor u. aus stationären Feuerungen), das nicht nur mengenmäßig sondern auch als besonders toxisch wirkendes Inhalationsgift bekannt ist, ausführlicher behandelt. Es wird dann kurz auf einige weitere gasförmige Schadstoffe eingegangen, die durch ihre Menge (Stickoxide) oder ihre Toxizität von Bedeutung sind.

90. Nach einem Überblick über die Situation auf dem Gebiet der partikelförmigen Emissionen wird besonders auf das Feinstaubproblem eingegangen und zuletzt auf die Immissions-Situation auf dem Bleisektor hingewiesen, der zur Zeit wegen der Verwendung verbleiteter Kraftstoffe im Ottomotor (neben industriellen Quellen) sehr beachtet wird.

3.1.6.1 Gasförmige Luftverunreinigungen

Schwefeloxide

91. Am Auswurf von Schwefeloxiden (zu 90% bis 95% Schwefeldioxid) sind vor allem die Verbrennungsprozesse in stationären Feuerungen beteiligt. 1969 warfen sie etwa 9/10 der Gesamtmenge von rd. 4 Mill. t aus (Materialienband: "Umweltplanung", 1971; VDI-Bericht, 1973), der Rest stammte aus anderen industriellen Quellen und aus dem Dieselmotorkraftstoff.

92. Einen Einblick in die vielfältige Verflechtung dieser mengenmäßig und hinsichtlich ihrer Wirkung besonders bedeutsamen Stoffgruppe mit Wirtschaftsaktivitäten vermittelt eine Studie "Zur ökonomischen Verflechtung der Schwefeldioxid-Emissionen" (siehe 3.1.8).

93. Für zahlreiche Emittenten mit kleinsten Abgasmengen (Haushalte, Feuerungen des Kleingewerbes) bis zu sehr großen Abgasmengen (Großkraftwerke) bei geringen Schwefeldioxidkonzentrationen (wenige g im Norm-m³ Abgas) waren geeignete Reinigungsverfahren nicht vorhanden. So blieb zunächst in den 60iger Jahren als einziges Mittel die ausreichende Verdünnung der emittierten Abgase in der umgebenden Atmosphäre durch genügend hohe Schornsteine, eine Maßnahme, die allerdings in der gefährlichsten Situation, nämlich im Smogfall, bei austauscharmen Wetterlagen, unwirksam werden kann.

Wegen der Bedeutung dieses Schadgases waren bereits Anfang der 60iger Jahre die ersten "maximalen Immissions-

konzentrationswerte" für SO₂ erarbeitet worden, aus denen dann die zulässigen Immissionsgrenzwerte (Immissions-Standards) der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft (1964) abgeleitet wurden (VDI-Handbuch: Reinhaltung der Luft; TA-Luft, 1964).

Die inzwischen gesammelten Erfahrungen im Hinblick auf die Gefährdung der menschlichen Gesundheit bei gleichzeitigem Vorhandensein mehrerer Verschmutzungskomponenten, in diesem Fall z. B. Feinstaub und Schwefeldioxid, ebenso wie die inzwischen erweiterten Kenntnisse über die Empfindlichkeit verschiedener Nutzpflanzen gegenüber Schwefeldioxid und Kombinationen dieses Gases mit anderen Schadstoffen lassen diese ersten Immissionsgrenzwerte heute bereits zu hoch erscheinen (SCHLIPKÖTER, H. W., im Druck).

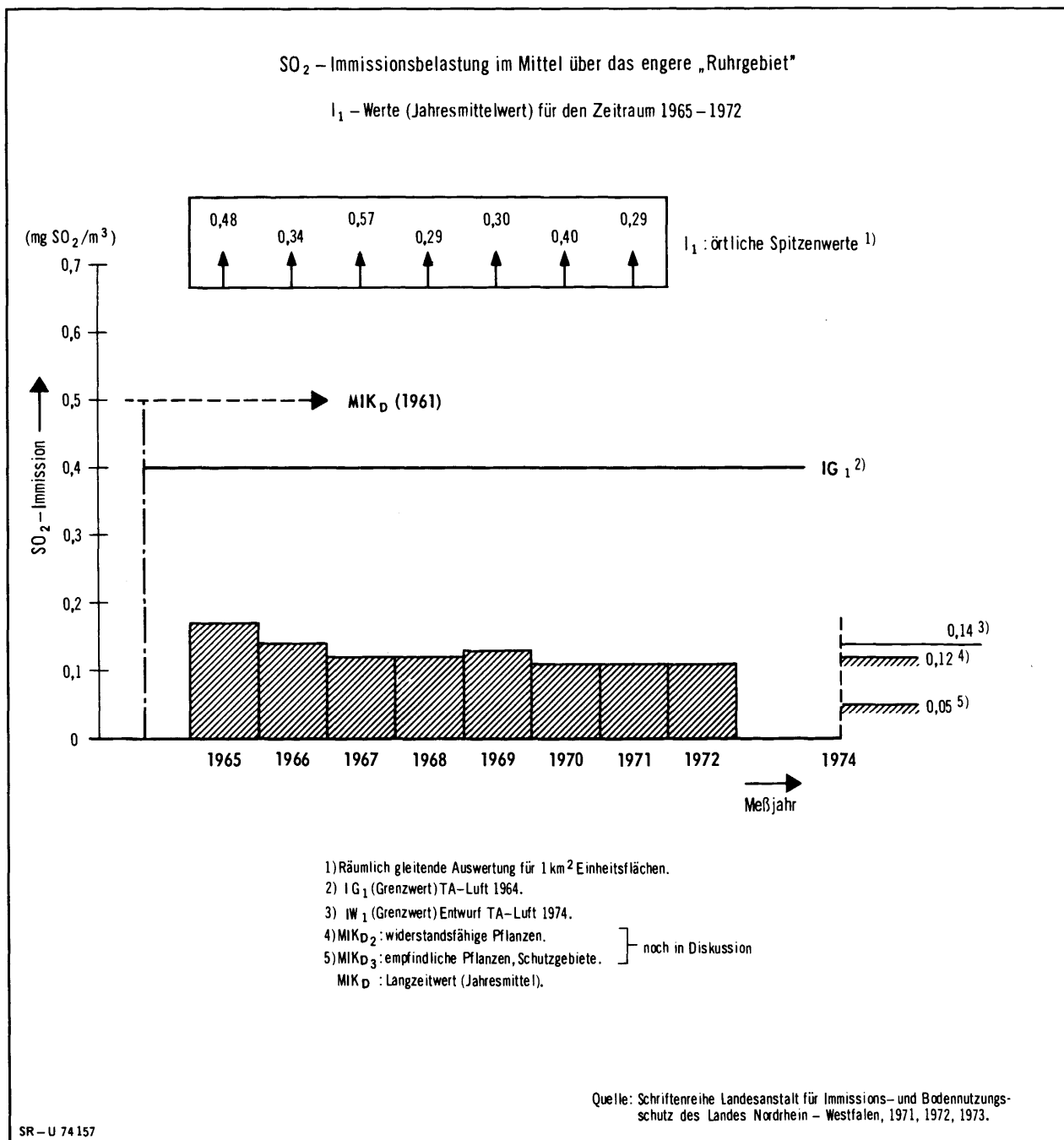
In den Abb. 5–8 ist die Entwicklung im engeren "Ruhrgebiet" (Schriftenreihe LIB, 1971) an Hand der Ergebnisse des Immissions-Meßprogramms der Landesregierung Nordrhein-Westfalen dargestellt. Eingetragen sind neben den MIK-Werten die Immissionsgrenzwerte der TA-Luft (TA-Luft 1964, Novellierung TA-Luft, 1974) und die aus den Meßwerten errechneten Belastungswerte¹⁾ (I₁ = Jahresmittelwert, I₂ = Maximalwert; Schriftenreihe LIB, 1966, 1972, 1973). In den letzten Jahren ist – verursacht durch das Wirksamwerden der ersten Maßnahmen gegen die Luftverschmutzung – ein Trend zur Abnahme der mittleren I₁- und I₂-Werte im Ruhrgebiet zu erkennen (Abb. 5 und 7). Der Einfluß des Wachstums wurde durch bessere Brennstoffausnutzung, sinkende Schwefelgehalte im Brennstoff und den Bau höherer Schornsteine überkompensiert. Man sieht jedoch, daß die Werte die jetzt geltenden Grenzwerte örtlich bereits zeitweilig überschreiten, was auch Messungen an anderen Orten bestätigen (LAHMANN, E. 1973).

Abb. 9 gibt den in den nächsten Jahren zu erwartenden aufsteigenden Trend für den Brennstoffverbrauch und die damit zu erwartenden Schwefeldioxidemissionen nach 1971 vorgenommenen Schätzungen wieder, und zwar insgesamt und aufgeteilt auf die drei Hauptemittenten: Kraftwerke, sonstige Industrie und Hausbrand, wobei für den Schwefelgehalt der Brennstoffe die damaligen Verhältnisse angenommen worden sind. Nicht berücksichtigt werden konnte die durch die gegenwärtige Situation (Energiesubstitution durch Erdölverknappung und Verteuerung) zu erwartenden Verschiebungen im Einsatz der verschiedenen Brennstoffe und ihrer Qualität, die auch zur Zeit noch kaum einigermaßen sicher vorausgesehen werden können. Das Bild gilt weiter unter der Voraussetzung, daß außer den bisher getroffenen keine weiteren Maßnahmen zur Erniedrigung der Emissionen getroffen werden.

Bei weiter steigendem Brennstoffverbrauch, aber auch bei einer marktwirtschaftlich oder politisch verursachten Änderung der Situation auf dem Erdölmarkt, die zu Verwendung von Brennstoffen mit höherem Schwefelgehalt zwingt, muß mit einem Trend zu höheren Immissionen gerechnet werden. Dies und die Forderung nach Senkung der Immissions-Standards (ab 1974 sind die in Abbildung 5 und 7 zur Diskussion gestellten neuen MIK-Werte für Schwefeldioxid und die im Entwurf zur Novellierung der TA-Luft 1974 enthaltenen "Immissionswerte" eingetragen) zeigt, daß eine Verringerung der Schwefeldioxid-Emissionen unvermeidlich ist.

¹⁾ Als Mittelwerte über die Fläche des engeren "Ruhrgebiets" (Schriftenreihe LIB, 1971).

Abb. 5



Seit einigen Jahren wird daher in den Industriestaaten an Verfahren zur möglichst weitgehenden Verringerung des Schwefeloxidauswurfes aus Feuerungsanlagen gearbeitet ("Environmental conservation and the energy producing industries", 1972, VDI-Bericht 1970; VGB, 1972/1973). Dabei geht es sowohl um Technologien zur Entschwefelung der Brennstoffe als auch um Verfahren zur Reinigung der Rauchgase.

Der Stand der Bemühungen zur Entschwefelung fester Brennstoffe in der Bundesrepublik Deutschland stellt sich etwa wie folgt dar: Durch aufbereitungstechnische Maßnahmen wird der Schwefelgehalt der Kraftwerks-Steinkohle – für Ruhrkohle im Mittel um etwa 20 bis

30% auf einen Endschwefelgehalt von etwa 1% – gesenkt werden können.

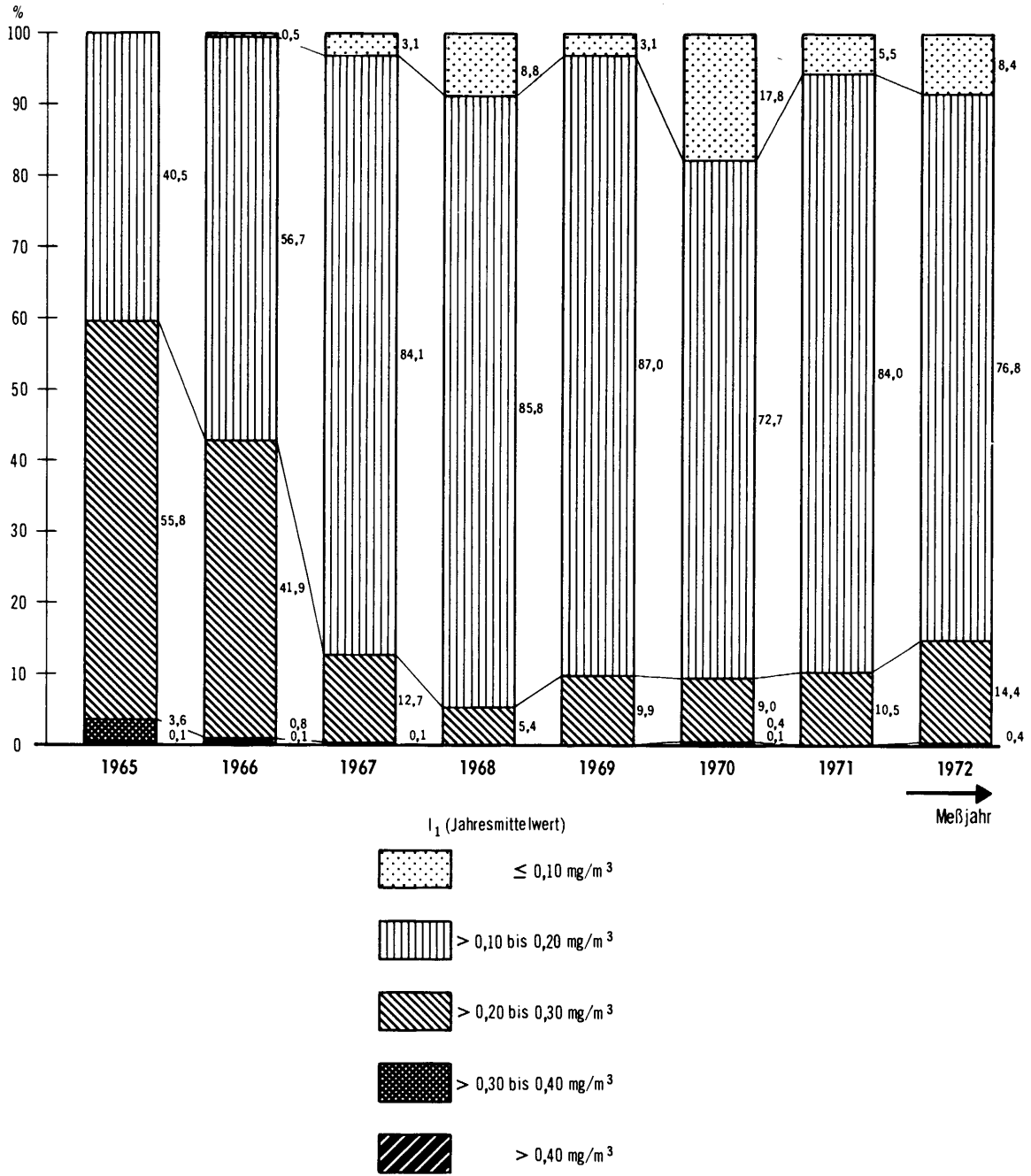
Bei der Verbrennung der Rohbraunkohle wird je nach Kalkgehalt ein Teil des Schwefels in der Asche eingebunden. Bei der Rheinischen Kraftwerkskohle, die den weitaus größten Teil der insgesamt verbrauchten Kraftwerks-Rohbraunkohle ausmacht, muß bei einem mittleren Schwefelgehalt von 0,35% mit stark schwankendem Aschegehalt gerechnet werden. Die Schwefel-Einbindung kann dabei Werte bis um 50% erreichen (Materialienband zum Umweltprogramm der Bundesrepublik: "Umweltplanung", 1971).

Die Entschwefelung des schweren Heizöls auf Werte um 1% Schwefel und darunter ist – von der Kostenseite abgesehen – technisch durchführbar. Der mit erträglichen Mehrkosten erreichbare Wert ist sehr abhängig von der Zusammensetzung, besonders vom Schwefelgehalt des Rohöls und damit vom Ursprungsland. Die Bereitstellung genü-

Abb. 6

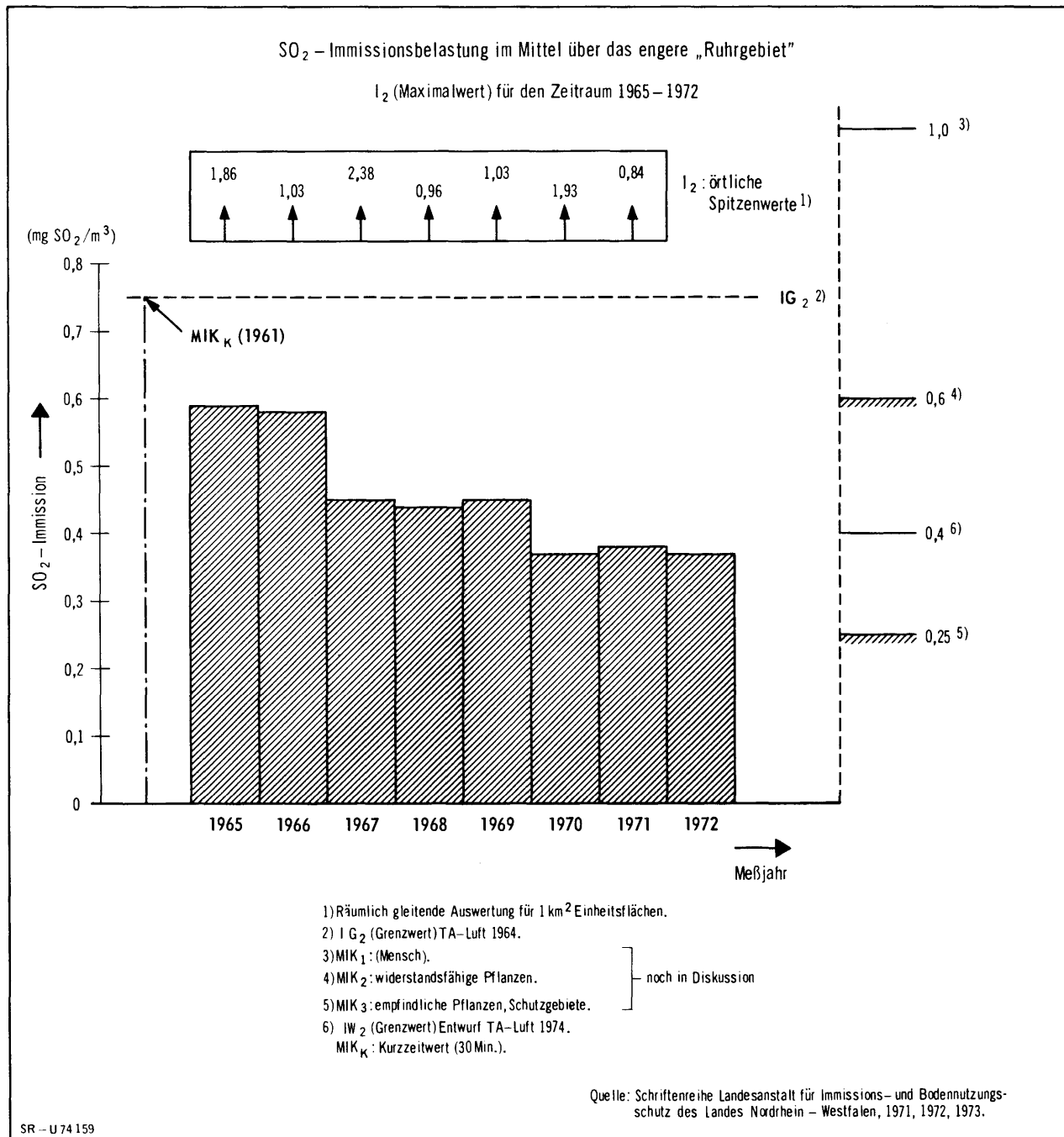
Schwefeldioxid – Immissionen
 Relative Häufigkeiten der Einheitsflächen mit Immissionsbelastungen
 in den angegebenen Stufen für das Ruhrgebiet seit 1965

I₁ – Werte (Jahresmittelwert) für den Zeitraum 1965 – 1972



Quelle: Schriftenreihe Landesanstalt für Immissions- und Bodennutzungsschutz des Landes Nordrhein – Westfalen.

Abb. 7



gender Mengen verzögert sich wegen der erforderlichen Zeit zum Ausbau der apparativen Einrichtungen in den Raffinerien (KATIN, A., 1973; GRIMM, W., 1972).

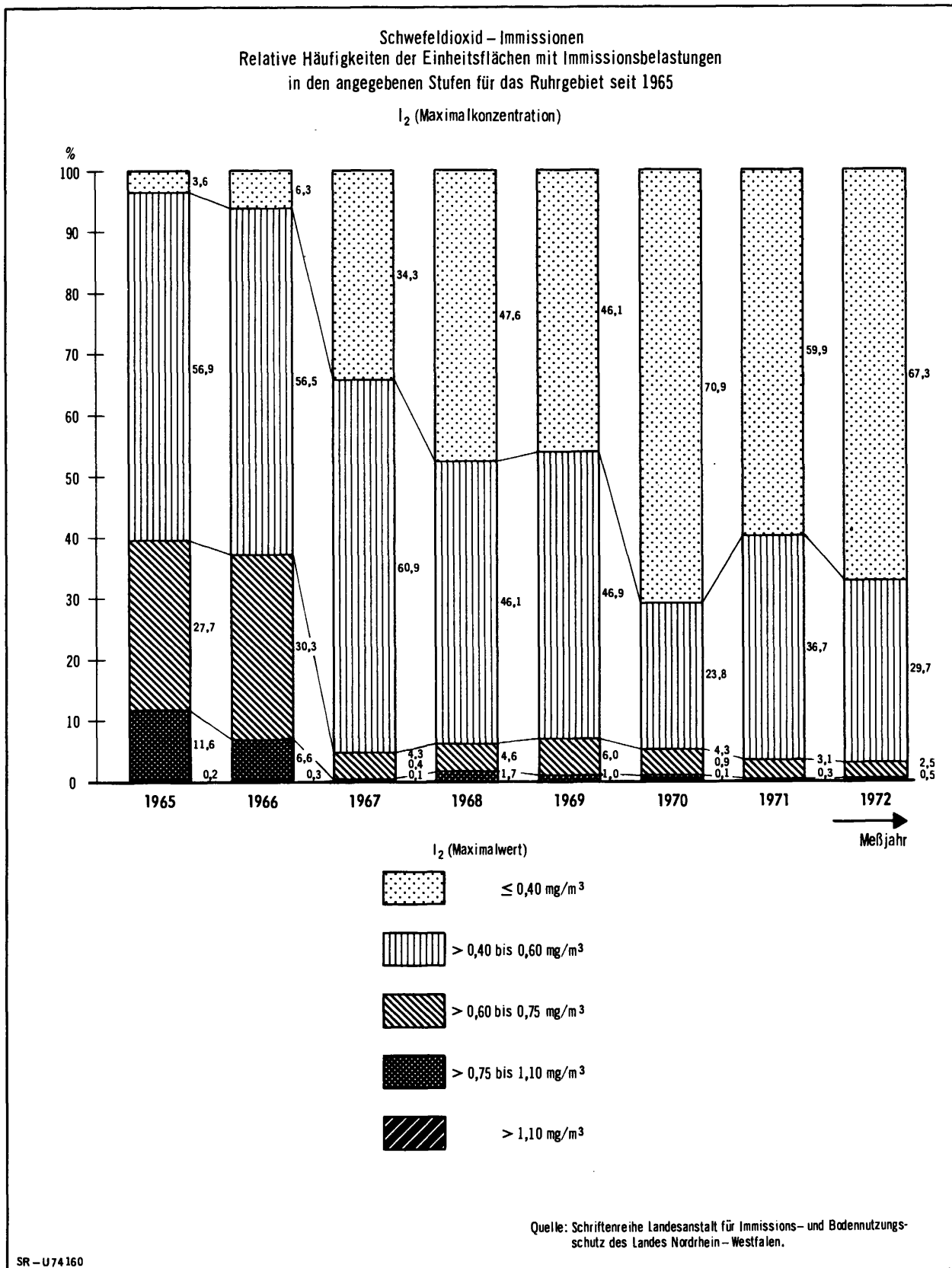
Die Bereitstellung genügender Mengen Destillates (Heizöl EL) mit niedrigerem Schwefelgehalt für den Sektor der Kleinf Feuerstätten im Haushalt und Gewerbe wird kaum Schwierigkeiten machen. Im Rahmen der Europäischen Gemeinschaft steht ein Vorschlag für eine einheitliche Regelung bevor, wonach der Schwefelgehalt des leichten Heizöls und des Dieselöls – voraussichtlich mit Beginn der Heizperiode 1977/1978 – auf 0,3% begrenzt werden soll (KATIN, A., 1973). Zur Entschwefelung von Rauchgasen wurden besonders in den Vereinigten Staaten, in Japan und in der Bundesrepublik Deutschland zahlreiche Verfahren vorgeschlagen, entwickelt und erprobt ("Environmental conservation and the energy producing industries", 1972; GOLDSCHMIDT, K., 1973; BROKE, W., DAVIDS, P., 1974).

Zu den bei uns entwickelten Verfahren gehören vornehmlich: Das trockene mit einer Aktivkohlschwanderschicht als Adsorber arbeitende "Bergbau-Forschungsverfahren" (VGB, 1972/73), das nächsten in einer Adsorber-Einheit für etwa 150 000 Norm-m³/h Rauchgas in einem Steinkohlen-Kraftwerk erprobt werden soll.

Ein Naßreinigungungsverfahren ("Bischoff-Verfahren") unter Verwendung einer Kalksuspension wird hinter einer Steinkohlenstaubfeuererzeugung erprobt. Bei diesem Verfahren werden Schwefeloxide, Fluorverbindungen und auch Staub weitgehend entfernt (GOLDSCHMIDT, K., KNOSPE, J., 1973). Das Versuchsprogramm umfaßt neben Erprobung der Anlage Untersuchungen über die Deponierbarkeit und die Verwertbarkeit des Kalk-Flugasche-Schlammes.

Für Schwerölf Feuerungen wurde das Grillo-AGS-Verfahren entwickelt (VDI, 1970; DREYHAUPT, F.J., 1972) ein Naßverfahren mit Eindüsung einer Mangan-Magnesium-Suspension. Es wurde bisher in ei-

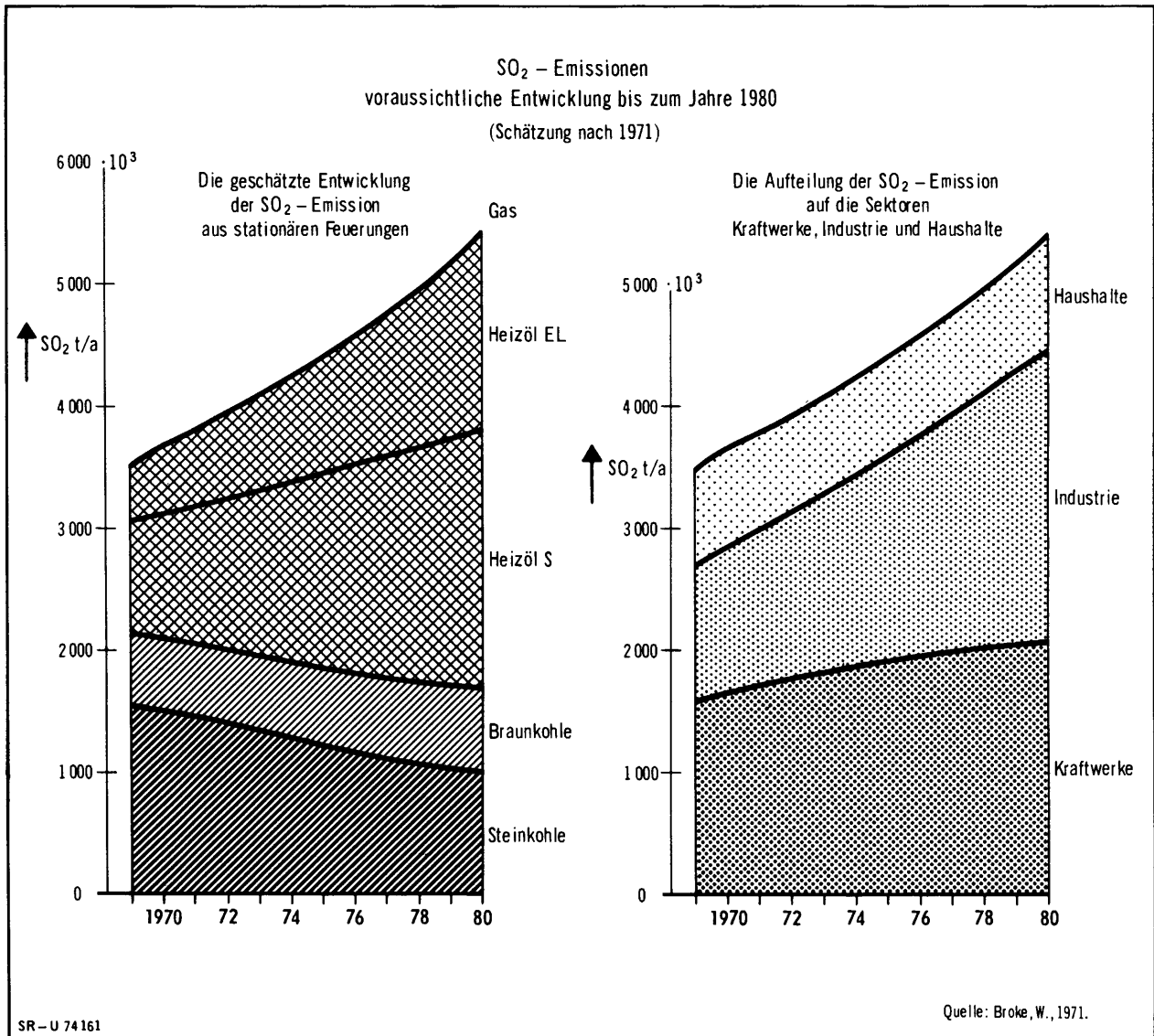
Abb. 8



ner kleineren ölgefeuerten Betriebsanlage (etwa 28 000 Norm-m³/h Gasdurchsatz) erprobt. Auch hier gehört die umweltfreundliche Behandlung der mit Schwefel beladenen umlaufenden Masse und des abgetriebenen Schwefeldioxid-Reichsgases zum Verfahren. Zur Zeit steht

hier der Schritt in die erste größere Anlage an mit Rauchgasmengen in der Größenordnung von 200 000 bis 300 000 Norm-m³/h, wobei die Entsorgungstechnik für die anfallenden Nebenprodukte mit zu untersuchen sein wird.

Abb. 9



94. Eine mit Mitteln des BMFT geförderte Systemanalyse¹⁾ hat das Ziel, alle verfügbaren Informationen über Entschwefelungsverfahren für Brennstoffe und Abgase zu sammeln, einheitlich auszuwerten und die Verfahren hinsichtlich ihrer technischen Einzelheiten und wirtschaftlichen Auswirkungen zu vergleichen. Diese Analyse soll Schlüsse über die Anwendbarkeit der Verfahren auf unsere Verhältnisse ermöglichen. Von Mitarbeitern der LIB, Essen, wurde inzwischen eine Übersicht über den weltweiten Stand der Technik insbesondere auch über die betriebliche Erprobung und Bewährung der verschiedenen Verfahren, die sich zum Teil bereits im großtechnischen Einsatz befinden, erarbeitet. Die Arbeit wird nächstens zur Veröffentlichung kommen (BROKE, W., DAVIDS, P., 1974). Danach ermöglicht der auf internationaler Basis erreichte Stand der Entwicklung auf diesem Gebiet, wie in der Arbeit dargestellt wird, auch in der Bundesrepublik Deutschland zukünftig die Anwendung solcher Verfahren zur Herabsetzung der Schwefel-

oxid-Emissionen von Großanlagen. Der Bericht kommt zum Schluß, daß die Schwierigkeiten, die zum Teil in den ersten Anlagen aufgetreten sind, "sich offensichtlich nach Verfahrensmodifizierungen in Anlagen der zweiten Generation beseitigen lassen". Zur wirtschaftlichen Seite dieser Maßnahmen sagt der Bericht aus, daß mit einer Erhöhung der Stromerzeugungskosten um 10 bis 20% und des mittleren Verkaufspreises um 3 bis 7% zu rechnen sein wird (Stromerzeugungskosten zu $\frac{1}{3}$ und Stromverteilungskosten zu $\frac{2}{3}$ am Verkaufspreis beteiligt).

Bereits 1972 hat der Arbeitsminister des Landes Nordrhein-Westfalen anhand eines Gutachtens der LIB festgestellt, "daß die Rauchgasentschwefelung an ölgefeuerten Kraftwerken als Maßnahme zur absoluten Verminderung der SO₂-Emissionen einsetzbar ist", und für die Erteilung von Genehmigungen im Rahmen des § 16 Gewerbeordnung Vorschriften erlassen, die bei größeren Anlagen die Verfeuerung schwefelarmen Heizöls oder die Rauchgasentschwefelung notwendig machen (Rundschreiben des Ministers für Arbeit, Gesundheit und Soziales des Landes Nordrhein-Westfalen, 1972).

¹⁾ Wird federführend bearbeitet von der Technischen Vereinigung der Großkraftwerksbetreiber e. V., Essen.

Dieser Tatbestand hat auch Eingang gefunden in den Entwurf zur Novellierung der TA-Luft (TA-Luft, 1974). Er enthält Bestimmungen zur Herabsetzung des Schwefeldioxidauswurfs durch Verwendung schwefelarmer Brennstoffe oder – bei Großanlagen – durch Rauchgasentschwefelung, und zwar sowohl bei Verfeuerung fester als auch flüssiger Brennstoffe. Damit ist ein bedeutender Schritt zur Verminderung der Schwefeloxid-Emissionen getan. In diesem Zusammenhang muß den Arbeiten zur Optimierung vorhandener wie auch zur Entwicklung und Erprobung neuer Verfahren zur Verminderung des Schwefelgehalts der Brennstoffe oder zur Rauchgasentschwefelung hohe Priorität zugesprochen werden.

Um – wie oben erwähnt – nicht auszuschließende Schwierigkeiten beim Bau von Großanlagen zur Rauchgasentschwefelung so klein als möglich zu halten, ist ein schrittweises Vorgehen bei der Wahl der Anlagengröße und gegebenenfalls der Bau von Demonstrationsanlagen zur großtechnischen Erprobung neuer Verfahren zu empfehlen.

Von großer Bedeutung wird es sein, in den nächsten Jahren die beiden Möglichkeiten – der Entschwefelung der Brennstoffe und der Rauchgasentschwefelung – in ihren verschiedenen Anwendungsgebieten und entsprechend dem zu erwartenden zeitlichen Ablauf bis zur Verfügung über genügende Kapazitäten zu kombinieren, um eine möglichst schnelle Senkung der gesamten SO_2 -Emissionen bei bester Ausnutzung des für den Bau und Betrieb der Anlagen nötigen finanziellen Aufwandes zu erreichen. So sollte z. B. daran gedacht werden, die ersten größeren Mengen entschwefelten Heizöls zu den kleineren Verbrauchern zu lenken, während neu erstellte Großverbraucher mit Rauchgasentschwefelungsanlagen ausgerüstet werden, die für kleinere Anlagen nicht tragbar sein werden. Bei der

unternehmerischen Entscheidung über die Art der Schwefeloxidreduzierung wird bei diesen Großanlagen eine Rolle spielen, daß bei der Wahl der Rauchgasentschwefelung die Verbrennung von nichtentschwefelten, gegebenenfalls hochschwefelhaltigen Brennstoffen möglich wird, deren Preise sicher nennenswert unter den Preisen für schwefelarme Brennstoffe liegen werden. Auch die Unabhängigkeit vom Markt für schwefelarme Brennstoffe wird zu beachten sein.

Das Kohlenmonoxid

95. Unter den Schadstoffen steht weiter das Inhalationsgift Kohlenmonoxid im Vordergrund, das vor allem bei der unvollständigen Verbrennung von Brennstoffen entsteht. Die Emissionen, die für 1969 auf 8 Mill. t im Jahr beziffert wurden (Materialien zum Umweltprogramm der Bundesregierung, "Umweltplanung", 1971) sind zum großen Teil dem Kraftfahrzeugmotor anzulasten. Eine weitere wesentliche Rolle spielen die Emissionen aus unvollständig ablaufenden Verbrennungsvorgängen in stationären Anlagen, hier besonders beim Hausbrand. Dazu kommen industrielle Emittenten, hier wieder Verbrennungsprozesse mit unvollständiger Verbrennung, bei der Eisen- und Stahlerzeugung, in der chemischen Industrie ("Emissionskataster Köln", 1972) u. a., die örtlich mehr oder weniger Bedeutung haben.

Die Emissionen von Kraftfahrzeugen mit Otto-Motoren wurden in der Studie des Sachverständigenrates "Auto und Umwelt" ("Auto und Umwelt", 1973) ausführlich behandelt. Trend und Abwehrmaßnahmen dargestellt. Die Emissionen erfolgen in niedriger Höhe und verursachen somit in der nächsten Umgebung hohe Immissionskonzentrationen, wie Messungen in Großstadtstraßen zeigen. Hierzu sei als Beispiel auf Messungen in Stadtgebieten hingewiesen ("Emissionskataster Köln", 1972; GEORGII, H. W., 1972; TÜV-Rheinland, 1972). Die in vielbefahrenen, schlecht be-

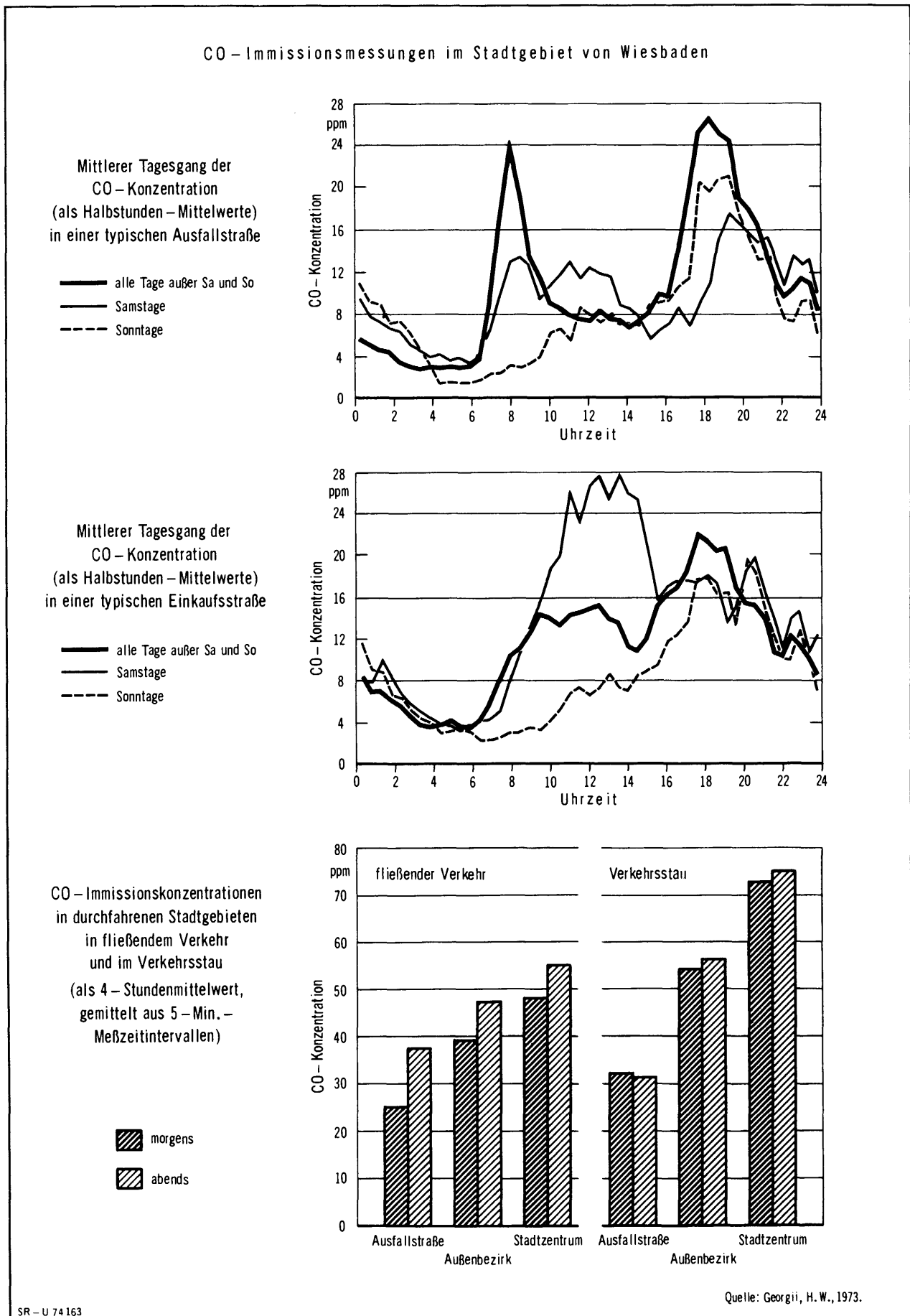
**Tab. 3: CO-Immissionen in Stadtstraßen von Köln
(nach Emissionskataster Köln, MAGS des Landes NW, 1972)**

Straße	Messungen der Immission (mg/m^3) in der Straßenschlucht			
	Kfz/30 Min.	tags		nachts
		Mittel ¹⁾	Maximal ²⁾	
Bonner Str./Rolandstr.	442	18	47	5
	900	10	21	
Richmodstr./Wolfstr.	231	12	82	5
	180	63	85	
Ehrenstr./Friesenwall	121	8	28	4
	Ehrenstr./Beneisstr.	120	13		21
Hohenzollernring/Ehrenstr. Gegenrichtung	1 500	12	20	4
	1 500	29	48	
Antwerpener Str./Friesenpl.	138	8	42	5
	Antwerpener Str./Genterstr.	330	21		40
Friesenstr./Hohenzollernring	281	15	47	3
	Friesenstr./Friesenwall	170	4		7

1) 14 Stunden-Mittelwert.

2) Halbstunden-Mittelwert.

Abb. 10



lüfteten Straßen und Kreuzungen gemessenen Immissionskonzentrationen an Kohlenmonoxid liegen in verkehrreichen Zeiten zum Teil bereits heute über den für die menschliche Gesundheit zuträglichen Werten (Tab. 1), wie Tab. 3 und Abb. 10 zeigen.

Die erwähnten Messungen haben auch die Bedeutung der Kleinfeuerungen in Haushalt und Kleingewerbe — besonders in der kalten Jahreszeit — aufgezeigt ("Emissionskataster Köln", 1972). Die Auswürfe sowohl der Kraftfahrzeuge als auch der Kleinfeuerungen spielen wegen der niedrigen Quellhöhe während der bei Hochdruckwetterlagen im Herbst und Winter besonders häufig auftretenden kurzzeitigen Bodeninversionen eine besondere Rolle (SCHWARZ, K., REIDAT, R., BOHN-SACK, C.). Diese Inversionen werden in dieser Zeit oft täglich über Nacht — infolge der Wärmeabstrahlung des Erdbodens — aufgebaut. Bei ihrer Auflösung mit beginnender morgendlicher Sonneneinstrahlung kommt es zu hohen Schadstoffkonzentrationen in Bodennähe aus den in den unteren Luftschichten angesammelten Emissionen (vom Hausbrand außer Kohlenmonoxid auch Ruß und ungesättigte Kohlenwasserstoffe, darunter übelriechende Schwel- und Reaktionsprodukte). Richtige technische Konzeption der Heizungsanlage, sorgfältige Wartung und richtige Einstellung der Feuerung sind für eine Senkung dieser Emissionen entscheidend. In diesem Zusammenhang sei auf die Erfolge hingewiesen, die einzelne Länder (als erstes Nordrhein-Westfalen) durch Einführung einer regelmäßigen meßtechnischen Überwachung zunächst der ölgefeuerten häuslichen Heizungsanlagen erreicht haben. Die von den Schornsteinfegern unangemeldet durchgeführten Ruß- und Ölauswurfmessungen ergaben im ersten Jahr der Überwachung in Nordrhein-Westfalen (1964/65) 63% beanstandete Anlagen. Diese Zahl ist im Jahre 1969/70 auf 13% zurückgegangen. Dieser Erfolg ist umso größer, als sich die Zahl der überwachten Anlagen von anfangs rund 175000 mittlerweile mehr als verdoppelte. Die inzwischen durch Verordnung des Landes Nordrhein-Westfalen ebenfalls eingeführte Überwachung der kohlegefeuerten Haushaltsöfen wird zweifellos zu ähnlichen Erfolgen führen (3. Verordnung zum Immissionsschutzgesetz Nordrhein-Westfalen, 1965, HLH, 1971; 8. Verordnung zum Immissionsschutzgesetz Nordrhein-Westfalen, 1970). Sie wird besonders kohlennahen Gebieten — Ruhrgebiet — zugute kommen, wo noch immer zahlreiche mit festen Brennstoffen beheizte Einzelöfen verwendet werden. Darüber hinaus ist der Übergang zur Zentralheizung anstelle der Einzelheizung zu unterstützen. Besonders vorteilhaft ist die Versorgung geschlossener Gebiete (neuer Siedlungen) durch emissionsarme Wärmeversorgung (Gas, Strom, Fernwärmeversorgung mit Heizkraftwerk). Die rechtlichen Möglichkeiten, den Anschluß- und Benutzungszwang an eine Fernwärmeversorgung durchzusetzen (z.B. im Rahmen des Bebauungsplanes), bedürfen dringend einer Stützung durch den Gesetzgeber (BRAUN, W., DAU, H., 1973).

Weitere gasförmige Schadstoffe

96. Ähnlich wie das Schwefeldioxid und das Kohlenmonoxid ist die Emission der Stickoxide, die gemeinsam mit ungesättigten Kohlenwasserstoffen als Smogbildner während austauschbarer Wetterlagen eine besondere Rolle spielen,

überwiegend mit Verbrennungsprozessen gekoppelt, und zwar sowohl bei feststehenden Feuerungen als auch bei der Verbrennung im Kraftfahrzeugmotor. Dabei sind die Emissionen aus dem Kraftfahrzeugsektor in den Ballungsgebieten des Verkehrs besonders in den Straßenschluchten der Großstädte ("Emissionskataster Köln", 1972), wieder von entscheidender Bedeutung, und zwar sowohl quantitativ als auch wieder wegen der geringen Emissionshöhe knapp über Straßenniveau (wo auch Hausbrand und die Feuerungen des Kleingewerbes in geringerem Maße zur Stickoxidmission beitragen). Daneben müssen auch die industriellen Emittenten von Stickoxiden im Auge behalten werden ("Emissionskataster Köln", 1972), hierunter vornehmlich industrielle Großquellen, wie Großfeuerungen in Wärmekraftwerken (für große gasgefeuerte Kessel wird im Normalfall die Stickoxidmission bestimmend für die notwendige Schornsteinhöhe), in der Stahlindustrie (EICKELPASCH, D., TICHY, H., 1973), aus Anlagen der chemischen Industrie u.a.

Für eine Bilanzaufnahme war zunächst eine geeignete Meßtechnik zu entwickeln (siehe die meßtechnischen VDI-Richtlinien im VDI-Handbuch "Reinhaltung der Luft"). Der nächste Schritt führt zum Studium der Möglichkeiten, die Stickoxidbildung durch entsprechende Lenkung des Verbrennungsprozesses zu beeinflussen.

97. Von den sonstigen Gasemissionen sind einige in den letzten Jahren wegen der durch sie verursachten hohen örtlichen Immissionsbelastungen in der Umgebung der emittierenden Anlage in den Vordergrund getreten. Gasförmige Fluoremissionen (z.B. bei der Aluminiumgewinnung, der Verbrennung fester Brennstoffe, aus Erzsinteranlagen, bei der Glas- und Keramikherstellung), Chlorwasserstoff (z.B. aus Anlagen der Chemie, aus der Abfallverbrennung; DAVIDS, P., GERHARDS, K., BROKE, W., 1973) und Geruchsstoffe (meist Kohlenwasserstoffe und Schwefelverbindungen, besonders aus Anlagen der chemischen und petrochemischen Industrie, der Lebensmittelindustrie, der Massentierhaltung und dergleichen) sind im allgemeinen an die für diese Emissionsgruppen spezifischen Anlagen gebunden. Sie können allerdings bei Häufung der Emittenten von allgemeiner Bedeutung werden¹⁾.

In Teilgebieten von Verdichtungsräumen nähern sich die im Rahmen der Immissionsüberwachung gemessenen Fluorionenwerte (als Maß für die gasförmigen Fluorverbindungen) bereits den tolerierbaren Kurzzeitwerten (Tab. 1a und 1b) und überschreiten sie. Erstmals 1971 durchgeführte systematische Messungen organischer Immissionen (gemessen als "Gesamtkohlenstoffgehalt") in einem besonders von der chemischen Industrie geprägten Gebiet (zwischen Köln-Rodenkirchen und Düsseldorf-Neuß) haben auch auf diesem Sektor Überschreitungen des von der LIB vorgeschlagenen Kurzzeit-Grenzwertes ($2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) offengelegt (Schriftenreihe LIB, 1972, 1973). Vordringlich ist daher auch hier die Aufklärung über die Menge der Auswürfe und über die Beeinflussbarkeit derselben von der Prozeßtechnik und der Gasreinigungstechnik her.

¹⁾ Der Entwurf zur Novellierung der TA-Luft (TA-Luft, 1974) enthält generelle Auswurfbegrenzungen für Fluorwasserstoff, Chlorwasserstoff und eine Reihe von dampf- oder gasförmigen organischen Verbindungen, letztere in Anlehnung an die in Neubearbeitung befindliche VDI-Richtlinie 2280.

3.1.6.2 Partikelförmige Luftverunreinigungen

Gesamtstaub – Feinstäube

98. Durch die Verbesserung der Entstaubungstechnik gelang es, die Staubemissionen neuer Anlagen erheblich zu reduzieren. Während für neu zu errichtende Großanlagen 1960 noch Entstauber mit Abscheidegraden um 90–95% üblich waren, stiegen diese Werte mit Wirksamwerden der Forderungen nach besseren Entstaubungstechniken (VDI-Handbuch, "Reinhaltung der Luft"; TA-Luft, 1964), auf 99% und darüber (SCHWARZ, K., 1971). Durch gezielte Verbesserungsprogramme zur Sanierung alter Anlagen bzw. durch deren Ersatz wurde der Gesamtauswurf erheblich gesenkt. Solche Programme wurden in den letzten zehn Jahren z. B. in Nordrhein-Westfalen durchgeführt an Dampfkesselanlagen, Zementwerken, Steinzeugwerken, Kokereien, Brikettfabriken, Stahlkonvertern, Erzsinteranlagen und Gießereien (Immissionsschutz Nordrhein-Westfalen, 1971).

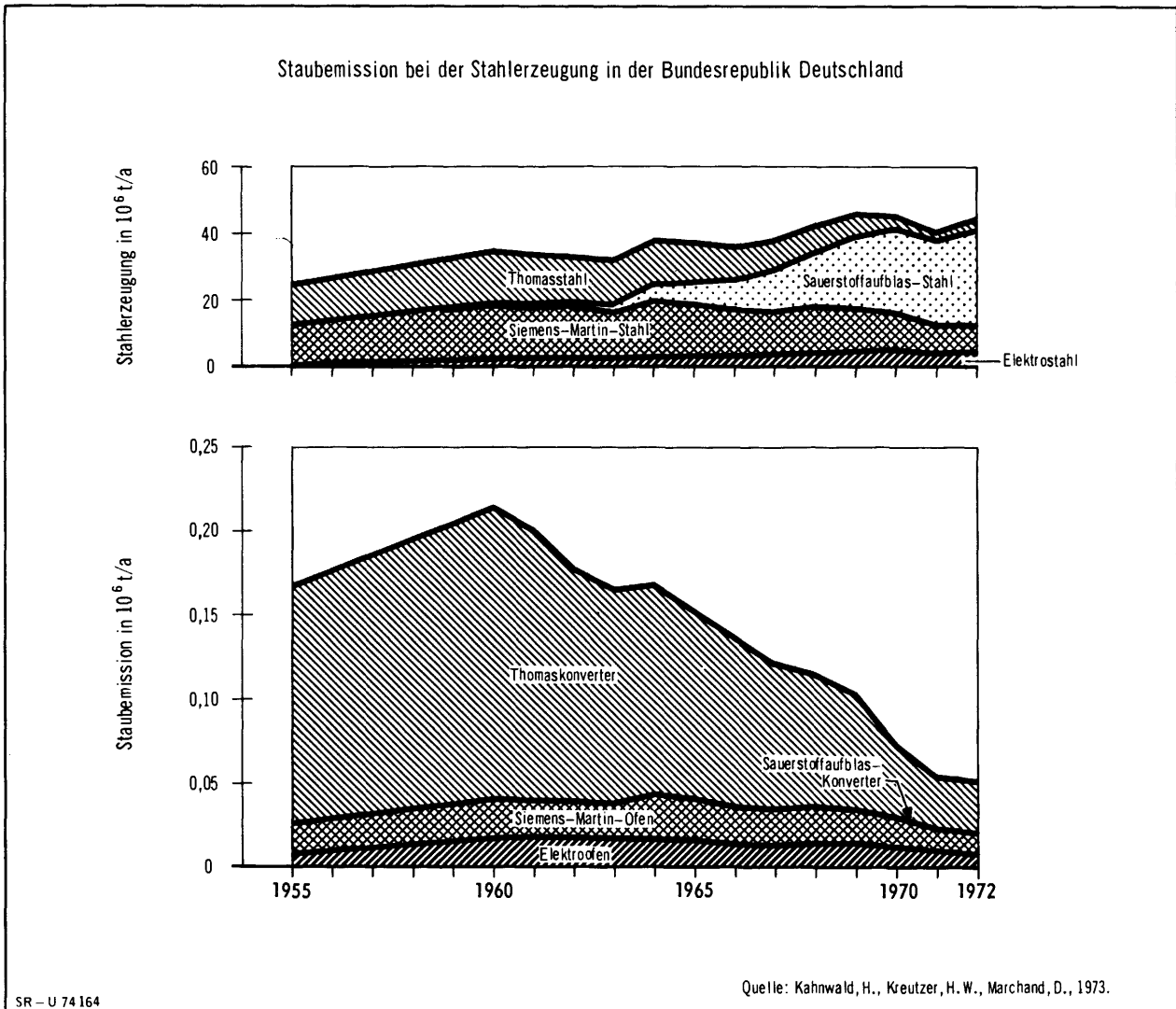
Hierzu einige Beispiele:

Der Staubauswurf aus den Dampfkesselanlagen der öffentlichen und der Industriekraftwerke, der zu Beginn der 60iger Jahre noch um 750 000 t/a lag, ist zehn Jahre später trotz Verdoppelung der Energieerzeugung auf $\frac{1}{4}$ dieses Wertes gesunken (Materialienbund der Bundesregierung, 1971, PIEPER, B., 1967). Dieser Erfolg wurde durch Einsatz hochwertiger Entstauber für Neuanlagen, Verbesserung oder Stilllegung alter Anlagen und die zunehmende Verwendung von Öl und Gas erzielt.

In der Zementindustrie betrug der Staubauswurf 1950 noch 3,5 (Gewichts-) % der Erzeugung. Er ist heute auf 0,1% der Produktion gesunken. 50 bis 70% der Abluft und Abgase werden bereits in Faserstoff-Filtern mit hohen Entstaubungsgraden entstaubt (FUNKE, G., 1973).

Endlich zeigt Abb. 11 (KAHNWALD, H., KREUTZER, H. W., MARCHAND, D., 1973) die Erfolge, die bei der Stahlerzeugung in den letzten Jahren erreicht wurden. Die Entwicklung ist hier charakterisiert durch den Übergang vom (nicht entstaubten) Thomas-Konverter zum Sauerstoff-Aufblas-Konverter, dessen Emissionen (brauner Rauch) heute beherrscht werden. Hinzu kommt der stetige Anstieg

Abb. 11

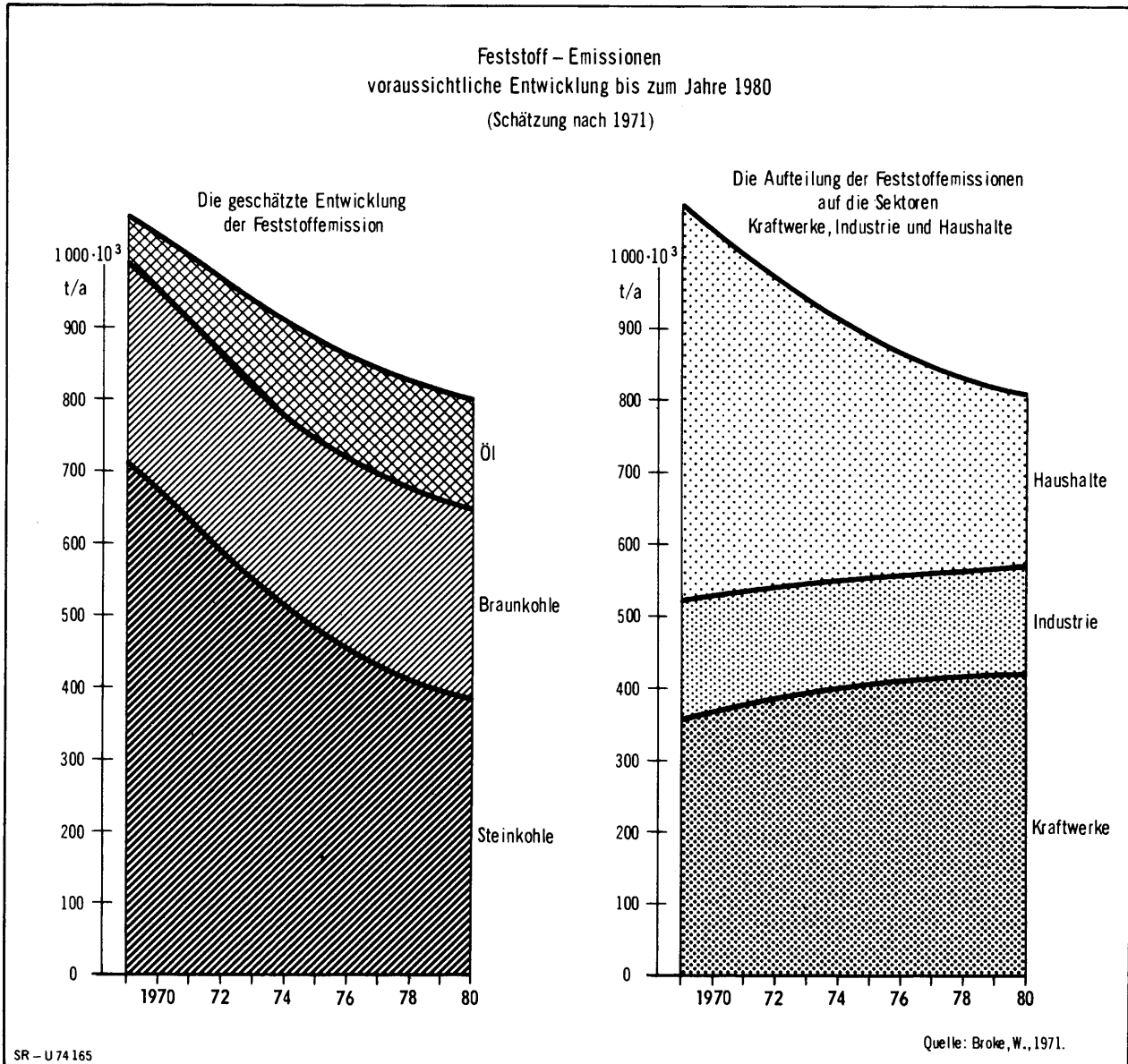


der Elektro-Stahlerzeugung in Ofenanlagen zunehmender Größe, die in steigendem Maße mit einer Direktabsaugung ausgerüstet werden. Hand in Hand damit geht die Abnahme der Gesamtstaubemissionen bei steigender Produktion.

99. Mit diesen Maßnahmen wurde eine erhebliche Verminderung des Staubgehaltes der Atmosphäre und des Staubniederschlages — besonders in Ballungsgebieten — erreicht. So ergeben die im Rahmen des oben erwähnten Immissions-Meßprogrammes des Landes Nordrhein-Westfalen in den vergangenen Jahren durchgeführten Messungen ein stetiges Absinken der Staubniederschlagsmengen im engeren "Ruhgebiet" (Schriftenreihe LIB, 1971). Für das Meßjahr Oktober 1971 bis September 1972 beträgt die pauschale Staubbelastung in diesem Gebiet mit einer Fläche von 1860 km² nach Schriftenreihe LIB (1973) 190000 t im Jahr; sie liegt damit um 9,5% unter der Belastung des davorliegenden Meßjahres und um 39% unter der Belastung des Meßjahres 1963/64, in welchem die Messungen begonnen wurden.

100. In Abb. 12 (BROKE, W., SCHADE, H., 1971) sind die Ergebnisse einer 1971 vorgenommenen Schätzung der Emission bis zum Jahre 1980 festgehalten unter der Voraussetzung, daß gegenüber den derzeit verbindlichen keine zusätzlichen Maßnahmen eingeleitet werden. Dabei ist insbesondere vorausgesetzt, daß der Einsatz von festen Brennstoffen weiterhin rückläufig sein wird, wie es vor dem Eintreten der Energiekrise zu erwarten war. Zweifellos werden sich hier Verschiebungen durch die neue Situation in Richtung auf erhöhten Einsatz von festen Brennstoffen ergeben. Das muß zu einer weiteren Staubemission führen. Wegen der verbesserten Maßnahmen zur Abscheidung von Stäuben, die sich in einer Herabsetzung des zulässigen Grenzwertes für die Staubemissionen der meisten industriellen Anlagen im Entwurf zur Novellierung der TA-Luft (TA-Luft, 1974) gegenüber den jetzigen Grenzwerten ausdrücken, wird aber auch bei erhöhtem Einsatz fester Brennstoffe der Trend zur Abnahme der Gesamtstaubemission

Abb. 12



erhalten bleiben.

Bisher wurde allerdings nur die Staubquantität in die Betrachtung einbezogen. Die Staubqualität wurde weder hinsichtlich der analytischen Zusammensetzung des Staubes noch unter Beachtung des Kornspektrums berücksichtigt. Inzwischen wird von medizinischer Seite wegen der Gefahren für die menschliche Gesundheit eine intensive Beschäftigung mit den Schwebestäuben gefordert, deren Konzentration in der Atemluft in den letzten Jahren in den Ballungsgebieten steigende Tendenz zeigt und tolerierbare Werte (Kurzzeitwert $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Langzeitwert $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Tab. 1 b, TA-Luft, 1974) örtlich überschreitet (Schriftenreihe LIB, 1972, 1973). Ursachen hierfür sind der lange Aufenthalt des Schwebestaubes in der Atmosphäre bei steigender Produktion und die selektive Abscheidewirkung der bisher meist verwendeten Entstaubungsanlagen (Fliehkraftabscheider, in geringerem Maße selektiv sind Elektrofilter).

101. Neben der erhöhten Absorption des Sonnenlichtes – vor allem der UV-Strahlung – durch Schwebestoffe in der Atmosphäre gehen von den Feinstäuben besonders ungünstige Wirkungen aus, wenn sie in die Lunge gelangen, sei es, weil sie vom technischen Prozeß her toxisch wirkende Stoffe enthalten; sei es, weil an der Teilchen-Oberfläche chemische Substanzen der Außenluft adsorbiert sind (z. B. 3,4 Benzpyren) und diese entweder unverändert oder nach katalytischer Umwandlung (z. B. SO_2 zu SO_3) in die Lungentiefe transportiert werden (SCHLIPKÖTER, H. W., 1970, 1972). Als Katalysator wirken z. B. die im Feinstaub häufig enthaltenen Schwermetalloxide, sowie Vanadiumverbindungen. Eine erste Auswahl von besonders zu beachtenden Stäuben aus technischen Prozessen enthält der Entwurf der VDI-Richtlinie 3459. Er nennt u. a.:

Arsen, Beryllium, Cadmium, Blei, Selen, Thallium und Uran und ihre "löslichen Verbindungen"¹⁾, Asbest, 6-wertige Chromverbindungen, Quecksilberverbindungen, sowie Vanadium und seine Verbindungen²⁾.

102. Sorgfältige Untersuchungen sowohl auf der Emissionsseite (über das Kornspektrum der emittierten Stäube und über die Anteile an gefährdenden Stäuben in den einzelnen Kornklassen) als auch über die Wirkung solcher Stäube sind notwendig. Auf der Entstaubungsseite wird die Möglichkeit der Abscheidung feiner Stäube zunehmend eine Rolle spielen.

In diesem Zusammenhang verdient die Weiterentwicklung der filternden Entstauber (Gewebe, Filze, Vliese, Einsatz von Kunstfaser- und Metalldrahtfiltern) sowie Studien über ihre Verwendbarkeit bei den Betriebsbedingungen des Einzelfalles besondere Unterstützung.

Dringlich ist die Festlegung von Immissions-Grenzwerten (Standards) für den Anteil an toxischen Stäuben am Schwebestoffgehalt der Luft und hier besonders für die toxisch wirkenden Schwermetalle.

¹⁾ "Lösliche Verbindungen" sind in diesem Zusammenhang solche Stoffe, die in Atmungs- und Verdauungswegen, auf der Hautoberfläche oder in den pflanzlichen Aufnahmeorganen in einem Grad löslich sind, daß sie ihre gefährdende Wirkung entfalten können (Entwurf TA-Luft, 1974).

²⁾ Der Entwurf zur TA-Luft-Novelle (TA-Luft, 1974) enthält – in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 3459 – Begrenzungen des Gehalts besonderer "Stoffe im Abgas", die entsprechend ihrer Toxizität in 3 Klassen mit zulässigen Emissionswerten von 20,50 und 75 mg je Norm- m^3 eingeteilt werden (gegenüber den Emissionswerten anderer -inert-er- Stäube, die im allgemeinen – je nach Prozeß – zwischen 75 und 150 mg/ m^3 liegen).

Blei und Bleiverbindungen

103. In der VDI-Kommission (SCHWARZ, K., 1973) wird in diesem Zusammenhang die Stoffgruppe der Schwermetalle zur Zeit vorrangig diskutiert mit dem Ziel, Kriterien als Entscheidungshilfe für die Festlegung von Immissions-Grenzwerten zu erarbeiten. Im Rahmen, einer Reihe von Kolloquien, die unter internationaler Beteiligung zur Klärung der Wirkungen wichtiger Schadstoffe durchgeführt wurden, fand im Februar 1973 ein solches über Schwermetalle als Luftverunreiniger unter besonderer Berücksichtigung von Blei, Zink und Cadmium und ihrer Verbindungen statt (VDI-Bericht, Nr. 203, 1973). Danach stellt sich die Situation auf dem Bleisektor, der hier als Beispiel herausgegriffen werden soll, als besonders dringlich dar.

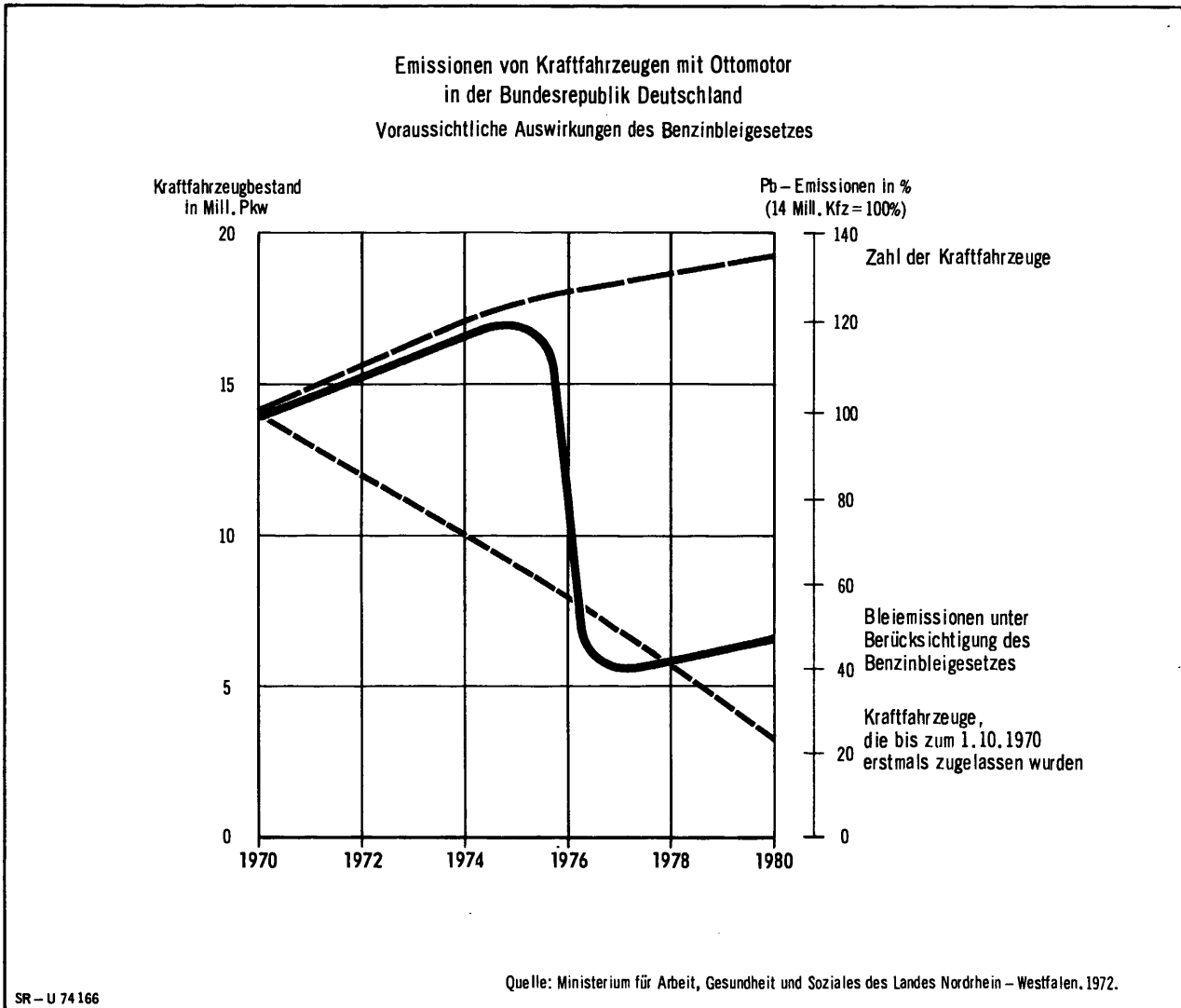
104. Neben den Emissionen aus stationären Anlagen (Metall-, besonders Bleihütten und -umschmelzwerke), deren Immissionen in der Umgebung unter scharfer Kontrolle gehalten werden müssen (Reinhaltung der Luft, Nordrhein-Westfalen, 1973), kommt dem mit verbleitem Benzin betriebenen Otto-Motor besondere Bedeutung zu ("Auto und Umwelt", 1973), dessen Emissionen an Bleiverbindungen 1969 (Materialien zum Umweltprogramm der Bundesregierung, "Umweltplanung", 1971) mit etwa 7000 t/a – auf Blei bezogen – angegeben werden. Die Diskussion über die Wirkungen von Bleiverbindungen auf den Menschen hat zum Vorschlag folgender Blei-Werte (Tab. 1 a) geführt:

$3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als 24-Stunden-Wert und $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Jahres-Mittelwert (für Blei und Bleiverbindungen im Körnungsbereich $< 10 \mu\text{m}$, als Blei gerechnet). Diese Werte werden in Großstädten mit starkem Verkehr bereits erreicht und überschritten (JOST, D., 1971; OELERT, H. H., 1971). Das Benzin-Blei-Gesetz vom 6. 8. 1971 hat hier die richtigen Maßstäbe gesetzt ("Auto und Umwelt", 1973). Seine Auswirkungen auf die Emissionen von Bleiverbindungen und anderen schädlichen Stoffen aus Otto-Motoren zeigt Abb. 13 ("Reinhaltung der Luft", Nordrhein-Westfalen, 1973). Danach ist bis 1980 unter Berücksichtigung der Zunahme der zugelassenen Kraftfahrzeuge etwa mit einer Halbierung der Blei-Emissionen gegenüber 1970 zu rechnen.

3.1.6.3 Überwachung der Luftverschmutzung

105. Um die Einhaltung von Vorschriften und Auflagen zu sichern, zur Bereitstellung von Unterlagen für kurzfristige Entscheidungen und als Entscheidungshilfe für langfristige Planungen sieht der Gesetzgeber die Überwachung der Emissions- und Immissionssituation – beim Emittenten, in seiner Umgebung, in Ballungsräumen und in Schutzgebieten – vor. Damit stellten und stellen sich meßtechnische Probleme, für die in vielen Fällen besondere Analysen- und Meßtechniken zu entwickeln waren und noch sind. Es geht um die Bereitstellung von Meßverfahren für die ausreichend genaue Feststellung vorhandener Situationen und Tatbestände auf der Immissions- und Emissionsseite, sowohl durch Einzelmessungen als auch für die Dauerüberwachung. Neben hochspezialisierten Geräten für die einmalige Messung besonders schwierig zu erfassender Einzelkomponen-

Abb. 13



ten, oft im $\mu\text{g}/\text{m}^3$ – Bereich (z. B. bei der Messung der Fluor-Immissionen), werden als anderes Extrem zur Dauerüberwachung auch kleinerer Emittenten robuste, einfach zu wartende Betriebsgeräte benötigt, deren Kosten in einem vertretbaren Verhältnis zu den Errichtungs- und Betriebskosten der überwachten Anlage stehen. Nach beiden Richtungen wurden Erfolge erzielt, z. B. bei der Entwicklung von Geräten für die selektive Messung der Immissionskonzentrationen wichtiger Schadstoffe (wie Schwefeldioxid, Stickoxide, Fluorionen, verschiedene Kohlenwasserstoffe), auf der anderen Seite für die betriebliche Dauerüberwachung der Staub- und Schwefeldioxidauswürfe größerer Anlagen.

Für Zwecke der Emissions- und Immissions-Prognose (z. B. kurzfristig für den Warndienst, langfristig für Planungsentscheidungen) werden großräumige, nach dem Zweck orientierte Meßnetze mit automatischer Sammlung und Auswertung der Meßwerte benötigt, deren Ergebnisse kurzfristig zur Verfügung stehen müssen.

Mit der Ausweitung des Schutzes auf weitere Immissionskomponenten stellen sich immer neue Aufgaben. Hier ergibt sich ein weiterer Schwerpunkt für die in den nächsten Jahren zu leistende Entwicklungsarbeit, der in seiner Bedeutung kaum zu überschätzen ist.

3.1.7 Empfehlungen

3.1.7.1 Empfehlungen für die in den nächsten Jahren zu treffenden Maßnahmen

1. Gesetzgebung

106. Die im Immissionsschutz-Gesetz 1974 gegebenen Möglichkeiten sollten raschest genutzt werden (BOISSERÉE, K., HAUSMANN, K., 1972), insbesondere sollten notwendige Rechtsverordnungen und Verwaltungsvorschriften erarbeitet werden.

Im besonderen wird empfohlen:

Ermittlung der rechtlichen Möglichkeiten, die das im Gesetz festgelegte Verursacherprinzip bietet. Einführung dieser Möglichkeiten in die Verwaltungspraxis.

Sicherung der Umweltbelange in allen Stufen der Raumplanung. Ausnutzung der Möglichkeiten, im Planungsbereich Vorsorge durch verbindliche Schutzabstände zwischen der emittierenden Anlage und schutzbedürftigen Gebieten zu treffen (vgl. Abstandserlaß des Landes NW, Min. für Arbeit, Gesundheit und Soziales von NW, 1972).

2. Wirkungskriterien, Immissions-Standards

107. Ermittlung von Kriterien und Festlegung von Standards (Immissions-Grenzwerte) für besonders wichtige Verschmutzungskomponenten in der Atemluft. Hierher gehören folgende Maßnahmen:

Überprüfung der in der TA-Luft von 1964 enthaltenen Immissionsgrenzwerte (Schwefeloxide, Chlor, Stickoxide, Schwefelwasserstoff), die dem neuesten Stand der Wissenschaft angepaßt werden müssen. Immissions-Grenzwerte für folgende Stoffe werden vordringlich benötigt: Für den Schwebstoffgehalt der Luft, insbesondere für toxische Stäube, wie sie in 3.1.6.2 erwähnt werden.

Für gasförmige Komponenten: Kohlenmonoxid, Fluorverbindungen, Chlorwasserstoff, Geruchsstoffe (Kohlenwasserstoffe, Schwefelverbindungen), Kohlenwasserstoffe mit toxischer oder smogbildender Wirkung, Oxidantien.

Der Entwurf zur Novellierung der TA-Luft trägt dieser Forderung weitgehend Rechnung (TA-Luft, 1974) (über Einzelheiten ist noch zu verhandeln).

3. Der Verminderung der Emissionen dient die beschleunigte Festlegung von Emissions-Standards (Emissions-Grenzwerte):

108. Die in der TA-Luft von 1964 enthaltenen Emissions-Grenzwerte sind größtenteils durch den inzwischen weiterentwickelten Stand der Technik überholt. In die in Arbeit befindliche Neufassung der TA-Luft (TA-Luft, 1974) müssen weitere Emissionsarten aus Industrie, Gewerbe, Verkehr und Hausbrand aufgenommen werden, die sich inzwischen als wesentlich für die Luftverschmutzung herausgestellt haben, und es müssen Emissions-Standards (Grenzwerte) gesetzt werden.

Dabei ergeben sich folgende Schwerpunkte:

3a) Stationäre Quellen

Verminderung der SO₂-Emissionen aus stationären Feuerungen unter Berücksichtigung der heute verfügbaren Maßnahmen am Brennstoff oder Abgas.

Studium der Stickoxidbildung in Feuerungen, der Möglichkeiten zur Reduzierung und Kontrolle, um Grenzwerte entwickeln zu können. Weitere Herabsetzung der Staubemission unter Berücksichtigung der Fortschritte im Filterbau, insbesondere Begrenzung der Feinstaubemission auf das technisch mögliche unterste Maß, vor allem für toxisch wirkende Stäube. Die "Lungengängigkeit" des Feinkornanteils dieser Stäube ist zu beachten.

Begrenzung der Geruchsemissionen, Entwicklung von Möglichkeiten zur Reduzierung und Kontrolle. Überwachung und Reduzierung einiger besonders schädlicher Emissionen – meist von örtlichen Quellen stammend: Fluorverbindungen, Chlorwasserstoff, gefährliche Kohlenwasserstoffe und dergleichen. Hierher gehören auch die Emissionsprobleme einer Reihe von Anlagearten des Kleingewerbes, auf welchem Gebiet bereits Anfänge in der Ländergesetzgebung vorliegen (Chemische Reinigungsanlagen, Lacktrockenöfen, in "Reine Luft für morgen" (1972) sind weitere Anlagearten aufgezählt, die unter die hier zu behandelnden Emittenten einzureihen sind).

Soweit es sich um genehmigungsbedürftige Anlagen (nach § 16 GewO.) handelt, trägt der Entwurf zur Novellierung der TA-Luft (TA-Luft, 1974) auch hier dieser Forderung weitgehend Rechnung (über Einzelheiten ist noch zu verhandeln).

Auf dem Sektor des Hausbrandes und der kleingewerblichen Feuerungen:

Begrenzung und Überwachung der Emissionen aus Feuerungen mit Ölbrennern und aus Feuerungen für feste Brennstoffe, analog den in einigen Bundesländern bereits getroffenen Maßnahmen im ganzen Bundesgebiet. Unterstützung der Entwicklung raucharmer fester Brennstoffe (PETERS, W., et al., 1973).

Verbesserte Wärmedämmung im Hochbau:

Durch bessere Wärmeisolierung der Bauwerke wird sowohl der Energiebedarf für Heizzwecke gesenkt, wie auch die von ihm verursachte Luftverschmutzung entsprechend verringert. (Die mögliche Verminderung des Energiebedarfs wird auf 20 bis 30% geschätzt). Weitere Einsparungen sind durch Rückgewinnung von Verlustwärme möglich.

Unterstützung aller Bemühungen zum Übergang auf leitungsgebundene immissionsarme Wärmeversorgung (Gas, Strom, Fernwärme). Klärung und Sicherung der rechtlichen Möglichkeiten, Anschluß- und Benutzungszwang an eine Fernwärmeversorgung, z. B. im Rahmen des Bauungsplanes, vorzuschreiben (BRAUN, W., DAU, H., 1973).

3b) Bewegliche Quellen (Kraftfahrzeuge)

109. In der Studie "Auto und Umwelt" des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen (1973) wird die Rolle des Kraftfahrzeuges als Luftverschmutzer behandelt, und es werden Empfehlungen gegeben. Sie lauten für den hier angesprochenen Bereich:

Vordringlich sind Kriterien für die Luftqualität zu erarbeiten, bei denen – unter Berücksichtigung von Kumulations- und Kombinationseffekten – Risiken gesundheitlicher Schäden soweit wie möglich ausgeschlossen und Gefahren, erhebliche Nachteile und Belästigungen vermieden werden. Diese Kriterien bilden die Grundlage zur Aufstellung von Immissions-Grenzwerten (Grenzkonzentrationen in der Einatemungsluft), auf Grund deren die Emissions-Grenzwerte (Grenzkonzentrationen im Auspuffgas) festzusetzen bzw. zu korrigieren sind.

Die Werte für den Schadstoffgehalt der Abgasemissionen von Ottomotoren sollten – entsprechend dem Vorhaben der Bundesregierung – bis 1980 schrittweise auf ein Zehntel der Durchschnittswerte von 1969 reduziert werden. Als Zwischenlösungen für alle ab 1976 hergestellten Fahrzeuge wird empfohlen, Emissions-Grenzwerte vorzuschreiben, welche die Schadstoffemissionen um 50% gegenüber den 1969 gemessenen Durchschnittswerten senken. Ein Zeitplan für die Reduzierung von Schadstoffemissionen bei Dieselmotoren muß umgehend aufgestellt werden. Das Benzin-Blei-Gesetz entspricht den Forderungen für den Umweltschutz. Der Sachverständigenrat fordert die Bundesregierung auf, alle notwendigen Schritte zu unternehmen, um die im Gesetz vorgesehene zweite Stufe termingerecht zu realisieren. Er sieht jedoch mit Sorge, daß dieser Termin gefährdet ist. Er empfiehlt daher der Bundesregierung,

- alle Möglichkeiten zum schnellen Abschluß laufender Genehmigungsverfahren auszuschöpfen,*
- die Mineralölindustrie zu weiteren Genehmigungsanträgen zu drängen,*
- ihre Beteiligung an Mineralölgesellschaften im Sinne des Gesetzes zu nutzen.*

Er appelliert an die Öffentlichkeit, Verbände und Industrie, die Bundesregierung bei der Durchsetzung des Gesetzes zu unterstützen.

Eine ergänzende Möglichkeit, die Einwirkungen der Abgasemissionen von Lastkraftfahrzeugen und Omnibussen zu vermindern, besteht im Hochziehen der Auspuffrohre. Die bisher vorwiegend übliche Anordnung der Auspuffrohre bei diesen Fahrzeugen in etwa 40 cm Höhe führt zu einer Konzentration schädlicher Abgase in Luftschichten, die den Fußgängern – insbesondere Kindern – als Atemmedium dienen. Außerdem gelangen die Abgase in häufigen Verkehrssituationen direkt in die Ansaug- und Belüftungsleitungen der Personenkraftwagen. Beides führt zu Geruchsbelästigungen.

Der Sachverständigenrat fordert daher eine baldige gesetzliche Regelung, nach der bei allen Lastkraftfahrzeugen und Bussen die Auspuffrohre nach oben gezogen werden müssen und erst in einer festzulegenden Mindesthöhe enden dürfen.

Neben der Weiterentwicklung von Otto- und Dieselmotor ist die Entwicklung emissionsarmer bzw. emissionsfreier Antriebe zu intensivieren und staatlich zu unterstützen.

Daneben sollte die öffentliche Hand auch den Einsatz umweltfreundlicher Antriebe fördern. Der Rat empfiehlt daher, den Einsatz von Elektrofahrzeugen und den Umbau auf Flüssiggasbetrieb steuerlich zu begünstigen.

Auch die Steuerpolitik sollte der Entwicklung und Verwendung abgasarmer Motoren dienstbar gemacht werden. Der Rat von Sachverständigen befürwortet daher nachdrücklich die Bestrebungen, das bisherige System der Hubraumbesteuerung zu verlassen. Er sieht jedoch in einem Übergang zur Leistungsbesteuerung keinen entscheidenden Fortschritt. Er schlägt vielmehr vor: Erstens sollte die bisherige Mineralölsteuer in eine nach der Umweltfreundlichkeit des Treibstoffs differenzierte Kraftstoffsteuer übergeführt werden. Zweitens sollte die Kfz-Steuer in konsequenter Anwendung des Verursacherprinzips nach den absoluten Emissionsmengen der Fahrzeuge gestaffelt werden. Eine in diesem Sinne differenzierte Besteuerung des Automobils und des Kraftstoffs begünstigt einerseits den Bau niedrig verdichteter Motoren und setzt andererseits ein Signal zur Entwicklung anderer noch umweltfreundlicherer Antriebe.

4. Meßtechnik

110. Zur Sicherung der Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen muß der Entwicklung von Meßverfahren und Analysetechniken besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden.

Dabei stellen sich vornehmlich folgende Aufgaben:

- 4 a) Entwicklung von Einzelmeßverfahren zur Identifizierung von Immissions- und Emissionskomponenten, soweit solche Verfahren noch nicht vorhanden sind. Gegebenenfalls Vereinfachung bereits vorhandener Geräte, um sie auch in Kleinanlagen oder Feld- und Routinemessungen einsetzen zu können. Zum Beispiel werden leicht handhabbare Verfahren und Geräte zur Identifizierung einzelner toxischer Staubkomponenten, Geruchskomponenten und von einzelnen Kohlenwasserstoffen auf der Immissions- und Emissionsseite gebraucht.
- 4 b) Ausdehnung der Dauerüberwachung von Emissionen durch kontinuierliche automatische Meßverfahren über den derzeitigen Entwicklungsstand hinaus. Dauerüberwachung der Staubemissionen (für große Anlagen vorhanden), hierzu Entwicklung vereinfachter Meßverfahren, um auch kleinere Emissionen, z. B. von Feinstäuben, zu überwachen. Dauerüberwachung weiterer gasförmiger Komponenten, hierzu gehören wieder Chlorwasserstoff (aus Müllverbrennungsanlagen), gasförmige Fluorverbindungen, Stickoxide, Kohlenwasserstoffe.
- 4 c) Entwicklung und Errichtung von Systemen für die Dauerüberwachung der Immissionsbelastung großer Räume (Ballunggebiete), für Staubbiederschlag, Schwefeloxide und gegebenenfalls für weitere, in dem betreffenden Gebiet wesentliche Schadstoffe: Fluorionen, organische Immissionen, Schwebstoffe (Schriftenreihe LIB, 1973). Als Beispiel sei auf die Überwachungsprogramme verschiedener Bundesländer hingewiesen, die dringend einer Koordinierung bedürfen.

3.1.7.2 Empfehlungen zur langfristigen Schwerpunktplanung in der Forschung und Entwicklung

111. Neben der Tagesarbeit an den vordringlichsten Problemen ergibt sich die Notwendigkeit, größere Forschungs- und

Entwicklungsvorhaben zur Verbesserung des Immissionsschutzes der Zukunft sorgfältig zu planen und Prioritäten zu setzen.

Entsprechend der im "Umweltprogramm" der Bundesregierung vorgesehenen Planung auf lange Sicht hat die Projektgruppe "Umweltfreundliche Technik" (Materialienband der Bundesregierung, 1971) eine Reihe von Themenkreisen für zukünftige Forschungs- und Entwicklungsarbeiten auf dem Gebiet des Umweltschutzes vorgeschlagen, welche vordringlich behandelt werden sollen. Einige dieser Schwerpunktthemen betreffen die Luftreinhaltung und sind zu unterstützen.

Es sind dies:

Die Beseitigung von Schwefeloxiden aus Rauchgasen von Verbrennungsprozessen, Entwicklung neuer Technologien (z. B. Kohle-Druckvergasung mit Gasreinigung). Methoden zur kontinuierlichen automatischen Meßanalyse, Abgasprobleme am Verbrennungsmotor, neue Technologien zur emissionsarmen Stahlerzeugung, Beseitigung von Feinstäuben, Beseitigung von Geruchsstoffen.

Diese Aufstellung, die sich zunächst auf einige vordringliche Fälle der Emissionsverminderung und der meßtechnischen Kontrolle bezieht, ist zu ergänzen:

Einbeziehung weiterer Emissionskomponenten in die Arbeiten zur Verbesserung vorhandener und Entwicklung neuer Technologien (z. B. in der NE-Metallverhüttung), Verbesserung vorhandener und Entwicklung neuer Reinigungsverfahren, gegebenenfalls mit kombinierter Wirkung (z. B. Abscheidung von Stäuben, Aerosolen und Gasen in einem Verfahrensgang).

Auf dem Gebiet der Meßtechnik: Komplexe Überwachungssysteme zur Kontrolle der Immissionsituation größerer Gebiete und ihres Trends.

Studien zur Verbesserung der Kenntnisse über die Ausbreitung und Veränderung von Emissionen in der Atmosphäre, insbesondere auch für den Transport luftfremder Stoffe auf weite Entfernungen. Studium der Möglichkeiten der Voraussage der weiteren Entwicklung (z. B. bei Veränderung der Emissions-Situation) als Instrument der vorgezogenen Planung, auch zur Voraussage kritischer Situationen (Smogalarm), z. B. mit Hilfe von mathematisch-klimatologischen Ausbreitungsmodellen.

Studium der Wirkungsmechanismen wichtiger, bisher noch nicht genügend untersuchter Immissionskomponenten. Ausdehnung auf Studien über Wirkungen bei gleichzeitigem Auftreten mehrerer Komponenten und über Langzeitwirkungen (z. B. kanzerogene, mutagene Wirkungen, Veränderungen von Ökosystemen).

3.1.8 Exkurs: Zur ökonomischen Verflechtung der SO₂-Emissionen

112. Durch welche Wirtschaftsaktivitäten wird die vorhandene SO₂-Belastung hervorgerufen? Welche Belastungen ergeben sich insgesamt aus der Versorgung mit bestimmten Endprodukten? Welcher Anteil dieser produktbezogenen SO₂-Belastung entsteht bereits bei der Erzeugung von Vorprodukten? Wie hoch ist demgegenüber der verbleibende "direkte" Beitrag der Endproduktion? Wie verteilen sich die gesamten SO₂-Emissionen auf Zwecke der inländischen Endverwendung? Welcher Anteil inländischer Umweltbelastungen entfällt demgegenüber auf die Exportproduktion?

113. Der mit diesen Fragen gekennzeichnete Komplex beleuchtet einige ökonomische "Nahtstellen" der Umweltpolitik, deren Kenntnis auch von umweltpolitischer Bedeutung ist. Zu ihrer weiteren Durchdringung sind Verflechtungsanalysen erforderlich, die eine Ausweitung ökonomischer Input-Output-Techniken auf den Umweltbereich darstellen (LEONTIEF, W., 1970). Am Beispiel der Schwefeloxidemissionen wurde vom Sachverständigenrat eine erste Verflechtungsanalyse für die Bundesrepublik Deutschland durchgeführt, deren Hauptergebnisse im folgenden zusammengefaßt werden¹⁾.

114. Ausgangspunkt der Verflechtungsanalyse bildet eine Aufteilung der gesamten SO₂-Belastung auf Emissionen des Endverbrauchs (nichtgewerbliche Hausbrand- und Verkehrsemissionen) sowie einzelner Produktionssektoren (LENHART, K., 1972, 1973). Aus dieser sektoralen differenzierten Schätzung (Tab. 4) werden bereits charakteristische Strukturwandlungen der SO₂-Belastung im Zeitraum 1960–1972 deutlich: So wurden 1972 allein rund 44% der gesamten SO₂-Emissionen im Sektor "Energiewirt-

schaft und Bergbau" – hier wiederum im wesentlichen bei der Stromerzeugung – hervorgerufen; 1960 betrug dieser Anteil lediglich rund 34%. Andererseits sank wegen der zunehmenden Elektrifizierung des Schienenverkehrs in diesem Zeitraum insbesondere die Bedeutung des gewerblichen Verkehrs (einschl. Nachrichtenübermittlung), der seinen Anteil gegenüber 1960 halbierte. Ebenfalls rückläufig waren u. a. wegen der zunehmenden Strom- und Gasbeheizung privater Haushalte die im Endverbrauch erzeugten SO₂-Emissionen, die 1972 rund 10% (1960: 15%) der gesamten Auswurfmengen erreichten.

115. Die ausgewählten Ergebnisse weisen indessen zugleich auf Grenzen der vorstehenden traditionellen Betrachtungsweise hin: Deutlich wird, daß sich Umweltentlastungen in Einzelbereichen vielfach lediglich in Belastungsverschiebungen niederschlagen. Insbesondere sind Belastungsverschiebungen zwischen sämtlichen an der Erzeugung bestimmter Endprodukte direkt (Endproduzenten) und indirekt (Vorproduzenten) beteiligten Produktionssektoren denkbar. Aus diesen Gründen wurden im folgenden die bei der Produkterstellung insgesamt hervorgerufenen SO₂-Emissionen unter Einschluß sämtlicher Vorleistungsbeziehungen ermittelt. Durch Einschluß dieser indirekten Emissionsverursachung änderte sich insbesondere die Beurtei-

¹⁾ Eine detaillierte Darstellung der Untersuchungsergebnisse und der zugrunde liegenden Analyseverfahren befindet sich im Anhang I des vorliegenden Gutachtens.

Tab. 4 SO₂ – Emissionen einzelner Produktionssektoren für die Bundesrepublik Deutschland 1960-1972

Produktionssektor	Schwefeldioxidemission							
	1960		1966		1970		1972	
	1 000 t SO ₂	vH	1 000 t SO ₂	vH	1 000 t SO ₂	vH	1 000 t SO ₂	vH
Land- und Forstwirtschaft	47,3	1,6	46,7	1,4	45,3	1,3	44,0	1,2
Energiewirtschaft, Bergbau	1 037,5	34,1	1 245,6	36,4	1 522,1	42,1	1 540,7	43,7
Chemie, Steine u. Erden	427,0	14,1	542,8	15,9	525,0	14,5	512,1	14,5
Eisen u. Stahl, NE-Metalle	303,0	10,0	362,4	10,6	331,8	9,2	344,9	9,8
Stahl-, Maschinen-, Fahrzeugbau	56,2	1,8	67,9	2,0	66,0	1,8	60,9	1,7
Elektrotechnik, EBM	23,4	0,8	26,2	0,8	26,8	0,8	25,0	0,7
Holz, Papier, Leder, Textilien	188,4	6,2	180,1	5,3	177,8	4,9	152,5	4,3
Nahrungs- und Genußmittel	103,8	3,4	103,8	3,0	100,0	2,8	92,4	2,6
Hauswirtschaft	24,0	0,8	32,9	1,0	37,7	1,1	36,0	1,0
Handel	36,8	1,2	52,6	1,5	62,7	1,7	59,7	1,7
Verkehr, Nachrichtenübermittlung	229,3	7,5	150,0	4,4	138,1	3,8	133,2	3,8
Sonst. Dienstleistungen	28,5	0,9	49,1	1,4	68,9	1,9	66,1	1,9
Staat	64,0	2,1	87,6	2,5	106,1	2,9	102,1	2,9
Private Haushalte	Emissionen werden dem Endverbrauch zugerechnet							
Endverbrauch	469,9	15,5	474,2	13,8	404,7	11,2	359,8	10,2
Insgesamt	3 039,1	100,0	3 421,9	100,0	3 613,0	100,0	3 529,4	100,0

Quelle: (LÄMMEL, P., unveröffentlicht, LENHART, K., 1972, 1973 und Statistik der Kohlenwirtschaft 1973).

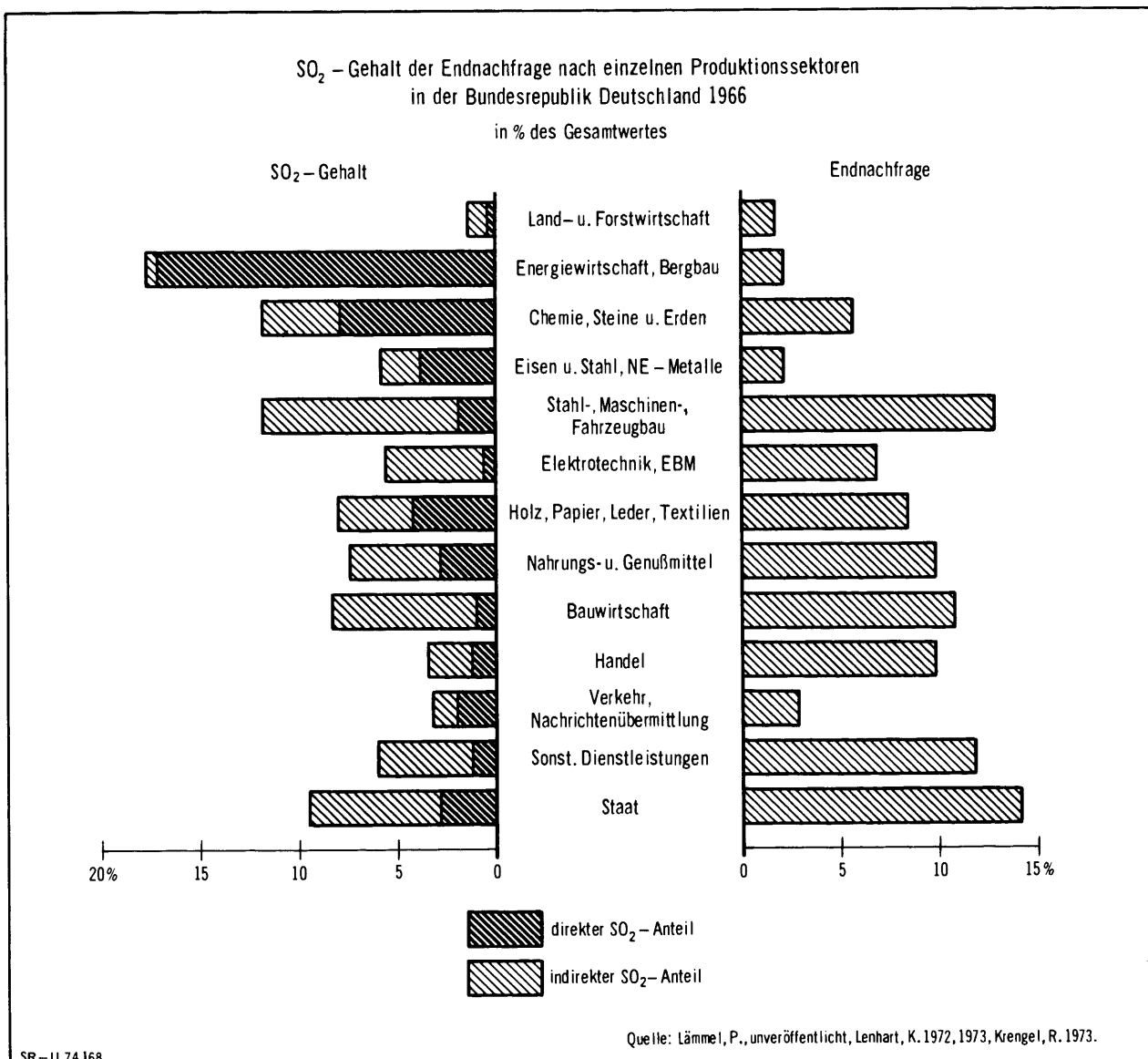
lung einzelner Bereiche der Investitionsgüterproduktion, die wegen ihrer unmittelbar geringen Schadstoffemissionen (vgl. Tab. 4) als scheinbar "umweltfreundliche" Industriesektoren leicht vernachlässigt werden. So waren zwar — bezogen auf 1 Mill. DM Endnachfrage — 1966 weniger als 0,5 t SO₂ in der elektrotechnischen und EBM-Industrie in Kauf zu nehmen. Allein der hiermit verbundene Energiebedarf rief indessen weitere Emissionen in der Energiewirtschaft hervor, die — mit rd. 1,5 t SO₂ — bereits das Dreifache dieser direkten Umweltbelastung erreichten. Ähnlich hohe Belastungen wurden zudem in der metallherstellenden Industrie als wichtigstem Vorlieferanten hervorgerufen. Für Erzeugnisse der elektrotechnischen und EBM-Industrie waren somit SO₂-Belastungen von insgesamt rd. 900% des direkten Emissionseffektes in Kauf zu nehmen.

116. Werden diese spezifischen Werte mit den Endnachfrageanteilen der betreffenden Sektoren gewichtet, so wird der Gesamtbeitrag einzelner Endnachfragesektoren zum Aus-

maß der produktionsbedingten SO₂-Belastung sichtbar.

Wie Abb. 14 zeigt, schlägt sich die Einbeziehung indirekter Umweltbelastungen in den einzelnen Sektoren durchaus unterschiedlich nieder: Trug z. B. die Erzeugung von Investitionsgütern entscheidend über ihren Vorleistungsbedarf zur SO₂-Belastung bei, so erreichte dieser indirekte Belastungseffekt in der Energiewirtschaft lediglich einen Bruchteil der unmittelbaren Emissionen und war auch im gesamten Grundstoffbereich nur von sekundärer Bedeutung. Die zuletzt genannten Sektoren (Nr. 2–4 der zugrunde gelegten Produktionssystematik) waren indessen bereits wegen ihrer hohen direkten Schadstoffemissionen überdurchschnittlich an der SO₂-Gesamtbelastung beteiligt. Umgekehrt konnte nach Einschluß sämtlicher indirekt verursachten SO₂-Emissionen — neben Dienstleistungen und landwirtschaftlichen Erzeugnissen — nahezu ausschließlich die Produktion von Nahrungs- und Genußmitteln noch als unterdurchschnittlich SO₂-intensiv gelten.

Abb. 14

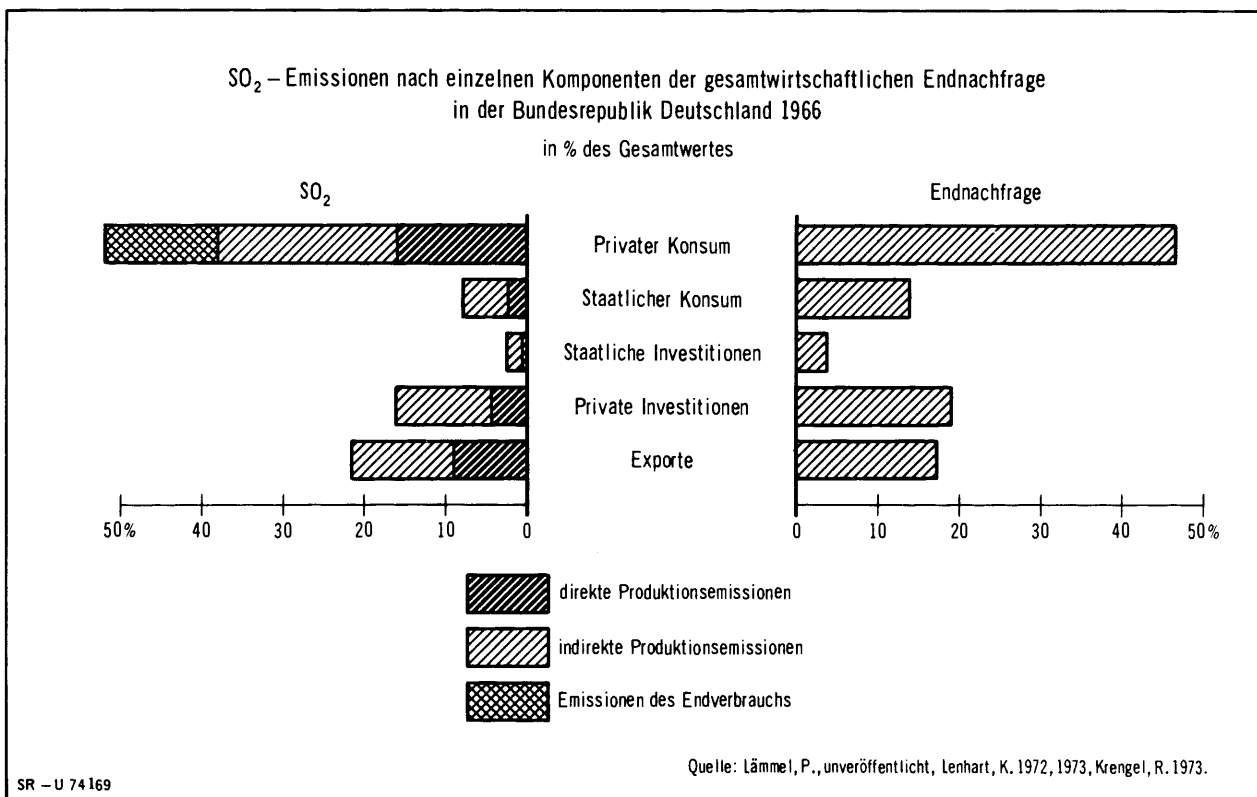


117. Eine weitere Aussagemöglichkeit von Verflechtungsanalysen besteht darin, den Beitrag unterschiedlicher Verwendungsmöglichkeiten des Sozialprodukts zur insgesamt erzeugten Umweltbelastung festzustellen. Die vorliegenden Berechnungen bestätigen dabei zunächst die Erwartung, daß der überwiegende Anteil der SO₂-Belastung für Zwecke des privaten Konsums in Kauf genommen werden mußte: So entfiel auf den privaten Konsum 1966 rd. 52 Prozent der gesamten SO₂-Emissionen (Abb. 15). Lediglich ein Viertel dieses Anteils entstand – als kraftverkehrs- und Hausbrandemission der privaten Haushalte – unmittelbar in der Konsumphase, während die restliche Belastung durch die gesamte Konsumgüterproduktion (einschl. Vorleistungsbedarf) hervorgerufen wurde. Bezogen auf einen gleichen Endbedarf war indessen die Exportproduktion wegen ihrer besonderen Zusammensetzung wesentlich emissionsintensiver: Während die Exporte 1966 rund 17 Prozent

der Endnachfrage erreichten, waren allein 22 Prozent der gesamten SO₂-Emissionen bzw. sogar 25 Prozent der anteiligen Produktionsemissionen auf die gesamte Exportproduktion zurückzuführen. Die hierdurch bewirkte Mehrbelastung der inländischen Umwelt wurde in diesem Zeitraum vermutlich nur unvollständig durch entsprechende Entlastungswirkungen des Importangebotes ausgeglichen.

118. Solche Analysen, die auch für andere wichtige Stoffe wie Kohlenmonoxid und partikelförmige Luftverunreinigungen erarbeitet werden sollen, können wertvolle Hinweise auf die Verursacherschwerpunkte und für die Planung von Abwehrstrategien geben. Hierzu ist allerdings eine gute Kenntnis der Schadstoffquellen und ihrer Standorte sowie der Verflechtungswege notwendig, was bei den Schwefeloxiden der Fall ist (VDI-Bericht, Nr. 186, 1973).

Abb. 15



3.2 Wasser

3.2.1 Einführung

3.2.1.1 Ökonomische und ökologische Bedeutung

119. Das menschliche Leben in nahezu allen Einzelfunktionen setzt voraus, daß Wasser in der erforderlichen Menge und Güte zur richtigen Zeit am richtigen Ort zur Verfügung steht. Dabei steigt mit dem Lebensstandard, d. h. durch vielfältigere und extensivere Wassernutzung, der Bedarf der Bevölkerung ständig. Für den Zeitraum 1950 – 2000 ist mit einem jährlichen Zuwachs von 1,5 bis 2% zu rechnen. Obwohl diese Rate hinter anderen Steigerungssätzen, z. B. im Energie- oder im Abfallbereich zurückbleibt, erfordert doch die naturgegebene Begrenzung des Wasserdargebots, insbesondere des für Versorgungszwecke bevorzugt geeigneten Grundwassers, einen verstärkten Rückgriff auf die vorrangig durch Abwassereinleitungen stark belasteten Oberflächengewässer. So wird aus dem Mengenproblem der Versorgung ein Güteproblem der Gewässer. Damit unterscheiden sich die wasserwirtschaftlichen Aufgaben in Mitteleuropa wesentlich von denen in Trockengebieten, für die der absolute Mangel bewirkt, daß die mengenmäßig ausreichende Wasserbereitstellung zur Existenzfrage wird.

120. Aufgrund verbesserter Kenntnisse über hygienische Zusammenhänge, z. B. epidemische Infektionskreisläufe in Wasserversorgung und Abwasserableitung, und über physiologische Wirkungsmechanismen bestimmter Wasserinhaltsstoffe haben sich die Gütekriterien in den letzten 100 Jahren verschärft. Dieser Prozeß, der u. a. wesentlich zur Verlängerung der menschlichen Lebenserwartung beigetragen hat, setzt sich noch fort.

121. Die meisten Güterproduktionen benötigen Wasser. Dies gilt im besonderen Maße für Lebensmittelerzeugung und -verarbeitung, Energiewirtschaft, Grundstoffindustrie, Chemie, Metallverarbeitung, Papier-, Textil- und Lederproduktion. Auch die nicht unmittelbar mit einem Wassergebrauch verbundenen Fertigungen sind über ihre Vorprodukte vom Wasser abhängig. Die Produktionsbedeutung ist für das Wasser nach Menge und Güte wesentlich höher als für die anderen Umweltmedien Boden und Luft. Sie erreicht einen ähnlichen Rang wie die der Energieversorgung, auch hinsichtlich der hohen Ansprüche an die Versorgungssicherheit.

Während jedoch die Energiewirtschaft ausschließlich auf die Bedarfsdeckung abzielt, hat die Wasserwirtschaft über die Bereitstellung des Versorgungsgutes Wasser hinaus auch die Aufgabe des Wassers als Transportmittel (Binnenschifffahrt, Abwasserableitung) und als ökologisch wichtiges Umweltgut zu beachten. Aus der Gesamtheit der Anforderungen wird die Gewässergüte zur entscheidenden Bestimmungsgröße der wasserwirtschaftlichen Planung und Tätigkeit, wie auch für die entstehenden volkswirtschaftlichen Kosten.

122. Durch den ständigen Abfluß zum Meer, aber auch durch ihre natürliche Regenerationsfähigkeit sind die Gewässer in der Lage, bestimmte Schmutzfrachten, vor allem an biologisch abbaubaren Substanzen, in einem Gleichge-

wicht von Belastung und Selbstreinigung ohne kritische Verschlechterung der Gewässergüte aufzunehmen. Wesentliche Überschreitungen dieser zulässigen Verschmutzung oder die Anreicherung nicht abbaubarer Substanzen, insbesondere mit toxischer Wirkung, gefährden jedoch die Güte und Nutzungsmöglichkeiten der Gewässer.

123. Erst nachdem innerhalb weniger Jahrzehnte diese Schwellenwerte für die bedeutenderen Gewässer in den Industrieländern überschritten worden sind, hat sich die bis dahin kaum spürbare Gewässerverschmutzung zu einem bedrohlichen Problem entwickelt. Die natürlich begrenzte Belastbarkeit bedeutet – bereits ohne Berücksichtigung des heute vorliegenden großen Nachholbedarfs – daß jede zusätzliche Verschmutzung voll und nicht etwa nur zu dem für die bisherige Verschmutzung gültigen Prozentsatz durch Vermeidungsmaßnahmen, z. B. Kläranlagen, kompensiert werden muß. Dieser überproportionale Anstieg der erforderlichen Reinhalteteistung wird durch die Progression der Kosten bei gesteigertem Reinigungsgrad in seinen ökonomischen Folgen noch wesentlich verschärft. Sofern weiteres Wachstum mit steigendem Wassergebrauch und Abwasseranfall verbunden ist, genügt es deshalb längerfristig nicht, für den Gewässerschutz einen konstanten Anteil des Bruttosozialproduktes bereitzustellen (RINCKE, 1968).

124. Auch in ökologischer Sicht kommen dem Wasser Schlüsselpositionen zu. In den über längere Zeiträume ablaufenden ökologischen Veränderungen spielt das Wasser eine wesentliche Rolle. Diese ist durch menschliche Eingriffe intensiviert und meist nachteilig beeinflusst worden. Zu den aus Gründen des Hochwasserschutzes, der Schifffahrt und der Wasserkraftnutzung vorgenommenen Flußbegradigungen, auch zu den landwirtschaftlich motivierten Meliorationen, hat man bis in die Gegenwart hinein die ökologischen Zusammenhänge und Auswirkungen ignoriert. Die "Versiegelung" der Erdoberfläche durch Bebauung beschleunigt ebenfalls den Abfluß der Niederschläge, erhöht die Hochwasserspitzen und vermindert die natürliche Ergänzung des Grundwassers. Diese Eingriffe haben an vielen Stellen des Bundesgebietes zu ökologischen Störungen, geringerer Selbstreinigung und zu einer Verminderung des Grundwasserdargebotes u. a. für den Pflanzenwuchs aber auch für die Trinkwassergewinnung geführt.

Demgegenüber können Talsperren und Flußstauanlagen neben ihren primären Zwecken, z. B. Hochwasserschutz und Niedrigwasseranreicherung, den Abfluß zum Meer verlangsamen und örtlich den Grundwasservorrat vergrößern. Sie stellen jedoch an die Gewässergüte erhöhte Anforderungen, da stehende Gewässer auf eine reichliche Nährstoffzufuhr empfindlicher reagieren (Eutrophierung).

125. In Oberflächengewässern führen eine wesentliche Überschreitung der durch die Selbstreinigung gekennzeichneten Belastungsgrenze über Sauerstoffschwund und ggf. zusätzliche toxische Einflüsse zu einer biologischen Verödung. Die positive ökologische Funktion des Gewässers für seine Umgebung kommt dann zum Erliegen. Geruchsentwicklungen aus anaeroben Prozessen¹⁾ können den Wohnwert breiter Landstriche beeinträchtigen.

¹⁾ **Aerobe** Bedingungen liegen vor, wenn für sauerstoffveratmende biochemische Prozesse genügend Sauerstoff vorwiegend durch natürliche Wiederbelüftung aus der Atmosphäre zur Verfügung steht. Sauerstoffmangel bewirkt einen Umschlag zu **anaeroben** Verhältnissen, bei denen ohne Sauerstoff lebende Organismen biochemische Reduktionsvorgänge bewirken. Hierbei können u. a. intensive Gerüche entstehen.

Umgekehrt sind für ungestörte ökologische Verhältnisse, z. B. eines Forellengewässers, oder auch für eine vollwertige Freizeit-Attraktivität Güteanforderungen zu stellen, für die es nicht genügt, das Gleichgewicht zwischen Belastung und Selbstreinigung unter noch aeroben Bedingungen aufrechtzuerhalten.

3.2.1.2 Querverbindungen zu anderen Bereichen

126. Über die rein wasserwirtschaftlichen Belange und über die Wassernutzung hinausgreifende Verflechtungen bestehen nicht nur zum Naturschutz und zu der Attraktivität für Wohnen und Freizeit. Insbesondere gegenüber der Landwirtschaft sind die Wechselbeziehungen sehr vielseitig: Die bäuerliche Wirtschaft bewirkt innerhalb des Einzelbetriebes den vollständigen Nährstoffkreislauf über die Rückführung von Jauche und Stallmist auf die Felder. Auch zu der für nichtbäuerliche Siedlungszentren notwendig werdenden Abwasserbeseitigung bediente man sich zunächst bevorzugt der Abwasserlandbehandlung.

Heute hingegen wird dieser Kreislauf mehrfach unterbrochen: Die Landwirtschaft übernimmt nur noch zu geringen Teilen die im Klärschlamm aus dem Abwasser ausgeschiedenen Nährstoffe. Von dem stattdessen eingesetzten Kunstdünger gelangen wesentliche Anteile durch Abschwemmungen in die Gewässer. Dies gilt ähnlich für die landwirtschaftlich eingesetzten Pestizide (3.6). Darüber hinaus hat die Rationalisierung der Viehhaltung zur Entwicklung von Massentierhaltungen ohne zugehörige, für die Abfallbeseitigung ausreichende landwirtschaftliche Flächen geführt. Die insgesamt in der Tierhaltung anfallenden organischen Abfallstoffe stellen ein sehr ernst zu nehmendes Verschmutzungspotential dar, das mit rd. 300 Mill. Einwohnergleichwerten auf den fünffach höheren Wert der von der Bevölkerung herrührenden Schmutzfracht geschätzt wird¹⁾. Hiervon fallen z. Z. bereits ca. 10% als Abwasser bzw. Abfall an (BÖHNKE, 1973).

127. Die Abfallbeseitigung in ungeordneten Deponien hat zu zahlreichen Verunreinigungen von Grundwasser und Oberflächengewässern geführt. Die zentrale Erfassung in wenigen, geordneten Deponien, Kompost- und Verbrennungsanlagen wird vorwiegend mit Rücksicht auf den Gewässerschutz notwendig. Andererseits schafft der bei der Abwasserreinigung verstärkte anfallende Klärschlamm neue Aufgaben der Abfallbeseitigung. Dies gilt mit besonderer Problematik für industrielle Sonderschlämme, z. B. die Metallhydroxidschlämme aus Entgiftungs- und Neutralisationsanlagen der metallischen Oberflächenveredelung.

128. Für die Raumordnung und Siedlungsplanung haben die Möglichkeiten der Wasserversorgung, Abwasserbeseitigung und der wasserbezogenen Erholung, wie auch die Rücksichtnahme auf schutzwürdige Wassernutzungen wachsende Bedeutung. Das letztere gilt im besonderen für die Planung von Kraftwerken, Industrieanlagen, Fernstraßen und Ölleitungen.

¹⁾ Diese von BÖHNKE vorgenommene Schätzung wird größenordnungsmäßig durch eine neuere englische Berechnung (WHEELER, 1974) gestützt, wonach in der Tierhaltung Großbritanniens eine Schmutzfracht von 135 Mill. EG anfällt.

129. Zwischen der Wasser- und der Energiewirtschaft bestehen von der Brennstoffgewinnung über die Umwandlung bis zum Endverbrauch zahlreiche Verzahnungen. Die Emission von Schmutzstoffen bzw. Mineralölprodukten und das Unfallrisiko in allen Verwendungsstufen von flüssigen oder Kernbrennstoffen werden dabei in ihrer Bedeutung von der wachsenden Abwärmelast der Gewässer noch übertroffen.

130. Zwischen Gewässer- und Luftverunreinigungen liegen u. a. dadurch Wechselbeziehungen vor, daß manche Emission je nach der gewählten Verfahrenstechnik auf das eine oder andere Medium gerichtet werden kann¹⁾. Hierzu besteht u. U. die Gefahr des Ausweichens, wenn die Inanspruchnahme des einen Mediums durch Maßnahmen des Umweltschutzes erschwert wird. Die Reinigung der Atmosphäre durch Niederschläge reichert diese mit den ausgewaschenen Schmutzstoffen an. Luftverunreinigungen wirken sich insoweit auch auf die Gewässer aus.

3.2.1.3 Hauptprobleme der Wassergütwirtschaft

131. Nach allem dürfte unstreitig sein, daß der Gewässerschutz heute das Hauptproblem der Wasserwirtschaft ist; vor allem in der Zeit des Wirtschaftswachstums seit dem zweiten Weltkrieg entstand hier ein erheblicher Rückstand gegenüber den progressiv wachsenden Reinhaltanforderungen. Dieser durch gravierende Güteverschlechterungen der wesentlichen Gewässer (3.2.4.1) gekennzeichnete Nachholbedarf des Gewässerschutzes geht neben einer allgemeinen Vernachlässigung der Umweltbelange auf die für die Gewässerverschmutzer in besonderem Maße von Gemeinwohl abweichende Interessenlage zurück. Abgesehen von Einzelfällen an Seen und in Tidegebieten, kann sich der Abwassereinleiter normalerweise darauf verlassen, von den flußabwärts auftretenden Immissionswirkungen seiner Emission nicht selbst getroffen zu werden; es liegt daher ein besonders klarer Fall der sogenannten "free-riderposition" vor (Tz. 29). Kläranlagen bieten damit dem jeweiligen Bauträger keine eigenen Vorteile, sondern kommen nur den Anliegern und Nutzern am Unterlauf zugute. Demgegenüber besteht meist ein unmittelbares Interesse, mit Kanalisationen das Abwasser aus dem Eigenbereich herauszuführen. Wer seinen Kläranlagenbau vermeidet oder verzögert, spart erhebliche Aufwendungen und erlangt damit Wettbewerbsvorteile gegenüber Konkurrenten mit einwandfreier Abwasserbehandlung. Mit dieser subjektiv niedrigen Nutzenbewertung erhält die Abwasserreinigung einen wesentlich geringeren Rang in der kommunalen oder unternehmerischen Präferenzskala, als ihr im übergeordneten Sinne zukommt.

132. Sieht man von der in mehrfacher Hinsicht unzweckmäßigen Lösung ab, die Abwasserreinigung nach dem Gemeinlastprinzip aus Steuermitteln zu finanzieren (Tz. 565 bis 599), kommen hauptsächlich 3 Wege in Betracht, den Verursacher zu den im Allgemeininteresse notwendigen Maßnahmen zu veranlassen:

¹⁾ So kann sich z. B. aus Naßverfahren zur Luftreinhaltung bei Müll- und Klärschlammverbrennungsanlagen ähnlich wie bei thermischen Kraftwerken ein zusätzliches Abwasserproblem ergeben.

1. Staatlicher Zwang durch Ver- und Gebote ("Auflagenlösung"),
2. finanzieller Anreiz durch Abschöpfung des aus der Unterlassung erwachsenden Vorteils, Internalisierung der externen Kosten oder Erhebung eines "Knappheitspreises" für die Inanspruchnahme der Umwelt ("Abgabenlösung"),
3. Verlagerung der Entscheidung über den Anlagenausbau auf eine regionale Organisation, in der als Interessengemeinschaft die Ober- und Unterlieger eines Gewässers vertreten sind und durch finanziellen Ausgleich die Lage-Unterschiede kompensiert werden ("Verbandslösung").

Daß diese Alternativen auch in einem integrierten System zusammenwirken können, bleibt später darzulegen.

133. Bei Gewässern, die durch Gebiete mehrerer Staaten fließen, ist ebenfalls das geringere Interesse des Oberlieggers zu beobachten wenn, z. B. wesentlich niedrigere Anforderungen an die Abwasserreinigung gestellt werden als unter vergleichbaren Verhältnissen bei Gewässern, die im eigenen Staatsgebiet verbleiben (6.4.1).

Diese auch international festzustellende Oblieger-Untertiegen-Situation hat nichts damit zu tun, daß für die einzelnen Länder innerhalb der Bundesrepublik oder der EWG größere Unterschiede in der Belastungsintensität und damit in der Dringlichkeit und im erforderlichen Ausmaß des Gewässerschutzes bestehen¹⁾.

134. Umweltfragen allgemein oder spezieller der Gewässerschutz können innerhalb der Bemühungen für gesellschaftliche Wohlfahrt genauso wenig wie andere Teilbereiche, z. B. Wirtschaftswachstum, Vollbeschäftigung, Verkehrspolitik, Gesundheitsfürsorge, Bildungswesen, eine absolute Priorität beanspruchen.

Im Wettbewerb mit anderen Bereichen wird die politische beständige Durchsetzung des Zieles Gewässerschutz dadurch erschwert, daß schnelle augenscheinliche Güteverbesserungen der Gewässer kaum zu erreichen sind. Außerdem bieten solche Erfolge dem Einzelnen, von wenigen Ausnahmen abgesehen, kaum unmittelbar greifbare Vorteile. Deshalb besteht die Gefahr, daß ein so langfristig anzustuerndes Ziel immer wieder von kurzfristigen, tagespolitisch in den Vordergrund drängenden Zielvorstellungen überdeckt wird.

Die nicht ausreichende Quantifizierbarkeit des durch Gewässerschutz erreichbaren Nutzens, vor allem im gesellschaftlichen und ökologischen Bereich (ACKERMANN, 1971; RINCKE, 1973 1) erlaubt es auch nicht, an die Fest-

¹⁾ BÖHNKE (1973) hat aus Bevölkerungsdichte, Bruttosozialprodukt und Energiebedarf flächenspezifische "Belastungsdichten" entwickelt und zum Vergleich der Umwelt- (d. h. auch Abwasser-) Belastung für die Bundesländer, die EWG-Partner und einige weitere Industrienationen herangezogen. Akzeptiert man in grober Näherung und unter Kenntnis der Problematik internationaler Kaufkraftvergleiche die Gleichsetzung von Gebietsgrößen und Gewässerbelastbarkeit, so besteht z. B. ein Belastungsverhältnis zwischen der BRD und Frankreich von 2,8:1, während Großbritannien, Holland, Belgien und Japan eine mit der Bundesrepublik vergleichbare Größenordnung erreichen. Innerhalb Deutschlands beträgt zwischen dem Saarland und Schleswig-Holstein das Verhältnis sogar 8:1.

setzung von Gewässergütezielen im Sinne einer volkswirtschaftlichen Optimierung wissenschaftlich exakte Anforderungen zu stellen. Dies sollte jedoch nicht dazu führen, volkswirtschaftliche Zielsetzungen und Grundregeln bei der Verwendung der erheblichen Mittel und bei der Auswahl der Instrumente des Gewässerschutzes unbeachtet zu lassen.

135. Eine direkte ökonomische Einwirkung ist gegeben, wenn die natürliche Begrenzung der Wasserressourcen als "Knappheitspreis" zu steigenden Wasserbeschaffungs- und Abwasserreinigungskosten führt. Der dadurch gebotene Anreiz zu Wassereinsparungen, z. B. durch Kreisläufe im industriellen und Energiebereich, dämpft den Anstieg des Wasserbedarfs. Hier ist nach marktwirtschaftlichen Regeln ein stabilisierender Einfluß festzustellen, der durch umweltpolitische Maßnahmen zusätzlich aktiviert werden sollte.

3.2.1.4 Die Öffentlichkeitswirkung von Wasserengpässen

136. Wie bereits bei der Analyse der Zielfindungsprozesse dargelegt (2.2) hängt die Rangstufe der Wasserwirtschaft entwicklungsgeschichtlich und regional in der öffentlichen Meinung und in der politischen Prioritätenbildung von den für die Bevölkerung spürbaren wasserwirtschaftlichen Engpässen ab. Sie erhöht sich in dem Maße, wie das in den Bedarfsgebieten verfügbare natürliche Wasserdargebot mengen- oder gütemäßig den Anforderungen nicht mehr genügt.

Regional sind z. B. aus solchen Engpässen heraus für die Wasserwirtschaft des Ruhrgebietes schon zu Beginn dieses Jahrhunderts gemeinsame Schritte zur überörtlichen Wasserbereitstellung und Abwasserbeseitigung eingeleitet worden. Hierbei spielte die Eigeninitiative der Gebietskörperschaften und Industrieunternehmen eine wesentliche Rolle. Demgegenüber finden in weniger dicht besiedelten Gebieten Wassergütefragen erst neuerdings öffentliches Interesse oder werden auch heute noch so nachrangig behandelt, daß die notwendigen Investitionen nur zögernd erfolgen.

Zeitlich lösen kritische Trockenjahre, z. B. 1947 und 1959, ein verstärktes öffentliches Interesse und erhöhte Investitionsbereitschaft für die wasserwirtschaftlichen Belange aus. Demgegenüber haben die reichlicheren Niederschläge der Sechzigerjahre in manchen Bereichen zu einer Verminderung und Verzögerung der für die Wasserbereitstellung und -versorgung notwendigen Investitionen geführt. Dieses psychologisch verständliche Abweichen von der notwendigen Kontinuität, für das dann u. U. zusätzliche Gesichtspunkte der jeweiligen Konkurrenzpolitik sprechen mögen, verursacht in erneuten Trockenzeiten Versorgungsengpässe und bedeutet einen insgesamt suboptimalen Einsatz der Investitionsmittel. Ähnlich wie in der Energiepolitik ist deshalb eine langfristige Planung und deren konsequente Durchführung anzustreben.

3.2.2 Wassernutzungen und Schwellenwerte

3.2.2.1 Gewässergüteklassen

137. Für die Formulierung von Anforderungen an die Gewässergüte werden Parameter benötigt, die den Verschmutzungsgrad des Wassers kennzeichnen. Eine von kurzzeitigen Einflüssen unabhängige Zustandsbeschreibung bietet die biologische Analyse nach dem Saprobien-system (sapros = Zersetzung, bios = Leben) (KOLKWITZ, 1908 u. 1909, LIEBMAN, 1951). Die biologische Beurteilung eines Gewässers ist durch physiologische, chemische und physikalische Feststellungen zu ergänzen.

138. Je nach der Belastung mit fäulnisfähiger organischer Substanz und deren erreichtem Abbaugrad werden vier Güteklassen unterschieden, die durch den Sauerstoffhaushalt und die biologische Gewässeranalyse gekennzeichnet sind. In jeder Klasse treten bestimmte Leitorganismen in charakteristischer Gesellschaft auf.

Güteklasse I:

Reines oder ganz schwach verunreinigtes Wasser, wenige Bakterien, entsprechend wenige Bakterienfresser, artenreicher Besatz mit sauerstoffbedürftigen Makroorganismen. Sauerstoffgehalt hoch, sehr geringe Sauerstoffzehrung.

Güteklasse II:

Mäßige Verunreinigung, durch Nährsalze bedingte starke Pflanzenentwicklung ("Eutrophie"). Bakterienzahl erhöht, artenreiche Tierbesiedlung (aber verschieden von I). Schwache Sauerstoffzehrung, deshalb relativ hoher Sauerstoffgehalt.

Güteklasse III:

Starke Verunreinigung, intensive Abbauprozesse; hoher Bakterienbesatz, viele Bakterienfresser. Starke Sauerstoffzehrung, zumindest zeitweilig geringer Sauerstoffgehalt; deshalb eingeschränkte Besiedlung mit Makroorganismen.

Güteklasse IV:

Sehr stark verunreinigt; Massenentwicklung von Bakterien. Intensive Sauerstoffzehrung. Sauerstoffmangel und Fäulnisgifte beschränken das Vorkommen von Pflanzen und Tieren auf wenige Arten, die aber hohe Bestandsdichte erreichen können.

Folgende Parameter können die angegebenen Güteklassen darüber hinaus charakterisieren:

- Sauerstoffgehalt
- Biochemischer Sauerstoffbedarf
- Chemischer Sauerstoffbedarf
- Phosphatgehalt
- Stickstoffverbindungen
- Metallgehalte
- Giftstoffe
- Wärme
- Säuren
- Öle, Treibstoffe u. a.

3.2.2.2 Gewässernutzungen

139. Die sehr vielseitigen Gewässernutzungen werden in unterschiedlichem Maße von der Gewässergüte beeinflusst. Während Schifffahrt, Wasserkraftnutzung und das Abführen von Niederschlägen durch den Gütezustand nahezu unberührt bleiben, sind die folgenden Nutzungen gütebeeinflusst (RINCKE, 1973 I):

1. Entnahme für
 - 1.1 menschlichen und tierischen Gebrauch
 - 1.2 landwirtschaftliche Bewässerung
 - 1.3 Produktionszwecke
 - 1.4 Kühlwasser,
2. Wiederaufnahme gebrauchten oder anderweitig, z. B. durch Abschwemmungen, verunreinigten Wassers,
3. Fischerei
4. Erholung:
 - 4.1 Baden
 - 4.2 Wassersport
 - 4.3 Landschaftsästhetik
5. Attraktivität für menschliche Ansiedlungen
6. ökologische Funktionen.

140. Die Trinkwasserversorgung ist eine nicht substituierbare Voraussetzung des menschlichen Lebens. Den an ihr orientierten Güteanforderungen kommt wegen der Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit eine vorrangige Priorität zu, die den Planungsspielraum für andere Nutzungen wesentlich einengen kann. Sie ist jedoch insoweit nicht zu verabsolutieren, als auch Rohwasser der Güteklassen II bis III durch leistungsfähigere, aufwendigere Aufbereitungsverfahren zu einwandfreiem Trinkwasser verarbeitet werden kann. Versuche, hieraus Gewässergüteziele nach rein ökonomischen Überlegungen festlegen zu wollen, z. B. aus einer Kosten-Nutzen-Analyse der Abwasserreinigungs- und Wasseraufbereitungsmaßnahmen, führen aber nicht zu einem befriedigenden Ergebnis. Wegen der nicht quantifizierbaren Geschmackseinflüsse und psychohygienischen Gesichtspunkte bleiben solche Rechnungen meist unvollständig, d. h. sie ergeben zu geringe Güteanforderungen (EGGELING, 1971). Dazu können sie auch nur näherungsweise das Versorgungsrisiko erfassen, das bei stärker verschmutztem Rohwasser durch teilweisen Ausfall der Aufbereitungsanlagen entstehen würde.

141. Solche nur auf Wasserversorgung und Abwasserableitung ausgerichteten ökonomischen Betrachtungen sind auch insoweit unzureichend und im Ergebnis fehlerhaft, als meist mehrere der anderen gütebeeinflussten Nutzungsarten ebenfalls eine Rolle spielen. Für diese weiteren Nutzungen erscheint es nicht möglich, eine generelle Prioritätenfolge aufzustellen. Welchen von ihnen größere Bedeutung, u. U. auch im Verhältnis zur Wasserversorgung, zukommt, hängt wesentlich von der Gewässerart und der räumlichen Zuordnung der Nutzungen ab. So sind z. B. Seen in der Nähe von Ballungsgebieten oder Küstengewässer bevorzugt für Erholungsnutzungen geeignet und deshalb in den Güteanforderungen daran auszurichten. Soweit andererseits natürliche Salzmmissionen oberhalb der Geschmacksgrenze die Trinkwasser Verwendung eines Gewässers praktisch ausschließen, ist eine stärkere Heranziehung für Abwasserableitungen unter reduzierten Güteansprüchen zu vertreten (Beispiel: Emscher, untere Lippe). Daraus ergeben sich regional differenzierte Prioritäten der Nutzungen und sicherlich auch unter Berücksichtigung ökonomischer Aspekte unterschiedliche Güteanforderungen. Da die Gewässergüteklassen jeweils gewisse Bandbreiten der Wasserbeschaffenheit umfassen, kann eine solche regionale Differenzierung innerhalb der Güteklassen erfolgen, aber auch über ihre Abgrenzungen hinausgreifen.

142. Für die einzelnen Nutzungen ergeben sich Schwellenwert der Wassergüte. Für die Trinkwassergewinnung ist bei hohem Reinheitsgrad (Güteklasse I) mit geringen Aufbereitungsmaßnahmen, ggf. nur mit Schnellfiltration und schwacher Chlorung zur Entkeimung, auszukommen. Mit zunehmender Verschmutzung im Übergang zu Güteklasse II steigen die Aufbereitungskosten zunächst steil an, z. B. durch Übergang zur künstlichen Grundwasseranreicherung und chemischen Flockung (1. Schwellenbereich). Mit weiterer Güteverschlechterung innerhalb der Klasse II und bis in die Klasse III hinein führen zusätzliche Maßnahmen, z. B. künstliche Belüftung, Feinstsiegung, zu einem stetigen Anstieg in den Kosten der Aufbereitung. In Güteklasse III mit Übergang zu IV werden anspruchsvollere Verfahren (Aktivkohle, Ozonisierung etc.) zur Beseitigung von geruchs- und geschmackswirksamen Substanzen zwingend notwendig. Sie bewirken einen steileren Kostenanstieg. Die schlechtere Rohwasserqualität kann aber auch zum Verzicht auf die Trinkwassernutzung mit Rückgriff auf Fernversorgung führen (2. Schwellenwert). Als Beispiel ist die Bodenseewasserversorgung für das Neckargebiet zu nennen. Eine dieser qualitativen Beurteilung entsprechende, zu den Analysenwerten quantifizierte Einteilung in drei Rohwassergüteklassen ist im DVGW-Regelwerk W 151 vorgenommen (DVGW, 1962).

Ähnlich hohe Anforderungen an die Gewässergüte, insbesondere in hygienischer Hinsicht, sind an die Zulassung des Badebetriebs in Gewässern zu stellen. Die Überschreitung der dafür gesetzten Verschmutzungsgrenzen hat für die meisten westdeutschen Fließgewässer zu einem vollständigen Badeverbot geführt. Dementsprechend ist der Bedarf an künstlichen Freibädern oder neuen Badeseen, z. B. in ausgebeuteten Kiesgruben, stark gewachsen.

3.2.3 Ziele

3.2.3.1 Zielkriterien

143. Aus den allgemeinen Umweltzielen und der ökonomischen und ökologischen Bedeutung der Wasserwirtschaft (3.2.1.1) ergeben sich grundlegende Anforderungen, denen die Verhältnisse in der Bundesrepublik bisher nicht genügen, obwohl die deutschen wasserwirtschaftlichen Leistungen im internationalen Vergleich günstig abschneiden. Hieraus sind für die Umweltpolitik und die ausführenden Aktivitäten in diesem Grundbereich Zielsetzungen abzuleiten, die sich in

- 1.) Einbindung in die Gesamtheit der Umweltbelange und
- 2.) wasserwirtschaftliche Ziele,

unterscheiden lassen. Dabei sind die Ziel- und Planungszeiträume ein jeweils zusätzlich wichtiges Kriterium.

3.2.3.2 Einbindung in das Gesamtsystem

144. Wie in Tz. 39 dargelegt, stößt eine quantitativ ex-

akte Integration der einzelnen Umweltbereiche und damit auch der Wasserwirtschaft in das gesamtwirtschaftliche Zielsystem auf z. Z. nahezu unüberwindliche Schwierigkeiten. Das gilt vor allem für die sozioökonomischen und ökologischen Bewertungsprobleme. Dies sollte jedoch nicht zur alleinigen Fortsetzung der bisher vorrangig monodisziplinären, sektoral isolierten Betrachtungen und Vorgehensweise führen.

So erscheint es notwendig, in Forschung, Gesetzgebung und Durchführung stärker die ökologische Einbindung zu beachten, ggf. in den räumlichen Abstufungen human-ökologisch-global, zivilisationsökologisch, bezogen auf die Probleme der Industriegesellschaft und -länder, sowie strukturökologisch zu den besonderen Problemen der Ballungsräume. Hieraus ergeben sich u. a. intensive Beziehungen zur Raumplanung und zum vorgesehenen Instrumentarium der Umweltverträglichkeitsprüfung.

145. Für eine solche Einbindung in die Gesamtheit, aber auch zur wirtschaftlich günstigeren Lösung der speziell wasserwirtschaftlichen Probleme, ist zwischen der vorwiegend naturwissenschaftlich, technisch und verwaltungsrechtlich orientierten wasserwirtschaftlichen Praxis und der auch zu umweltrelevanten Fragen weiter entwickelten wirtschaftswissenschaftlichen Theorie eine tragfähige Brücke zu errichten. Wie schwer dies sein kann, zeigen die Verhältnisse in den USA, wo z. B. durch Resources for the Future, Washington, grundlegende und international bahnbrechende Arbeiten geleistet worden sind (KNEESE, 1962 u. 1966). Diese haben jedoch in die legislative und ausführende Praxis der USA bisher nur geringen Eingang gefunden (VERMONT, 1972).

Fachlich und räumlich übergreifendem Vorgehen stehen auch in der Wasserwirtschaft der Bundesrepublik die gesetzlich verankerte Einzelverantwortung der Gewässerbenutzer und die allgemein geringe Bereitschaft entgegen, auf bisherige Kompetenzen zugunsten übergeordneter Belange zu verzichten.

146. Weitere Einzelbeispiele für die Notwendigkeit integrierter Betrachtungen sind:

- a) Entscheidungen über die Durchführung und Auslegung von Wasserkraftanlagen, einschl. der erforderlichen Talsperren bzw. Stauseen, sind bisher fast ausschließlich auf betriebswirtschaftliche, an momentanen Daten orientierte Kosten-Nutzen-Analysen gestützt worden. Davon zu erwartende ökologische Vorteile und Erholungsnutzen sind bis auf wenige Ausnahmen (Bayern, 1970, RINCKE, 1973, I) unberücksichtigt geblieben. Auch der Gesichtspunkt, daß Wasserkraft die umweltfreundlichste Energieart ohne Ressourcenverbrauch darstellt, findet neuerdings höchstens insoweit eine kalkulatorisch unvollständige Beachtung, als bei thermischen Kraftwerken erwartete Ausgaben für die Abgasreinigung und für Kühlwasserkreisläufe berücksichtigt werden. Die globalen ökologischen Auswirkungen, einschl. des Ressourcenverzehr oder anderer externer Folgen, haben vielfach weiterhin den Preis Null.

b) Wasserversorgungsunternehmen, nicht nur privatwirtschaftlicher Gesellschaftsform, betreiben normalerweise eine absatzfördernde Wachstums-Politik, ähnlich wie andere Wirtschaftsunternehmen. Dabei wird vielfach die Überbeanspruchung technischer Kapazitäten und lokaler Ressourcen in Kauf genommen. Daß es sich um einen natürlich begrenzten Rohstoff handelt, und daß durch vergrößerte Abwassermengen erhöhte Gewässerbelastungen entstehen, geht in die rein betriebswirtschaftlichen Betrachtungen kaum ein. Wasser-Einsparungen werden nur in Notzeiten empfohlen, zu wassersparenden Kreisläufen der Industrie ist bisher bei manchen Wasserversorgungsunternehmen eine distanzierte Einstellung erkennbar.

147. Diese Beispiele aus einer komplexen Gesamtsituation verdeutlichen, daß die nicht nur wünschenswerte, sondern notwendige Integration in die Gesamtbelange ein bisher unerreichtes Ziel darstellt. Da seine Realisierung Fortschritte der Forschung, der Aus- und Fortbildung, der Öffentlichkeitsarbeit und deren politischer Umsetzung in die legislative und administrative Praxis voraussetzt, handelt es sich um eine mittel- bis langfristige Zielsetzung. Wegen dieses Zeitbedarfs sollten bald die darauf gerichteten Weichenstellungen erfolgen und die erforderlichen Schritte eingeleitet werden. Sofortmaßnahmen, Entscheidungen über einzusetzende Instrumente und anzusteuernde Zwischenziele sind an den längerfristigen Zielen, z. B. der integrierten überörtlichen Gewässerbewirtschaftung, zu orientieren.

Da es bisher an einer wirksamen zentralen, fachübergreifenden Behandlung fehlt, wird dem Umweltbundesamt auch in dieser Hinsicht große Bedeutung zukommen.

3.2.3.3 Gewässergüteziele unter Beachtung gesamtwirtschaftlicher Belange

148. Wie in Übereinstimmung mit dem Umweltprogramm der Bundesregierung (Mat.Bd., 1971) bereits dargelegt wurde, ist im mitteleuropäischen Raum der Gewässerschutz zum Schlüsselproblem der Wasserwirtschaft geworden. Der erhebliche Nachholbedarf verdeutlicht dies zwar, doch wird auch nach dessen Abdeckung die Gewässergüte als Ergebnis technisch und wirtschaftlich erheblicher Vermeidungs-¹⁾ und Immissionsschutzmaßnahmen²⁾ sowie als Grundlage bedeutender Nutzungen die wichtigste Zielgröße der gesamten Wasserwirtschaft bleiben.

Die auch im volkswirtschaftlichen Gesamtrahmen bereits wesentlichen Kosten des Gewässerschutzes lassen es nicht verantworten, Ziele und Instrumente ausschließlich nach der technischen und administrativen Wirksamkeit festzulegen. Da bereits eine um 10% verbesserte Wirkung einer Größenordnung von mehr als 5 Mrd. DM entspricht, kommt der wirtschaftlich günstigen Verwendung der Mittel, aber auch der Betriebssicherheit der Anlagen und deren richtiger Wartung hohe Bedeutung zu.

¹⁾ Maßnahmen zur Emissionsvermeidung, d.h. betriebsinterne Verminderung des Abwasseranfalls und Abwasserreinigung (BULLINGER, 1974).

²⁾ Unter Immissionsschutz sind Maßnahmen zur Verminderung der Immissionswirkung zu verstehen, z.B. Stärkung der Selbstreinigung durch Flußkläranlagen, Gewässerbelüftung, Niedrigwasseranreicherung.

149. Für die Optimierung der Umweltsektoren und insbesondere des Gewässerschutzes innerhalb des gesamtwirtschaftlichen Zielsystems sind überzeugende theoretische Modelle entwickelt worden (VERMONT, 1972). Da es jedoch an den erforderlichen Daten, vor allem für die Nutzenbewertung fehlt, (ACKERMANN, 1971), (G.f.K., 1972), (RINCKE, 1973, I.) bleibt auf absehbare Zeit nur die Möglichkeit, zu den optimalen Gewässergütezielen unter Berücksichtigung der dafür zu verwendenden Anteile der gesamten Produktionsfaktoren eine Einschätzung vorzunehmen, wie sie z. B. dem Umweltprogramm der Bundesregierung zugrunde liegt. Damit reduziert sich die Optimierungsaufgabe zumindest vorläufig auf eine Kostenminimierung beim Verwirklichen der gesetzten Güteziele, bzw. darauf, mit den für den Gewässerschutz verfügbaren Mitteln die Ziele möglichst rasch zu erreichen.

150. In den Zieldefinitionen des Umweltprogramms wesentlich ist die Bezugnahme auf die Gewässergüte, d.h. die Orientierung an den Immissionen. Es gibt dazu als Ziele der Gewässerreinigung u. a. an,

- den Zustand der Gewässer, die nicht oder nur unerheblich verschmutzt sind, zu erhalten,
- den Zustand der Gewässer, die bereits mehr als unerheblich verschmutzt sind, zu verbessern (angestrebt wird die zweitbeste von vier Güteklassen) (Tz. 138).

Die Frage, ob die Festlegung der Güteklasse II dem gesamtwirtschaftlichen Optimum näherungsweise entspricht, muß dabei zunächst offen bleiben. Eine allgemeine Forderung nach Güteklasse I ginge zweifellos darüber hinaus und ließe die beachtlichen Wirkungen der Selbstreinigung weitgehend ungenutzt¹⁾. Eine Beschränkung auf Güteklasse III würde dagegen Gewässernutzungen so gravierend beeinträchtigen (entsprechend der heute teilweise vorliegenden Situation), daß ebenfalls mit suboptimalen Ergebnissen zu rechnen wäre. Der vorhersehbaren Entwicklung, daß auf nahezu alle Binnengewässer für Versorgungszwecke zurückgegriffen werden muß, würde damit auch nicht ausreichend entsprochen. Insoweit ist die allgemeingültige Festlegung der Güteklasse II auch in Abschätzung des Optimums als grundsätzlich zutreffend anzusehen.

Dies gilt ebenfalls zur Güteklasse I in den bisher weniger belasteten Bereichen, in denen ihre Beibehaltung mit geringeren Kosten und gegenüber neuen Emittenten leichter möglich ist (BULLINGER, 1974). Dabei ist wesentlich, daß die Güteklassen den Gewässerzustand nicht punktuell, sondern jeweils nur mit einem gewissen Spielraum erfassen können.

In die Überlegungen ist einzubeziehen, daß die Nutzung von Oberflächengewässern für Versorgungs- und Erholungszwecke, aber auch allgemein der "Sozialwert" sauberer Gewässer an sich (SALZWEDEL, 1972, I), ständig an Bedeutung gewinnen. Speziell bei den bisher weniger belasteten Gewässern, für die der bessere Zustand (Gewässergüte I) erhalten bleiben soll, handelt es sich vielfach um überre-

¹⁾ Nach einer Untersuchung in der Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz (KNÖPP, 1970) erreicht die mögliche Selbstreinigung des Niederrheines auf rd. 170 km Fließstrecke eine Größenordnung von rd. 15 Mill. Einwohnergleichwerten (EG), soweit nicht durch Intoxikation Abbauehmungen auftreten. Daraus läßt sich ein ersparter Kläranlagen-Aufwand von rd. 500 Mill. DM/a errechnen. Ähnlich aber in anderer Größenordnung entspricht die Reinigungsleistung des Baldeney-Stausees an der Ruhr einer biologischen Kläranlage von 100 000 EG, oder einem Kläranlagen-Aufwand von rd. 3 Mill. DM/a (KOE-NIG, 1973). –

gional bevorzugte Erholungsgebiete¹⁾). Andererseits sollte eine solche generelle Festlegung nicht ausschließen, daß in wirtschaftlicher Abwägung für besonders belastete Wasserläufe, z. B. die Emscher, die infolge ihres Salzgehaltes ohnehin für Versorgungszwecke ausscheidet, auch eine geringere Wassergüte zuzulassen ist. Ähnlich kann intensiver Schiffsverkehr einer Nutzung für Erholungszwecke entgegenstehen.

3.2.3.4 Emissionsstandard – Immissionsstandard – Effizienzstandard – Subventionswirkungen

151. Für die einzelnen Flußgebiete unterscheiden sich die jeweiligen "Immissionskoeffizienten"²⁾ erheblich. Deshalb ist z. B. die angestrebte Gewässergüteklasse II (als Immissionsstandard) nicht mit denselben Emissionsstandards für das gesamte Bundesgebiet zu erreichen. Demgegenüber wird im Umweltprogramm wie in der Fachöffentlichkeit gefordert und in verbindliche Auflagen umgesetzt, daß nahezu alle Abwässer in biologischen oder entsprechenden physikalisch-chemischen Kläranlagen gereinigt werden sollen. Diese allgemein postulierte Emissionsbeschränkung ist nicht mit der Festlegung von Wassergütezielen in unmittelbare Übereinstimmung zu bringen. Vielfach wird die Begründung gegeben, daß bei der in der Bundesrepublik Deutschland vorliegenden hohen Belastungsdichte für alle Gewässer die biologische oder gleichwertige Reinigung erforderlich sei, um die Gewässergüte II oder den heute besseren Zustand für die Zukunft sicherzustellen.

152. Da das Umweltprogramm mit Rücksicht auf den Zeitbedarf für Planung und Durchführung von Vermeidungsmaßnahmen den Zeitraum bis 1985 bei weiter ansteigender Belastung abdecken soll, trifft diese Aussage im Durchschnitt des Bundesgebietes zu. Ein solcher Durchschnitt bedingt aber in beiden Richtungen erhebliche regionale Abweichungen. Deshalb kann die Argumentation nur teilweise befriedigen. Der Verzicht auf eine immissions-, d. h. auf die Gewässergüteziele bezogene Regionalisierung der Emissionsbeschränkungen in dieser Phase stellt eine pragmatische Kompromißlösung dar. Im Sinne einer wirtschaftlichen Verwendung der erheblichen Mittel für den Gewässerschutz ist sie als vorübergehende Ausnahme jedoch nur dann akzeptabel, wenn innerhalb der einzelnen Flußgebiete nach einem Schwerpunktprogramm im Sinne des maximalen Investitionseffektes (minimaler Investitionsaufwand bei gegebenem Ziel) vorgegangen wird. Daher sind die größeren Anlagen mit unterdurchschnittlichen Kosten bevorzugt und bis zu höheren Reinigungsgraden als die spezifisch teureren kleineren auszubauen³⁾. Zu der Forderung nach Emissionsstandards mögen sowohl Bedenken hinsichtlich der Durchführbarkeit regionaler Abstufungen im Zusammenwirken mit den Bundesländern, das Bemühen um administrative Vereinfachung wie auch mißverständliche Deutungen der

Wettbewerbsgleichheit beigetragen haben. Zum letzten Punkt wird vielfach verkannt, daß unterschiedliche Vorfluterbedingungen und Reinhaltanforderungen ebenso Standortfaktoren darstellen wie z. B. Verkehrsverbindungen, Nähe der Rohstoffbasis bzw. der Absatzmärkte oder wie Grundstückspreise und nicht von diesen getrennt gesehen werden dürfen.

153. Andererseits ist einer biologischen Abwasserreinigung im Bundesdurchschnitt die Notwendigkeit zugeordnet, für höher belastete Gewässer weitergehende Maßnahmen zu treffen. Diese können in Vermeidungsmaßnahmen, z. B. in mehrstufig ausgebauten Hochleistungskläranlagen bzw. schon in der Verhinderung des Schmutzanfalls bei den Verursachern, bestehen oder als Immissionsschutzmaßnahmen zur Verbesserung der Selbstreinigung erfolgen. Je weiter mit einer Intensivierung des Kläranlagenausbauens der bisherige Nachholbedarf abgedeckt wird, desto offenkundiger wird eine solche regionale Differenzierung notwendig. Zum Beispiel steht für den Neckar bereits jetzt fest, daß die normale biologische Vollreinigung allen anfallenden Abwassers nicht mehr ausreicht. Bei der Ruhr wird wegen ihrer außerordentlichen Bedeutung für die Wasserversorgung des Industriereviere mit weitergehenden Maßnahmen eine überdurchschnittliche Wassergüte angestrebt.

154. Die stärkste Abweichung vom wirtschaftlichen Optimum ergibt sich, wenn staatliche Investitionszuschüsse nach Maßgabe der Pro-Kopf-Belastung (jährliche Kommunale Entwässerungskosten pro angeschlossenem Einwohner) gezahlt werden, d. h. für die im Gesamtrahmen unwirtschaftlichsten Projekte. Dies entspricht den bisher in den Bundesländern üblichen Richtlinien für staatliche Finanzierungshilfen zum Kläranlagen- und z. T. auch Kanalisationsausbau der Gemeinden.

Dadurch kommen größere Städte mit einem buchungsmäßig bereits abgeschriebenen, wenn auch meist überlasteten Entwässerungssystem selten in den Genuß derartiger Mittel. Im Ergebnis sind vollbiologische Kläranlagen kleiner Gemeinden mit hohen spezifischen Kosten z. T. an denselben Gewässern entstanden, in die benachbarte Großstädte ihre Abwässer nur mechanisch oder sogar völlig ungereinigt einleiten. Mit dem gleichen Aufwand wäre bei solchen Schwerpunktoobjekten ein wesentlich größerer Effekt zu erreichen. Darüber hinaus kann das Warten auf Finanzierungshilfen sogar zu einer Verzögerung des Kläranlagenausbau führen.

155. Zusammengefaßt ergeben sich für die Annäherung an das gesamtwirtschaftliche Optimum vier Rangstufen. Sie sind Beurteilungskriterien zur Wirkung der verschiedenen Instrumente und zweckmäßigen Verwendung der für den Gewässerschutz verfügbaren Mittel:

1. eine regionale Differenzierung der Gewässergüteziele für einzelne Flußgebiete, vor allem im Sinne bereichsweise höherer Anforderungen, die über die allgemeine Mindestgüte hinausgehen, würde dem Optimum am nächsten kommen und auch der Tatsache Rechnung tragen, daß unterschiedliche Vorfluterbedingungen und Reinhaltanforderungen Standortfaktoren darstellen. Eine solche Differenzierung ist jedoch wegen noch fehlender Daten und administrativer Voraussetzungen derzeit nur beschränkt möglich.

¹⁾ Dort ist dafür zu sorgen, daß die meist stoßweise Gewässerbelastung durch den Erholungsverkehr diesen nicht selbst infrage stellt oder andere wesentliche Nutzungen unangemessen beeinträchtigt.

²⁾ Der Immissionskoeffizient kennzeichnet das Verhältnis zwischen den Konzentrationen der Emissionen und der daraus resultierenden Immission unter Einbeziehung der Selbstreinigungswirkungen (JÜRGENSEN, 1971).

³⁾ Dieses Investitionsprogramm nach der Reinhaltewirkung der aufgewandten Mittel läßt sich als Vorgehen nach Effizienzstandards bezeichnen.

2. Eine pragmatische, weitgehend einheitliche Festlegung von Gewässergütezielen (Immissionsstandards) ermöglicht innerhalb der Flußgebiete die Aufwandsminimierung durch unterschiedliche Reinigungsgrade der Einzeleinleiter. Sie erfordert legislative und administrative Anpassung, ist dann jedoch praktikabel, wie die Erfahrungen mit regionalen Wasserverbänden zeigen. Die bessere Gewässerschutzwirkung der Stufe 1 könnte allmählich aus der Stufe 2 entwickelt werden.
3. Einheitliche Einleitungsbedingungen als Auflagen (Emissionsstandards) sind zwar die administrativ einfachste Lösung und bieten zudem eine scheinbare Gleichbehandlung. Die in kleinen Anlagen wesentlich höheren Reinigungskosten führen aber im Vergleich mit Rangstufe 2 zu erheblich größerem Gesamtaufwand für das gleiche Güteziel.
4. Die bevorzugte Förderung der unwirtschaftlichsten Projekte – derjenigen mit den höchsten spezifischen Kosten – durch Investitionszuschüsse wird gegenwärtig z.T. praktiziert, ist aber die unbefriedigendste Lösung. Sie hemmt den Ausbau lohnender Schwerpunktanlagen.

Die Rangstufe 4 entsteht als eine Steigerung aus der Rangstufe 3, wenn schematisch gleiche Emissionsauflagen für die Verursacher mit hohen Vermeidungskosten eine unverhältnismäßig große Belastung bedeuten, die durch staatliche Finanzierungshilfen gemildert werden soll (Tz. 154). Schwerpunktförderungen könnten dagegen einen Übergang zu Rangstufe 2 oder sogar eine Annäherung an 1 bewirken.

Bei den erheblichen Aufwendungen für den Umweltschutz kommt der wirtschaftlichen Mittelverwendung und den damit auch in Zwischenphasen des Langzeitprogramms erreichbaren Verbesserungen große Bedeutung zu. Deshalb sind die bisher genutzten und künftig beabsichtigten Instrumente der Wassergütwirtschaft nicht nur an ihrer erhofften Wirksamkeit, d. h. der Forcierung des Kläranlagenausbaues, sondern auch daran zu messen, welche der 4 Rangstufen mit ihnen realisiert werden kann.

156. Daß die bisherigen Investitionen in der Wassergütwirtschaft der Bundesrepublik nicht an Effizienzkriterien orientiert waren, geht aus den verfügbaren statistischen Unterlagen hervor.

So gibt der Materialienband zum Umweltprogramm der Bundesregierung (Mat. Bd., 1971) eine Übersicht zur bisherigen und künftig geplanten Abwasserreinigung im öffentlichen Bereich für die Jahre 1957, 1963, 1968 und 1985. Sie wird durch die 1972 veröffentlichten Werte der Abwasserstatistik 1969 ergänzt (BMI, 1972). Danach hat im öffentlichen Bereich trotz Anstiegs der biologischen Vollreinigung von 10% i. J. 1957 auf 38% i. J. 1969 die verbleibende Gewässerverschmutzung stetig zugenommen. Für den bisherigen Kläranlagenausbau ist aufschlußreich, daß gem. Taf. 5 der Abwasserstatistik 1969 der Anteil vollbiologisch behandelten Abwassers in Großstädten mit 33% bisher wesentlich unter dem in Gemeinden mit 2000–5000

Einwohnern (40%) bzw. 5000–10000 E (49%) liegt. Klammert man die für das Bundesgebiet atypischen Abwasserhältnisse Westberlins aus der Rechnung aus, sinkt der vollbiologisch behandelte Abwasseranteil der westdeutschen Großstädte auf weniger als 30% und damit weit unter den Gesamtdurchschnitt im öffentlichen Bereich der Bundesrepublik Deutschland.

157. Eine von der Bundesanstalt für Gewässerkunde für das Bundesministerium des Innern durchgeführte Untersuchung (KNÖPP, 1971) über die Anwendung von Standards zeigt, daß auch international die Einsicht zunimmt, die Gewässergüte und nicht eine schematische Gleichheit der Einleitungsbedingungen als maßgebende wassergütwirtschaftliche Entscheidungsgrundlage heranzuziehen (KNÖPP, 1973). Dies gilt ebenfalls für die Grundlagen einer internationalen Harmonisierung, z.B. innerhalb der EG. Bei den unterschiedlichen Belastungsbedingungen der Gewässer (BÖHNKE, 1973) ist für die Realisierung solcher Gewässergüteziele ein Emissionsstandard ein ungeeignetes Instrument.

158. Die in der Bundesrepublik Deutschland entwickelten Normalwerte (LAWA, 1970) für die mit herkömmlichen Abwasserreinigungsverfahren erreichbare Ablaufbeschaffenheit schematisch als Emissionsstandards einzusetzen, stellt deshalb eine zwar administrativ einfache, aber für die Gewässergüteziele und deren wirtschaftliche Realisierung unzumutbare Anwendung dar. Daß damit auch nicht "der Stand der Technik" allgemeingültig zu kennzeichnen ist, zeigt das englische Beispiel. Dort werden neuere Schwerpunktanlagen über eine reichlich bemessene biologische Reinigung hinaus noch mit weitergehenden Stufen, z.B. Sandfiltern, ausgestattet, um die Restverschmutzung auf einen Bruchteil der in der Bundesrepublik Deutschland z.Z. allgemein angesteuerten Werte zu reduzieren (ATV, 1973).

159. Die Angabe der Wassergütekategorie II reicht als Kennzeichnung nicht aus, um konkrete Abwasserlastpläne aufzustellen und daraus sachgerechte Einleitungsanforderungen abzuleiten¹⁾. Damit das Flußwasser unter noch vertretbarem Aufwand zu einem einwandfreien Trinkwasser aufbereitet werden und auch Freizeitnutzungen genügen kann, erscheinen die von KNÖPP vorgeschlagenen Kennwerte angemessen. Diese Werte, die den von der Wasserversorgungsseite an geeignetes Rohwasser gestellten Anforderungen (DVGW, 1962) annähernd entsprechen, sind in Tabelle 1 wiedergegeben. Einzelne Angaben, z.B. 0,2 mg/l Gesamtphosphat (P) gelten jedoch nur für Fließgewässer. Für stehende, stärker eutrophierungsgefährdete Gewässer sollten strengere Werte festgelegt werden. Umfangreichere Erhebungen über Gewässerkennwerte und daraus abzuleitende Einleitungsanforderungen sind in Großbritannien durchgeführt und diskutiert worden (JENKINS, 1973). Andere Untersuchungen beschäftigen sich spezieller mit organischen Inhaltsstoffen (ONGERTH, 1973) und Metallgehalten (WHO, 1974). Daß eine vollständige Wiedergabe aller u. U. relevanten Stoffe auf Schwierigkeiten stößt, wird durch eine Dokumentation des Hygiene-Instituts des Ruhrgebiets in Gelsenkirchen über toxische Stoffe im Wasser veranschaulicht, in die unter Verwendung von 36684 Daten 9310 Stoffe einbezogen wurden (ALTHAUS, 1972).

¹⁾ Dabei sind ausreichende Reserven für neu hinzutretende oder nicht erfaßbare Verschmutzungen, z.B. durch landwirtschaftliche Abschwemmungen, zu berücksichtigen.

3.2.3.5 Weitere wasserwirtschaftliche Ziele

160. Neben dem zweifellos vorrangigen Ziel einer wirksameren Gewässerreinigung durch den unter Beachtung wirtschaftlicher Kriterien intensivierten Kläranlagenbau sind einige weitere Erfordernisse zu beachten, die damit z. T. in Zusammenhang stehen¹⁾.

Während die in zurückliegenden Jahrzehnten relativ einfachen wasserwirtschaftlichen Anlagen an Entwurf, Bau und Betrieb nur bescheidene technische Anforderungen stellten, ist bei den modernen Reinigungs- und Aufbereitungsanlagen eine ständig zunehmende verfahrens- und gerätetechnische Komplizierung festzustellen. Trotz dankenswerter Initiativen der Fachverbände im Fortbildungsbereich folgt der Ausbildungsstand vor allem des Betriebspersonals nur zögernd diesen höheren Ansprüchen. Ohne daß für die Bundesrepublik hierfür exakte Erfassungsergebnisse vorliegen, ist aus einer Vielzahl von Einzelbeobachtungen zu schließen, daß der Anteil der Anlagen, deren mögliche Reinigungsleistung infolge unzureichender Fachkenntnisse

nicht ausgeschöpft wird, ähnlich einer Aufstellung in den USA bei mehr als 50% liegt. Eine solche verschlechterte Leistung muß für das gleiche Gewässergüteziel durch weitergehenden kostspieligen Anlagenausbau kompensiert werden. Es ist mit hoher Sicherheit abzuschätzen, daß sich eine – vom jetzigen Stand ausgehend – verstärkte Aus- und Fortbildung von Fachpersonal und eine verbesserte Anlagenüberwachung mehr als zehnfach bezahlt machen würden.

161. Auf einigen Teilgebieten der technischen Anlagegestaltung von Hausentwässerungen über Kanalrohre bis zu Typenkläranlagen hat der scharfe Wettbewerb zu Qualitätseinbußen geführt, denen bisher nur z. T. durch Normen und Bauvorschriften begegnet werden kann (z. B. ATV/KfK, 1973). Im Unterschied zu Produktionsanlagen und Konsumartikeln werden weder die Liefer- oder Baufirmen noch die kommunalen Auftraggeber durch Unzulänglichkeiten, die sich meist erst nach mehreren Jahren herausstellen, z. B. als unzureichende Bemessung von Typenkläranlagen oder infolge chemischer Korrosion als Kanalundichtigkeit, in ihren unmittelbaren Eigeninteressen getroffen¹⁾. Deshalb ist die Versuchung groß, bei Material- und Firmenwahl am

¹⁾ Soweit es sich um die Trinkwasserversorgung und um Aufgaben der regionalen Wassergütwirtschaft handelt, wird darauf in Abschnitt 3.2.4.2 bzw. 3.2.4.B eingegangen.

¹⁾ Kläranlagen werden allerdings meist auf 30 Jahre, Kanalisationen auf 50 Jahre ausgelegt.

Tab. 1 Vorschlag für Standardwerte der Qualitätsanforderungen an Oberflächengewässer unter Berücksichtigung in- und ausländischer Normen und Empfehlungen

Nr.	Parameter	Standardwert
1	Temperatur	< 28°C; jedoch in der Regel nicht mehr als 3 grd über der natürlichen Gleichgewichttemperatur des Gewässers.
2	pH	6,5 – 8,5
3	Sauerstoffgehalt	Tag-Nacht-Mittel > 70% der Sättigung Wenn Abfluß < MNQ: mindestens 60%
4	BSB ₅	< 5 mg/l
5	KMnO ₄ -Verbrauch	< 20 mg/l
6	Gelöster org. Kohlenstoff	< 5 mg/l
7	Biologischer Zustand	β-mesosaprob und besser
8	Chloride	< 200 mg/l
9	Sulfate	< 150 mg/l
10	Ammonium	< 0,5 mg/l
11	Gesamteisen	< 1 mg/l
12	Mangan	< 0,25 mg/l
13	Gesamt-Phosphat (P)	< 0,2 mg/l
14	Phenole	< 0,005 mg/l
15	Radioakt. Subst. (Ges.-Aktiv.)	< 100 pC/l
16	Toxische Stoffe	Keine Konzentrationen, die über der Toleranzdosis f. Trinkwasser liegen, die Selbstreinigung im Gewässer hemmen oder für die Fische schädlich sind.

Quelle: Knöpp, H., N. Schott: Entwicklung und Anwendung von Standardwerten für die Qualität von Oberflächenwasser als Instrument des Umweltschutzes, Koblenz, 1971, Seite-K 13.

falschen Platz zu sparen. Ein weiteres Ziel sollte deshalb sein, unter Beachtung des allgemeinen Wettbewerbsrechts aber auch der Besonderheiten der Entwässerungsanlagen die ausreichende Qualität bei der Herstellung zu sichern.

Betriebliche Unzulänglichkeiten führen nicht nur zu Leistungsminderungen, sondern verursachen auch Umweltbeeinträchtigungen, insbesondere Geruchsbelästigungen. In einem so dicht besiedelten Land wie der Bundesrepublik ist ein größerer Abstand von Kläranlagen und Schlammplätzen zu den nächsten Siedlungen nur unter erheblichen Schwierigkeiten und Mehrkosten möglich (Zulaufkanal, Straßen-, Strom- und Wasseranschluß). Über die qualifizierte Wartung hinaus erfordert das erhöhte Umweltbewußtsein der Bevölkerung auch verstärkte technische Bemühungen für die umweltfreundliche Anlagengestaltung.

162. Auch ohne Verschulden des Betriebspersonals sind Leistungsminderungen und Gerüche nicht zu vermeiden, wenn den Kläranlagen aus den Sammelkanalisationen Hemmstoffe zugeführt werden. Dies wird in zahlreichen Gemeinden vor allem durch Betriebe der metallischen Oberflächenveredelung (Galvaniken, Beizereien, Gelbbrennen, Härtereien) bewirkt. Da diese als Anschlußnehmer der Ortskanalisation nicht dem unmittelbaren Zugriff der Gewässeraufsicht unterliegen, erscheint es dringend notwendig,

1. das kommunale Interesse an der Durchsetzung der erforderlichen Vorbehandlungsanlagen zu intensivieren,
2. auf die Gesamtheit der oberflächenverarbeitenden Betriebe in gleichem Sinne einzuwirken, zumal die technologisch mögliche Kreislaufverwendung des Brauchwassers nur zögernd angewandt wird,
3. für die als industrieller Sondermüll anfallenden Schlämme der Entgiftungs- und Neutralisationsanlagen geeignete Beseitigungsmöglichkeiten zu schaffen (3.5).

163. Wie zu mehreren Teilberechnungen der Wasserwirtschaft gezeigt wurde, kommt der überörtlichen Planung und Bewirtschaftung wachsende Bedeutung zu. Um dafür notwendige Entscheidungen vorzubereiten, sind praxisnahe Planungsinstrumente interdisziplinär zu entwickeln und für die jeweiligen Regionen ausreichende Daten bereitzustellen.

3.2.4 Zustand und Status-quo-Entwicklung

3.2.4.1 Allgemeiner Gewässerzustand

164. Analytische Feststellungen zur Gewässerbelastung durch Schmutz-, Nähr- und Schadstoffe, parallel dazu auch biologische Gewässerbeurteilungen, zeigen, daß die meisten Fließgewässer der Bundesrepublik Deutschland mäßig bis stark verschmutzt sind (Güteklasse II und III). In wesentlichen Teilen des Rheins, des Neckars und unteren Mains so-

wie auf kürzeren Strecken der Weser, der oberen Ems, der Regnitz und der oberen Donau liegt bereits eine übermäßige Verschmutzung vor (Güteklasse IV). Nur in den aus den Alpen kommenden rechten Nebenflüssen der Donau ist auf größeren Strecken noch die geringer verschmutzte Güteklasse I festzustellen (Mat. Bd., 1971). Insgesamt verdeutlicht der heutige Gewässerzustand, daß, bis auf wenige positive Ausnahmen, die Verschmutzung weiter zugenommen hat, obwohl die Statistik für das Abwasserwesen im öffentlichen Bereich für die letzten 15 Jahre eine wesentlich gesteigerte Reinigungsleistung ausweist. Zum gewerblichen Sektor stellt die LAWA (1972) rückblickend als Erfolg eine "verminderte Zunahme der Verschmutzung im Verhältnis zur Produktion" fest. Dies kann jedoch nicht genügen, eine bereits überlastete Ausgangssituation zu sanieren.

165. Dementsprechend beschränkt sich das Umweltprogramm der Bundesregierung nicht auf die Beibehaltung des vorliegenden Verschmutzungszustandes, d. h. den bisher noch nicht erreichten Ausgleich zusätzlicher Verschmutzungen durch Kläranlagenausbau. Es sieht stattdessen notwendigerweise die Abdeckung des Nachholbedarfs, also eine wesentliche Verminderung der bisherigen Gewässerverschmutzung vor.

Zwei Jahre nach der Verkündung des Programms mußte der Bundesinnenminister auf eine Kleine Anfrage im Bundestag jedoch feststellen (GENSCHER, 1973), daß 1971 und 1972 die Investitionsraten für den öffentlichen Kläranlagenbau nur etwa 60% des Programm-Sollwertes erreicht haben.

Auch 1973 sind im Rhein und Main wie alljährlich im Herbst kritische Sauerstoffverhältnisse (HESSEN, 1973) entstanden. In mehreren wesentlichen Abschnitten lag der O₂-Gehalt nahe der Nullgrenze. Mit größeren Industrieanstaltungen entlang der Nordseeküste sind dort ebenfalls erhebliche Güteverschlechterungen festzustellen, wobei international nachbarliche Einflüsse eine wesentliche Rolle spielen. In der Ostsee ist eine stetig zunehmende Verschmutzung und Eutrophierung zu beobachten.

166. Andererseits darf nicht verkannt werden, daß in manchen Bereichen ernsthafte und auch erfolgreiche Anstrengungen für den Gewässerschutz unternommen werden. So ist trotz wachsenden Abwasseranfalls die Qualität des Ruhrwassers etwa seit 1960 unverändert geblieben, streckenweise konnte eine Güteverbesserung erreicht werden. Das große Mündungsklärwerk der Emscher, mit dem das Wasser des gesamten Flusses, bevor es in den Rhein mündet, biologisch gereinigt werden soll, steht vor der Inbetriebnahme.

Infolge der Abwasserableitung in Ringkanalisationen macht die Sanierung einzelner bayerischer Seen sichtbare Fortschritte (GARTNER, 1973). Mehrere Großstädte und Industriewerke haben auch ohne staatliche Zuschüsse Klärwerke errichtet, die auf absehbare Zeit allen Anforderungen genügen müßten.

Eine nähere Betrachtung solcher positiven Beispiele zeigt, daß dort meist die Bereitschaft zu erheblichen finanziellen Opfern von einem ausgeprägten Verantwortungsgefühl gegenüber der Allgemeinheit getragen war, dagegen aufsichtsbehördlicher Zwang nur in geringem Maße als ursächlich gelten kann. Diese positive moralische Seite wird jedoch

ungünstig beeinflußt, wenn andere Abwassereinleiter durch unterlassene oder verzögerte Reinhaltemaßnahmen sehr viel Geld sparen und dadurch Wettbewerbsvorteile erzielen.

Insgesamt wirken beim bisherigen Mißerfolg im Wettlauf mit der Verschmutzung mehrere Ursachen zusammen:

1. *Nachkriegs- und wachstumsbedingt zunächst grundsätzlich andere Investitionsschwerpunkte*
2. *Unzulängliche Einschätzung des von der Gewässergüte beeinflussten gesellschaftlichen Nutzens, bzw. der durch Verschmutzung bewirkten Nachteile*
3. *Längere Nichtbeachtung des progressiven Anstiegs der Reinhaltungsanforderungen (Tz. 123)*
4. *Fehlender behördlicher Druck sowie mangelndes ökonomisches Eigeninteresse und Umweltbewußtsein der zur Reinhaltung Verpflichteten (Tz. 131)*
5. *Nichtoptimaler Einsatz staatlicher Finanzierungshilfen und der davon ausgelösten Investitionen (Tz. 155)*
6. *Großer Zeitbedarf für Planung und Bau von Kläranlagen, vielfältige Verzögerungseinflüsse, deshalb verspätete Reaktion auf entstandene Mißstände.*

167. Diese Ursachen und ihre sichtbare Wirkung wären bereits bei einer Extrapolation der bisherigen Entwicklung bedenklich, wie sie etwa dem Umweltprogramm im Abwasserbereich zugrunde liegt. In heutiger Sicht sind die Anforderungen an den Gewässerschutz in einigen Punkten jedoch noch kritischer als 1971 zu beurteilen:

- a. *Im Umweltprogramm ist der stark wachsende Abwasserabstoß aus Massentierhaltungen noch nicht erfaßt (Tz. 126).*
- b. *Aus der Nährstoffanreicherung der Gewässer, z. B. durch Abschwemmung von Düngemitteln, Phosphaten aus Waschmitteln und der Aufwärmung durch Kühlwässer wird der Sauerstoffhaushalt der Gewässer stärker beansprucht, als es allein der bisher gerechneten Abwasserlast entspricht.*
- c. *Der wachsende Gehalt an Schadstoffen und biologisch nicht abbaubaren Reststoffen in den Gewässern erfordert mit Rücksicht auf die Wasserversorgung erhöhte Aufmerksamkeit.*

168. Die unzureichende Gewässergüte und die zu dem großen Nachholbedarf beitragenden Ursachen liegen in allen Industrieländern vor. Trotz z. T. geringerer spezifischer Belastung sind die Gewässer vielfach noch stärker verschmutzt als in der Bundesrepublik. Dies gilt unabhängig von der Wirtschafts- und Gesellschaftsform. Z. B. in der Bundesrepublik, der Schweiz und England übertrifft der durchschnittliche Reinigungsgrad der Abwässer die günstigsten Verhältnisse in den sozialistischen Ländern wesentlich.

Es wäre jedoch verfehlt, aus dem internationalen Vergleich für den hiesigen Gewässerschutz eine geringere Dringlichkeit ableiten zu wollen. Aufgrund der in der Bundesrepublik außerordentlich hohen Belastungsdichte ist nicht nur für eine bestimmte Gewässergüte ein wesentlich besserer Abwasser-Reinigungsgrad als in anderen Ländern notwendig. Auch die gütebezogenen Nutzungen erfolgen in größerer Intensität als in internationalen Vergleichsfällen:

1. *Die Grundwasservorräte sind weitgehendst ausgeschöpft, so daß ein höherer Anteil des Trinkwassers aus Oberflächengewässern gewonnen werden muß.*
2. *Mit der dichteren Besiedlung besteht stärkerer Bedarf an wasserbezogenen Erholungsmöglichkeiten.*
3. *Umweltbeeinträchtigungen wirken sich lokal oder regional auf ei-*

nen größeren Personenkreis aus. Die Ausweichmöglichkeiten gegenüber hochverschmutzten "Opferstrecken" sind eingengt.

4. *Schließlich ist zu beachten, daß bei dem sehr hohen deutschen Lebensstandard die materiellen Ziele weitergehend erfüllt sind als in den meisten anderen Ländern, in denen sie zunächst noch Vorrang besitzen. Höhere Ansprüche an die Umwelt-, speziell Wassergüte, erhalten damit für die Bevölkerung einen relativ bedeutenderen Rang als für Nationen, deren materielle Existenzgrundlage vorab gesichert werden muß.*

3.2.4.2 Probleme der Trinkwasserversorgung

169. In der Bundesrepublik waren 1969 rd. 93,7% aller Einwohner an ein öffentliches Wasserversorgungsunternehmen angeschlossen, wobei der Jahresverbrauch etwa 4,5 Mrd. m³ betrug (Stat. Jahrbuch, 1973). Darin ist der Gesamtbedarf der Industrie mit rd. 11 Mrd. m³/a nur zu einem kleinen Teil erfaßt, da diese rd. 93% des benötigten Wassers, einschl. Kühlwasser, durch Eigengewinnung gedeckt hat und nur 7% aus der öffentlichen Wasserversorgung bezog. Der Wasserbedarf je Einwohner und Tag in privaten Haushalten hängt in großem Maß vom Grad der Technisierung ab. Er kann in Ballungsgebieten einschließlich kleingewerblichem Bedarf bis zu 300 l/E.d betragen und wurde im Mittel des Bundesgebietes 1969 mit rd. 120 l/E.d festgestellt (VGW, 1972). Bis zum Jahre 2000 wird ein Mittelwert von rd. 200 l/E.d erwartet (BATTLE, 1972). Den Planungen, einer Annäherung an die mehr als doppelt so hohen Werte in den Vereinigten Staaten zugrunde zu legen, würde strukturellen Einflüssen, z. B. dem dort hohen Wasserbedarf für Klimaanlage, nicht gerecht.

170. Insbesondere regionale Probleme der Trinkwasserversorgung ergeben sich aus dem hohen spezifischen und absoluten Wasserbedarf in Ballungszentren, dem entsprechenden Abwasseranfall und der Notwendigkeit, den zukünftigen Mehrbedarf überwiegend aus Oberflächenwasser zu decken. Zur Zeit werden rd. 60% des gesamten Trinkwasserbedarfs aus Grund- und Quellwasser und 40% aus Oberflächenwasser einschließlich Uferfiltrat gewonnen. Nach den vorliegenden Angaben können in der Bundesrepublik vom Oberflächenwasser rd. 30 Mrd. m³/a und vom Grundwasser rd. 16 Mrd. m³/a genutzt werden (LAWA, 1972).

171. Auf die Abhängigkeit der Wassergewinnungsmöglichkeiten und der aufzuwendenden Aufbereitungskosten von der Gewässergüte ist bereits mehrfach hingewiesen worden. Trotz regionaler Ausschöpfung der Grundwasservorkommen hat bei dem gegebenen schlechten Gewässerzustand die Benutzung von Flußwasser, auch als Uferfiltrat, von 1960–1970 nur unterdurchschnittlich zugenommen (VGW, 1972).

Als eine Ausweich-Reaktion (ZWINTZSCHER, 1973) ist die Förderung aus Seen um 96% und aus Talsperren um 56% am stärksten gestiegen. Da solche Möglichkeiten in vielen Regionen nicht bestehen, war dies zu einem großen Teil mit dem Übergang zu Fernversorgungssystemen verbunden, bei denen zu den Kosten der Gewinnung und Verteilung noch die der Fortleitung über größere Entfernungen treten.

Für den planmäßigen Ausbau von Talsperren werden

normalerweise die technisch und wirtschaftlich günstigsten Sperrstellen zuerst genutzt. Daraus ergibt sich bei weiteren Talsperrenbauten eine ähnlich progressiv steigende Kostentendenz wie für die Gewässerreinigung (RINCKE, 1968). Außerdem erfordert die Reinhaltung der Seen von Verschmutzungen und Nährstoffen wachsenden Aufwand. So führt der schlechte Zustand sogar derjenigen Fließgewässer, die nicht mehr für die Wassergewinnung zu nutzen sind, zur Verteuerung der Wasserversorgung. Damit würde der Wert eines auf Güteklasse II angehobenen Gewässerzustandes bei weiterem Anwachsen des Wasserbedarfs u. a. dadurch steigen, daß die alternativen Ausweichmöglichkeiten einer progressiven Kostensteigerung unterliegen.

172. Auch die biologisch nicht abbaubaren Abwasserinhaltsstoffe beeinträchtigen die Trinkwasserqualität bzw. erhöhen die Kosten der notwendigen Aufbereitung. Soweit der Sauerstoffhaushalt, d. h. der aerobe Zustand, gesichert ist, gibt die überwiegend zur Beurteilung herangezogene Verminderung des biochemischen Sauerstoffbedarfs (BSB₅) noch keine zuverlässige Aussage über die Verbesserung der Wassergüte für Versorgungszwecke. Die Restverschmutzung einschl. organischer Schadstoffe gewinnt in dem Maße relativ an Bedeutung, wie durch Reinigungsmaßnahmen die BSB₅-Belastung vermindert wird. Hierzu ist die Alternative, die für stärker belastete Gewässer bereits jetzt aktuell wird, entweder durch chemisch-physikalische Methoden der Abwasserreinigung auch die Restverschmutzung zu vermindern, oder die Wasseraufbereitung durch z. B. Aktivkohle- oder Ozon-Behandlung zu ergänzen. Die praktischen Folgerungen werden in der Bundesrepublik bereits vereinzelt gezogen. Im Hinblick auf die künftig wachsende Bedeutung dieses Problems ist es zu begrüßen, daß die Bemessungsformel zum Entwurf des Abwasserabgabengesetzes für die organische Verschmutzung vorrangig den chemischen Sauerstoffbedarf (CSB) zugrunde legt.

173. Eine Gütebeeinträchtigung, die fast ausschließlich die Trinkwasserversorgung trifft, ist der in mehreren Gewässern steigende Salzgehalt. Obwohl beispielsweise aus dem Rhein und seinen Nebenflüssen rd. 1,6 Mrd. m³/a Trinkwasser gewonnen werden und die Salzfracht an der holländischen Grenze 1950 mit etwa 190 kg/s
1960 mit etwa 270 kg/s
1970 mit etwa 340 kg/s

gemessen wurde, sind die Abhilfemaßnahmen heute nur bis zum Versuchsstadium gediehen (6.4). Die Weser (6.2), die zur Deckung der Bedarfsspitzen der Bremer Wasserversorgung herangezogen wird, weist sogar mit einer Chloridkonzentration von zeitweilig über 2000 mg/l eine wesentlich höhere Versalzung als der Rhein auf (HABERER, 1972).

174. Gegenüber den sachlichen Erfordernissen besteht zur Ausweisung von Wasserschutzgebieten ein erheblicher Rückstand. Abgesehen davon, daß in vielen Fällen eine bestehende Nutzung z. B. durch Siedlungen, nicht rückgängig gemacht oder in ihren wesentlichen Funktionen eingeschränkt werden kann, lassen die bei Schutzzonen für den Begünstigten entstehenden Entschädigungspflichten (WHG, §§ 19 (3) und 20) vielfach davor zurückschrecken. Zu dem – kaum noch vorab kalkulierbaren – Umfang solcher finanziellen Belastungen hat das Hamelner Grundsatzzurteil des Bundesgerichtshofes vom 25. 1. 1973 (Nr. III ZR 113/70), wonach auch mögliche, aber noch nicht aus-

geübte oder nachweisbar vorbereitete Änderungen der Nutzungsart Entschädigungsansprüche begründen können (Tz. 639), Unsicherheit und verstärkte Zurückhaltung auslöst. Entsprechend einer Stellungnahme des Bayerischen Staatsministeriums des Innern (Landtags-Drucks. 7/4886) sind hierzu im Interesse einer geordneten Wasserversorgung Bedenken anzumelden. Auch gesamtwirtschaftlich ergibt sich daraus zweifellos eine ungünstige Verschiebung der jeweiligen Entscheidungsgrundlagen.

175. Andererseits kann nicht nur aus rechtsstaatlichen, sondern auch aus Gründen der gesamtwirtschaftlichen Steuerung auf die Entschädigung wesentlicher individueller Nutzungsbeschränkungen nicht verzichtet werden.

Überwiegend aus lokalen Entwicklungen entstanden, liegt für die deutsche Wasserversorgung eine technisch und organisatorisch weitgehende Zersplitterung vor¹⁾. Vielfach würde die ordnungsgemäße Ausweisung von Schutzgebieten Nutzungsbeschränkungen erfordern, deren Bedeutung in gesamtwirtschaftlicher Abwägung den Wert der zu schützenden Gewinnungsanlage weit übersteigt. Hier kommt realistischen Entschädigungen eine Regulierungsfunktion zu. Sie sollten andererseits – entsprechend bisher weit verbreiteter Praxis – nicht dazu führen, daß auf Kosten der notwendigen Gütesicherung die Schutzgebietsausweisung ganz unterbleibt. Die Problematik der vielen kleineren Gewinnungsanlagen würde sich auch hinsichtlich der landwirtschaftlichen Nutzung noch verschärfen, wenn der Notwendigkeit entsprochen wird, den Pestizid- und Düngemittel-Einsatz in den Wasserschutzgebieten stärker einzuschränken.

176. Bei der weiter intensivierten Nutzung des Bundesgebietes wird die Zukunftssicherung der Wasserversorgung erheblich dadurch erschwert, daß die künftige Erstellung von Wassergewinnungsanlagen oder Talsperren durch vorherige Besiedelung der dafür geeigneten Flächen verhindert oder erheblichen wirtschaftlichen Belastungen ausgesetzt wird (RV/RTV, 1973). Dem soll in der 4. Novelle zum WHG²⁾ durch eine Veränderungssperre insoweit abgeholfen werden, als Planungsgebiete für maximal 4 Jahre gegen erschwerende Veränderungen gesichert werden. Eine vielfach wünschenswerte längerfristige Geländesicherung ist nur durch Erwerb von Eigentumsrechten möglich.

177. Für eine Konzentration der Wasserversorgungsunternehmen und -anlagen sprechen nicht nur die notwendigen Verbesserungen des Anlagenschutzes, sondern auch Gesichtspunkte des fachlich gesicherten Betriebes. Ein Wasserwerk sollte mindestens über zwei Fachingenieure und entsprechendes technisches wie auch kaufmännisches Personal verfügen. Hieraus ergibt sich betriebswirtschaftlich ein Mindestdurchsatz von 3 Mill. m³/a, entsprechend 50 bis 60 000 Einwohnern. Noch günstiger wären wesentlich größere Einheiten. So kommt eine niederländische Studie zu dem Vorschlag, die dort vorhandenen 132 Wasserwerke auf 14 bis 20 Betriebe mit im Mittel 650 000 Einwohnern zu reduzieren (MUTSCHMANN, 1973). Soweit sich Zusammen-

¹⁾ In der öffentlichen Wasserversorgung liefern nur 5% der insgesamt rd. 15 000 Werke (Mat. Bd., S. 132) zusammen 64% der Versorgungsmenge, während andererseits auf 18% der Werke zusammen weniger als 1% des Wasseraufkommens entfallen (VGW, 1972; MUTSCHMANN, 1973).

²⁾ Vgl. § 36 a des Regierungsentwurfes, Bundestagsdrucksache 7/888 vom 9. 7. 1973.

schlüsse als unzweckmäßig oder nicht durchführbar erweisen, ist zumindest ein Betriebsverband der weiterbestehenden kleineren Werke anzustreben. Hierfür gibt es in der Bundesrepublik bereits positive Beispiele. Eine auf genügende technische Kapazität gerichtete Lenkung erfolgt in Frankreich durch die Beihilfen-Bedingung einer entsprechenden personellen Mindestausstattung.

178. Bei den vielfältigen Beeinträchtigungen der Rohwassergüte, der häufig unzulänglichen Sicherung der Wasserschutzgebiete sowie der nicht immer ausreichenden technischen und personellen Ausstattung der Wasserwerke ist es nicht verwunderlich, daß zwischen den in der Bundesrepublik gelieferten Trinkwasserqualitäten erhebliche Unterschiede bestehen. Demgegenüber erscheint es dringend notwendig, für das Bundesgebiet einheitliche Mindestanforderungen an die Trinkwasserbeschaffenheit nach heutigem Stand festzulegen. Sie schließen je nach den örtlichen Gegebenheiten bessere Wasserqualitäten nicht aus.

Eine solche Regelung in vorrangig hygienischer Sicht strebt die Bundesregierung mit dem Entwurf einer Trinkwasser-Verordnung aufgrund des § 11 Abs. 2 des Bundes-Seuchengesetzes vom 18.7.1961 an. Da sie nicht nur die Wasserwerke zur Einhaltung von Qualitätsnormen verpflichtet, sondern ihnen auch eine Hilfe bei der Durchsetzung entsprechender Gütesicherungsmaßnahmen im problematischen Rohwasser- und Schutzgebiet-Bereich sein kann, ist der baldige Erlaß einer solchen Verordnung nach Klärung der zum Entwurf noch offenen sachtechnischen Fragen wünschenswert.

179. Bei den unverkennbaren Schwierigkeiten einer mengen- und gütemäßig ausreichenden Wasserversorgung liegt der Gedanke nahe, in größerem Umfang auch im öffentlichen Bereich auf getrennte Trink- und Brauchwasser-Versorgungssysteme überzugehen. Dabei würde in einem zweiten Rohrnetz weniger kostspielig aufbereitetes Wasser für qualitativ geringerwertige Nutzungen geliefert. Ein solches Vorgehen hat für wasserintensive industrielle Großbetriebe in geringer Entfernung von leistungsfähigen Gewässern bereits erhebliche praktische Bedeutung. Für den öffentlichen Bereich sollte es jedoch nicht konkretisiert werden. Einerseits entstünde durch Fehlbenutzungen und -anschlüsse, die sich erfahrungsbedingt kaum vermeiden lassen, eine erhebliche Gesundheitsgefährdung. Andererseits würden die Kosten des zweiten Rohrnetzes den Aufwand für die Qualitätssicherung des entsprechenden Wassermengenanteils weit übertreffen. Bereits bei einem Versorgungsnetz gehen mehr als 60% der Investitionen in das Rohrsystem (VGW, 1972). Hinzu kämen noch die wesentlichen Mehrkosten in den angeschlossenen Haushalten und Betrieben.

180. Ähnlich realitätsfern sind Vorstellungen, die westdeutschen Ballungsräume mit Fernwasserleitungen aus Skandinavien oder der Schweiz zu versorgen. Solche Vorschläge halten einer wirtschaftlichen Vergleichsrechnung nicht stand. Davon abgesehen sind grundsätzliche Zweifel berechtigt, ob die lebenswichtige Wasserversorgung von einem in mehrfacher Hinsicht empfindlichen transeuropäischen System abhängig werden soll.

3.2.4.3 Eutrophierung

181. Vor allem Phosphor- und Stickstoffverbindungen fördern ausschlaggebend das Wachstum pflanzlicher Organismen, insbesondere in stehenden oder langsam fließenden Gewässern. Das massenhafte Auftreten von Algen ("Algenblüte") führt — abgesehen von unmittelbar schädlicher Wirkung einzelner Arten — zu Erschwernissen in der Wassergewinnung, besonders bei Uferfiltration oder künstlicher Grundwasseranreicherung.

Trübung und Verfärbung des Wassers bedeuten darüber hinaus eine mindestens psychohygienische Minderung des Gewässer-Freizeitwertes.

Schwerwiegender sind jedoch die Sekundärwirkungen. Durch Stoffwechsel- und Zersetzungsprodukte der Organismen wird vor allem in Bodennähe eine zusätzliche Sauerstoffzehrung verursacht, die bei ungenügendem Wasseraustausch mit den Oberflächenschichten zum anaeroben Umschlag mit Schwefelwasserstoffbildung, Rücklösung organischer Schmutzstoffe und anorganischer Nährstoffe unter Absterben der Makroorganismen führen kann ("Umkippen" von Seen als Kettenreaktion).

182. Die Nährstoffe kommen mit dem Abwasser und durch Abschwemmung gedüngter Böden in die Gewässer. Während in den Niederlanden versucht wird, vorrangig das Angebot an Stickstoffverbindungen zu begrenzen, beschreiten Schweden und die Schweiz zum Schutz ihrer stehenden Gewässer bevorzugt den Weg der Phosphat-Eliminierung. In der Bundesrepublik sind an einzelnen bayerischen Seen Ringkanalisationen erstellt worden, die das im Seebereich anfallende Abwasser über eine Sammelkläranlage dem Vorfluter unterhalb des Seeablaufs zuführen. Diese Lösung scheidet u.a. dort aus, wo die Nährstoffe in geringerem Maße von der Uferbesiedelung herrühren, sondern dem See überwiegend mit seinen natürlichen Zuflüssen von weiter entfernt liegenden Verschmutzungsquellen zugeführt werden. Dies gilt z.B. für den Bodensee (LAWA, 1972), aber auch für die große Zahl von Flußstauhaltungen, z.B. in Main, Neckar, Mosel, Ruhr, in denen sich Eutrophierungserscheinungen zeigen.

183. Da auch in der Bundesrepublik von der Verminderung der Phosphatgehalte für die meisten gefährdeten Gewässer ein größerer limitierender Einfluß auf die Eutrophierung zu erwarten ist, sind die Bemühungen vorrangig darauf gerichtet.

Welche Anteile der Phosphatzufuhr einerseits aus Oberflächenabschwemmungen, z.B. aus landwirtschaftlicher Düngung, und andererseits aus Abwässern herrühren, unterliegt erheblichen situationsbedingten Schwankungen (SCHWERTMANN, 1973). Innerhalb des häuslichen Abwassers geht etwa die Hälfte des Phosphatgehaltes auf Waschmittel zurück. Zu den damit zusammenhängenden vielschichtigen Problemen hat die Anhörung des BMI am 26./27.2.1973 (BMI, 1973) ausführliche und kompetente Stellungnahmen gebracht. Sie konnten für den am 6.3.1974 vom Bundeskabinett verabschiedeten Entwurf eines Waschmittelsgesetzes verwertet werden.

184. In sehr globaler Darstellung, die jedoch als Beurteilungsgrundlage konkreter Einzelfälle keinesfalls ausreicht, gehen je $\frac{1}{3}$ der Phosphate auf landwirtschaftliche Düngung und Abwässer, Wasch- und Reinigungsmittel sowie auf Stoffwechselprodukte in häuslichen Abwässern zurück. Bei diesem großen Anteil der Waschmittel-Phosphate, der regional noch höher sein kann, ist es angebracht, eine Verminderung anzustreben. Dies ist einerseits mit einer Substitution durch waschtechnisch gleichwertige, gewässerunschädliche Substanzen in den Waschmitteln vorstellbar. Hierzu besteht vor allem eine Forschungs- und Entwicklungsaufgabe. Zum anderen sollten Bemühungen auf eine sparsamere Verwendung der Phosphate und der phosphathaltigen Waschmittel gerichtet werden. Hierzu würde das vorgesehene Waschmittelgesetz einen Beitrag leisten können.

185. Wegen der anderen wesentlichen Phosphatzuleitungen und der allein daraus folgenden, für Eutrophierungswirkungen vielfach bereits ausreichenden Konzentrationen in den Gewässern ist hiervon keine vollständige Problemlösung zu erwarten, wie sie etwa durch das Detergentiengesetz vom 5.9.1961 mit einem hohen biologischen Abbaugrad und einer erheblichen Verminderung der Schaumbildung erreicht worden ist.

Parallel wird deshalb bei der wachsenden Zahl eutrophierungsgefährdeter Gewässer auf eine zusätzliche Phosphatfällung in den Kläranlagen nicht verzichtet werden können. Insbesondere als nachgeschaltete 3. Reinigungsstufe bewirkt diese auch eine verbesserte Eliminierung organischer Schwebstoffe. Dies gilt jedoch in geringerem Maße für die Stickstoffverbindungen. Deshalb wird in manchen Fällen auch auf eine gezielte Ammonium- oder Nitrat-Behandlung nicht verzichtet werden können.

Der technologisch und wirtschaftlich richtige verfahrenstechnische Einsatz innerhalb der komplexen Reinigungsvorgänge, insbesondere die Lösung des dabei verstärkt auftretenden Schlammproblems bedarf noch weiterer Untersuchungen von der Grundlagenforschung bis zu Betriebserfahrungen.

186. Bei insgesamt zunehmendem Abwasseranfall und parallel dazu verstärkten mechanisch-biologischen Klärleistungen ("1. und 2. Reinigungsstufe"), sowie erhöhtem Rückgriff auf See- und Talsperrenwasser für Versorgungszwecke (Tz. 171) wird das Eutrophierungsproblem an Bedeutung gewinnen. Dies braucht nicht nur relativ nach Verminderung anderer Schmutzzuleitungen zu gelten. Da das Algenwachstum auch von der Lichteinwirkung abhängt, wird es durch eine größere Klarheit des Wassers nach allgemeiner biologischer Reinigung begünstigt.

Das "Umkippen" eines Sees wirkt, u.a. durch die im Bodenschlamm gespeicherten Phosphate, auch bei Beendigung der Schmutz- und Nährstoffzufuhr noch lange nach, bis eine echte Regenerierung eintritt. Insoweit kommt es dem "point of no return" nahe, einen solchen Zustand eintreten zu lassen. Dies stellt einen wesentlichen Unterschied zu Fließgewässern dar, gilt aber auch ähnlich für die Meeresbelastung, z.B. durch die global feststellbare DDT-Anreicherung.

In Anbetracht dieser Langzeit-Aspekte sollten die Bemühungen zur Lösung des Eutrophierungs-Problems so bald wie möglich intensiviert werden. Der Sachverständi-

genrat hat deshalb in seinem Sondergutachten zur Abwasserabgabe die Empfehlung ausgesprochen, in einer zweiten Phase regional differenziert auch Phosphatzuleitungen zur Abgabe zu veranlassen. Von einer an sich wünschenswerten sofortigen Berücksichtigung abzusehen, erscheint notwendig, um einerseits den Abgabekomplex zunächst möglichst einfach zu gestalten, andererseits die erforderliche Vorbereitungszeit für eine solche Differenzierung zu gewinnen.

3.2.4.4 Schadstoffe im Wasser

A. Begriff der wassergefährdenden Stoffe

187. "Alle Stoffe können potentiell eine Wassergefährdung ausüben", so steht es in der anschaulich zusammengestellten Schrift "Unsere Sorge: Wasser" der Landesarbeitsgemeinschaft Wasser¹⁾.

Bei der Vielzahl der in Betracht kommenden chemischen Verbindungen (Tz. 159 und ALTHAUS, 1972) und deren ständiger Vermehrung sowie der Konzentrationsabhängigkeit der Schädwirkung ist der Versuch einer vollständigen Katalogisierung mit u. U. rechtlichen Auswirkungen nicht zweckmäßig. Eine Zusammenfassung nach Stoff- oder Wirkungsgruppen erscheint unvermeidlich.

Entsprechend dem ursprünglich durch die zunehmende Zahl der Ölverunreinigungen gegebenen Anstoß sind rechtliche, organisatorische und technische Bemühungen bisher vorrangig auf Mineralöle und deren Produkte gerichtet worden. In Anbetracht der Anzahl und Bedeutung von Ölverunreinigungen und der bisher beschränkten Möglichkeiten, sie zu verhindern, war diese Schwerpunktbildung verständlich.

B. Mineralölprodukte

188. Mineralöl, das in das Grundwasser oder in ein oberirdisches Gewässer gelangt, kann weitreichende Folgen haben. Schon geringe Ölmengen genügen, um dem Wasser einen widerlichen Geruch und Geschmack zu geben, die die Verwendung als Trinkwasser ausschließen. Eine akute Gesundheitsgefährdung ist jedoch bei diesen Konzentrationen noch nicht gegeben (SCHWILLE, 1972). In Oberflächengewässern kann die Biozönose von Mikroorganismen bis zu den Fischen erheblich geschädigt werden.

Von der Erschließungsbohrung über die Gewinnung, den

¹⁾ Zur engeren Abgrenzung ist im Materialienband zum Umweltprogramm der Bundesregierung definiert:

Wassergefährdend bei Lagerung und Transport sind insbesondere solche Stoffe oder deren Reaktionsprodukte im Wasser, die grundsätzlich oder von einer bestimmten Menge bzw. Konzentration an die Beschaffenheit von Gewässern direkt oder indirekt so zu verändern vermögen, daß

a) die Gesundheit des Menschen und seine belebte Umwelt bedroht oder anderweitig nachteilig beeinflusst oder
b) die örtlich gegenwärtig und zukünftig in Betracht kommenden Nutzungen von Gewässern nachteilig beeinflusst oder über ein im Gesamtinteresse aller Nutzer tolerierbares Maß hinaus beeinträchtigt werden.
Diese Definition der "Wassergefährdung" richtet sich nicht nur auf das Gewässer, sondern auch auf die mittelbaren Folgen, die durch die Benutzung des Gewässers auftreten können.

Transport zu Wasser, auf der Straße und in Rohrleitungen, die Aufbereitung in Raffinerien, die Lagerung und den Endverbrauch in Kraftwerken, Industrie, Haushalt und Kraftfahrzeugen stellen Mineralöle und ihre Produkte eine Gefährdung des Grund- und Oberflächenwassers dar. In eine vollständige Betrachtung sind sogar die durch Regen niedergeschlagenen und abgespülten Bestandteile der Verbrennungsabgase mit einzubeziehen. Die Verschmutzungsarten reichen von permanenten Emissionen über eine Vielzahl individueller kleinerer Leckagen, Nachlässigkeiten, Unfälle bis zum zwar selteneren, aber dann gravierenden Pipelinebruch oder der Tankerkollision. Je kleiner die Einzelfälle, desto schwieriger wird ihre Erfassung, desto größer die Dunkelziffer.

Deshalb erscheinen Zweifel berechtigt, ob die erfaßten Unfälle ein hinreichendes Bild geben. Ihre Zahl ist seit rund 5 Jahren etwa konstant:

1968	1883
1969	1874
1970	1761
1971	1856
1972	1852 (FISCHER, 1973).

Es ereigneten sich jeweils ein Drittel beim Transport, zwei Drittel bei der Lagerung. Innerhalb dieser größeren Zahl der gemeldeten Lagerungsunfälle ist zu den Betriebspannen, z. B. Überfüllvorgängen, Schaltfehlern ein höherer Erfassungsgrad zu vermuten, als zu den Leckagen, vor allem aus unterirdischen Behältern.

189. Bei einem Gesamtumsatz an Mineralölprodukten in der Bundesrepublik Deutschland 1972 von 106 Mill. t erreichte der Heizölverbrauch rund 78 Mill. t. Im groben vorsichtig angesetzten Mittel aus Industrie und Haushalten ist die Lagermenge auf 25 % des Konsums zu schätzen, d. h. rund 20 Mill. t (RINCKE, 1973, II.). Etwa ein Drittel der Lagerbehälter mit etwa 7 Mill. t Füllmenge ist jetzt acht und mehr Jahre alt. Trotz der auch auf eine technische Sanierung der vielfach unterirdisch verlegten Altbehälter gerichteten behördlichen Bemühungen muß damit gerechnet werden, daß aus einem wachsenden Teil dieser Behälter Öl in den Untergrund versickert. Aus der Situation ergibt sich die Unmöglichkeit, hierzu Mengenschätzungen vorzunehmen.

Als Trend ist festzustellen, daß das Ausmaß und die Wirkungen von Ölverunreinigungen nicht in gleichem Maße wie der Ölverbrauch angestiegen sind. Dies ist neben zahlreichen technischen Verbesserungen in Korrosionsschutz, Behälter- und Rohrleitungsbau, Überfüllsicherungen usw. zu wesentlichen Teilen dem in der Bundesrepublik entwickelten System an Rechts- und Verwaltungsvorschriften auf diesem Gebiet und deren Durchführung zu verdanken (LAWA, 1972). Andererseits hat absolut die Gefährdung mit der Zahl der Verwendungsstellen zugenommen. Weitere Verbesserungen erscheinen deshalb notwendig. Dies gilt einerseits hinsichtlich einer Vereinheitlichung der technischen Anforderungen an die Lagerbehälter, da die Lieferfirmen nicht in ihrem Absatz auf jeweils ein Bundesland beschränkt sind¹⁾. Andererseits erscheinen in vielen Bereichen die organisatorischen Vorkehrungen noch verbesserungsfähig, z. B. Alarmpläne, Bereitstellungen von

¹⁾ Mit der Novellierung des WHG strebt der Bund u. a. hierzu eine bundeseinheitliche Regelung an.

Spezialgerät, Ölwehren, Ausweisung geeigneter Deponien für ölhaltiges Erdreich. Im Vergleich zu den damit vermeidbaren Kosten, die eine unzulänglich vorbereitete Bekämpfung von Ölunfällen und die Sanierung eingetretener Schäden verschlingen, erscheinen solche Mehraufwendungen zur Schadensverhütung gerechtfertigt.

190. Soweit Rechtsvorschriften auf die besondere Sicherung von Wasserschutzzonen abzielen, wird ihre praktische Wirksamkeit durch die bisher geübte Zurückhaltung bei der Ausweisung von Schutzgebieten eingeschränkt.

Altöle, die nicht gesammelt und ordnungsgemäß beseitigt, bzw. einer Regenerierung zugeführt werden, gelangen zu hohen Teilen in den Boden und in die Gewässer. Wirtschaftlich ist regeneriertes Altöl jedoch nicht mit frischem Schmieröl wettbewerbsfähig. Mit dem "Gesetz über Maßnahmen zur Sicherung der Altölbeseitigung (Altölgesetz)" vom 23. 11. 1968 wird diese Benachteiligung durch eine Abgabe von DM 7,50 je 100 kg hergestellten oder importierten Schmieröls auszugleichen gesucht.

Ähnlich wie Unfälle beim Mineralöltransport Gewässerverunreinigungen hervorrufen können, gilt dies auch bei anderen Unfällen im Straßenverkehr mit auslaufendem Benzin oder Dieselmotorkraftstoff. Solche kleineren Mengen dringen jedoch seltener bis zum Grundwasser oder nächsten Oberflächengewässer vor, so daß diesen Verschmutzungsursachen insgesamt geringere Bedeutung zukommt.

C. Pestizide und andere toxische Stoffe

191. Die Verwendungen und Einsatzmengen von Pestiziden in der Land- und Forstwirtschaft und ihre ökologischen Auswirkungen werden im Abschnitt 3.6.2 ausführlich behandelt. Die Belastung der Gewässer mit toxischen Stoffen ist jedoch nicht auf die abgeschwemmten Pestizide beschränkt.

Als weitere Hauptverschmutzungsquellen spielen eine Rolle:

1. Produktionsabwässer der chemischen Industrie
2. Produktionsabwässer der metallischen Oberflächenveredelung
3. Produktionsabwässer aus anderen Produktionsbereichen, z. B. Kokereien, Chromgerbereien
4. chemische Produkte, z. B. Reinigungsmittel
5. Energiewirtschaft

Soweit derartige Schadstoffe über Sammelkanalisationen biologischen Kläranlagen zugeführt werden, haben sie eine zweifachschädliche Wirkung: Sie beeinträchtigen die biologische Abwasserreinigung und Schlammfäulung mit dem Ergebnis eines erhöhten Schmutzabstoßes in die Gewässer und von Geruchsbelästigungen der Umgebung. Außerdem verursachen sie unmittelbare Schäden in der Biozönose des Vorfluters und über die Nahrungskette, da sie nur in geringem Maße durch herkömmliche Kläranlagen zu eliminieren sind. Weil solche Schädigungen in wachsendem Maße auftreten, kommt einer zuverlässigeren Vorbehandlung der an Ortskanalisationen angeschlossenen Betriebe erhöhte Bedeutung zu (3.2.3.5).

192. Auch zur unmittelbaren Einleitung derartiger Abwässer durch die Betriebe bestehen erhebliche Probleme. Soweit Unternehmen mit weit gestreuter Mischproduktion sowohl biologisch abbaubare, wie auch schadstoffbelastete Abwässer erzeugen, führen sie ihren biologischen Kläranlagen möglichst nur dafür unschädliche Abwässer zu. Der in diesen Anlagen erreichte, oft recht hohe Reinigungsgrad braucht deshalb nicht für die Gesamtheit der Werksabwässer zu gelten. Von der Berücksichtigung der Toxizität in der Bemessungsformel des Abwasserabgabengesetzes ist zu erhoffen, daß sie einen ausreichenden Impuls für den Einsatz produktionstechnischer Rückhaltemaßnahmen oder chemisch-physikalischer Abwasserreinigungsverfahren gibt. Im Hinblick auf die z.T. analytisch schwierigen Bestimmungsverfahren wird der Erfolg entscheidend von der Intensität und fachlichen Qualität der Einleitungskontrollen abhängen. Für einen großen Teil derartiger Produktionen können ebenfalls sorgfältige Stoffbilanzen eine zusätzliche Hilfe, auch für die Betriebe selbst, darstellen.

193. Auf die Energiewirtschaft ist als z.T. mittelbarer Verursacher von Schadstoffbelastungen der Gewässer hinsichtlich der Abgabe fossiler Brennstoffe und der Radioaktivität aus Kernkraftwerken einzugehen. Dies sei für das Abgasproblem auf zwei Aspekte beschränkt: Quecksilber und Schwefel.

Eine in den Vereinigten Staaten aufgestellte globale Quecksilberbilanz in den Gewässern rechnet dem Anteil aus fossilen Brennstoffen mit 4800 t Hg/a etwa ein Drittel der Hg-Gesamtemissionen zu (GAVIS, 1972). Daß sich regional aus der Quecksilber-Anreicherung über die Nahrungskette Krankheits- und Todesfälle ergeben können, ist seit dem Minamata-Fall bekannt. Untersuchungen über Schadstoffe in der Bundesrepublik haben auch für die höher belasteten Ballungsgebiete Werte unterhalb der zulässigen Grenzen ergeben. Das Problem verdient jedoch vor allem dort weitere Aufmerksamkeit, wo die mit Abgas-Bestandteilen angereicherten Niederschläge Gewässern zufließen, denen aus Industrieabwässern, z.B. aus der Chloralkali-Elektrolyse, weitere Quecksilbermengen zugeführt werden (RAUHUT, 1973)¹⁾.

Ebenfalls wassergütewirtschaftliche Auswirkungen kann z.B. die künftig offenbar notwendige Abgasentschwefelung haben, soweit nicht eine totale Rückführung in den Produktionskreislauf, z.B. zur Schwefelsäure-Erzeugung, erfolgt. Immerhin erreicht in der Bundesrepublik Deutschland die mit Rauchgasen emittierte SO₂-Menge rd. 3 Mill. t/a (Mat. Bd., 1971). Bei Naßverfahren unmittelbar, bei Ausscheidung in fester Form über die Deponien, können Gewässerverschmutzungen entstehen. Solche Folgewirkungen sollten in interdisziplinärer Zusammenarbeit bei der künftigen Verfahrenswahl beachtet werden.

194. Die Radioaktivität aus Kernkraftwerken spielt als kontinuierliche Kontamination der Gewässer bisher keine wesentliche Rolle. Für das Unfallrisiko sind andere Auswirkungen bedeutender als die dann auch eintretende Gewässerverschmutzung. Daß in der Bundesrepublik Deutschland trotz wachsender Nutzung der Kernenergie bisher keine schwerwiegenden Kontaminationen aufgetreten sind, ist offenbar den von Beginn an sehr weitgehenden Sicherheits-

¹⁾ In der internationalen Zusammenarbeit zum Schutz des Rheins, z.B. bei der 2. Ministerkonferenz am 4. u. 5. 12. 1973, spielt die Verminderung der Quecksilber- und Cadmium-Emissionen eine wesentliche Rolle (BMI 1974, vgl. auch 6.4.1).

vorschriften zu verdanken. Die dringende Notwendigkeit weiterer Kernkraftbauten darf jedoch nicht zu Sicherheits-Verzichten führen. An der Entwicklung "sauberer" und sicherer Technologien besteht auch zum Schutz der Wasserwirtschaft ein wesentliches Interesse.

3.2.4.5 Wärmebelastung der Gewässer

195. Das von der weiter schnell wachsenden Stromerzeugung auf die Gewässer einwirkende Hauptproblem ist die Abwärme.

Sie beträgt nach dem heutigen Stand der Technik bei konventionellen Kraftwerken etwa 120%, bei Kernkraftwerken rd. 160% der erzeugten Nutzenergie, d.h. in konventionellen Anlagen:

Wärmeabgabe: rd. 900 kcal/kWh
oder 0,24 Mcal/s bei 1 MW
Wassermenge: 90–100 m³/MWh
oder 3–4 m³/s für 100 MWe.

Die z.Z. von den öffentlichen Elektrizitätswerken und der Industrie in Anspruch genommene Kühlwassermenge ist mit rd. 50 Mill. m³/d mehr als doppelt so groß wie die häusliche und industrielle Abwassermenge mit zusammen 21,7 Mill. m³/d (BMI, 1972).

Ein Kernkraftwerk in der künftigen Standardgröße von 1300 MW benötigt im Durchlauf 60 bis 80 m³/s Kühlwasser. Eine solche Einzelmenge steht ganzjährig nur am Rhein, der Unterelbe, der Unterweser, der Donau unterhalb Donauwörth und am unteren Inn zur Verfügung.

196. Die möglichen Nachteile der Aufwärmung für die Gewässer sind bereits häufig diskutiert und beschrieben. Das Gesamtproblem ist in kompetenter Weise von der LAWA-Arbeitsgruppe "Wärmebelastung der Gewässer" in ihrem 1971 veröffentlichten Bericht dargestellt (LAWA, 1971).

Wesentliche Einflüsse auf die Gewässer sind:

1. Die biologische Selbstreinigung wird beschleunigt. Die Tiefpunkte des O₂-Gehalts verlagern sich flußaufwärts und werden ausgeprägter. Dabei gewinnt die Belastung mit abbaubaren organischen Stoffen insoweit erhöhte Bedeutung, als in stärker verschmutzten Gewässern Sauerstoffengpässe entstehen, jedoch geringere Verschmutzungen schneller abgebaut werden.
2. Die Massenentwicklung von Algen kann begünstigt werden (HABERER, 1973).
3. Durch Temperaturerhöhung und u. U. O₂-Verminderung werden Fischarten in unterschiedlichem Maße betroffen. Dies kann sich auch in Störungen für den Jahreszyklus, d.h. die Laich- und Wachstumszeiten, äußern. Durch den bei wärmeren Temperaturen erhöhten O₂-Bedarf, das andererseits aber verringerte O₂-Angebot entsteht eine "Sauerstoffschere".
4. Auch die Nitrifizierung als zweite biochemische Oxidationsstufe im Gewässer wird intensiviert, soweit sie nicht bereits in Kläranlagen erfolgt. Im Ergebnis kann sich dadurch für ein Gewässer die O₂-Zehrung über die Beschleunigung hinaus insgesamt vergrößern.

5. *Anaerobe Entwicklungen im Gewässer selbst, im Bodenschlamm und in den bei Uferfiltration durchflossenen Schichten werden begünstigt. Durch Reduktionsprozesse werden u. a. Eisen und Mangan gelöst und H₂S gebildet.*
6. *Bei Flußwasserverwendung für Versorgungszwecke beeinträchtigen die höheren Temperaturen die Trinkwasserqualität (DIN 2000).*
7. *Soweit sich die Rohwasserbeschaffenheit verschlechtert – dies hängt aber von der Jahreszeit und den örtlichen Verhältnissen, z. B. den Fließwegen, ab – wird die Wasseraufbereitung beeinträchtigt und muß u. U. durch weitere Stufen ergänzt werden (HABERER, 1972, 1973).*

197. Andererseits kann eine kontinuierliche Aufwärmung durch Grundlast-Kraftwerke in kühleren Jahreszeiten auch die Selbstreinigung begünstigen, z. B. einen besseren NH₃-Abbau ermöglichen. Dies ist in besonderem Maße für die Wirkung durchgehend arbeitender Kernkraftwerke an Flüssen mit winterlich ausgeglichener Wasserführung zu erwarten. In einer wünschenswert differenzierten Betrachtung wäre deshalb zwischen u. U. kritischen sommerlichen Aufwärmungen und den übrigen Jahreszeiten zu unterscheiden.

Die zulässigen Höchsttemperaturen werden bereits jetzt als Ergebnis von Kühlwassereinleitungen in mehreren Flußabschnitten der Bundesrepublik überschritten. Die Simulation des zusätzlichen Einflusses künftiger Kraftwerke ergibt für größere Strecken und längere Zeiten Werte von 30–35° C. steht, sind deshalb die Ausarbeitung von Wärmelastplänen und deren Berücksichtigung unerlässlich.

198. Der bereits zitierten LAWA-Schrift ist der Wärmelastplan des Rheins von der Aarenmündung bis zur niederländischen Grenze beigefügt. Er ergibt, daß der Rhein unter optimalen Gütebedingungen eine entsprechend verteilte Wärmelast von 8000 Mcal/s aufnehmen könnte. Infolge der heute starken Verschmutzung liegt die Kapazität jedoch wesentlich niedriger. Dabei ist der Rhein hydrologisch insoweit begünstigt, als in der warmen Jahreszeit der Mindestabfluß, z. B. am Pegel Worms, rd. 50% über den Jahresminima liegt. Als Konsequenz des Wärmelastplans wird von der Arbeitsgemeinschaft zur Reinhaltung des Rheins gefordert, daß künftige Großkraftwerke nur mit Kühltürmen errichtet werden dürfen.

199. In ihrer Übersichtlichkeit und Vielseitigkeit interessante Beispiele sind die vom Bayerischen Landesamt für Wasserversorgung und Gewässerschutz erarbeiteten Wärmelastrechnungen Main, Regnitzmündung bis zur bayerisch-hessischen Landesgrenze (Bayern, 1972) und Donau, Neu-Ulm bis zur Staatsgrenze (Bayern, 1973).

Am Main bestehen intensive Wechselwirkungen zwischen heutiger und künftiger Wärmebelastung, die z. B. bei Rückkühlung einen Verdunstungsverlust von 2,7 m³/s (= 12% des mittleren Niedrigwassers, MNQ) bewirken würde, und der starken sauerstoffzehrenden Abwasserlast, vor allem von drei Großbetrieben mit 1,3 Mill. EG. Da hier nur ein Bundesland zuständig ist und die Rhein-Main-Donau-Wasserstraße zusätzliche Möglichkeiten bietet, konnte ein interessantes überregionales System entwickelt werden von

- a. Vermeidungsmaßnahmen, d. h. Rückkühlung, Abwasserreinigung und

- b. Immissionsschutzmaßnahmen, d. h. Stärkung der Selbstreinigungskraft im Gewässer selbst.

Mehrzweckanlagen, z. B. die Überleitung von Altmühl- und Donauwasser in das Regnitz-Main-Gebiet (Bayern, 1970), verbessern die Erholungsmöglichkeiten durch neue Stauseen und bieten mit der Niedrigwasseranreicherung u. a. die Möglichkeit, die Wärme-Aufnahmekapazität zu stärken.

200. Selbst unter vollständiger Ausnutzung aller Rückkühlmöglichkeiten bei Naßkühlung verbleiben einige wasserwirtschaftliche und ökologische Probleme. Je dichter derartige Kraftwerke aufeinander folgen, desto gravierender sind die Auswirkungen:

1. Wasserverbrauch durch Verdunstung (1,5–2% vom Durchlauf)
2. Abschlammwasser mit Salz- und Schmutzanreicherung
3. Klimabeeinflussung, lokal bis regional.

Seit rd. 20 Jahren ist die Energiewirtschaft deshalb um die Entwicklung der Trockenkühlung bemüht, bei der diese Wirkungen nicht oder – zum Klima – wesentlich verringert auftreten. Bei den bereits sehr weit ausgereiften Systemen sind eine Reihe von Einzelproblemen noch im praktischen Betrieb abzuklären und können Anstöße zu verbesserten Entwicklungen geben (KROLEWSKI, 1972). Es ist deshalb zu begrüßen, daß die praktische Erprobung in 150 bzw. 300 MW-Anlagen mit staatlicher Unterstützung vorangetrieben wird (HIRSCHFELDER, 1973).

Über die Schonung der Gewässer hinaus läßt die Trockenkühlung noch einen zusätzlichen umweltfreundlichen Effekt erwarten: Der große trockene Warmluftstrom aus dem Kühler saugt die dunst- und schmutzbeladenen bodennahen Luftschichten ab und bläst sie – ggf. unter Überwindung von Inversionen – weit nach oben.

Wenn auch der weitere Ausbau von Wasserkraftanlagen als umwelt- und ressourcenfreundlichste Energiegewinnung nur in geringem Maße zur Bedarfsdeckung beitragen kann, sollte jedoch im Sinne einer gesamtwirtschaftlich ergänzten Entscheidungsgrundlage hierzu eine planmäßige Förderung erfolgen (3.2.3.1).

3.2.4.6 Rechtliche und administrative Instrumente

201. Die gesetzliche Grundlage für die Wasserwirtschaft und damit für den Gewässerschutz in der Bundesrepublik Deutschland ist durch das am 1.3.1960 als Rahmengesetz des Bundes in Kraft getretene Wasserhaushaltsgesetz (WHG) vom 27.7.1957 und die ausfüllenden Wassergesetze der Länder gegeben.

Der Versuch des Bundeskabinetts, mit zwei am 22.6.1973 dem Bundestag vorgelegten Gesetzentwürfen zur Änderung des Grundgesetzes und zur Änderung des Wasserhaushaltsgesetzes die bisherige Rahmenkompetenz des Bundes auf dem Gebiet des Wasserhaushalts durch die konkurrierende Gesetzgebungskompetenz zu ersetzen, ist bisher am Widerstand der Bundesratsmehrheit gescheitert. Mit der WHG-Novellierung werden bundeseinheitlich

liche Regelungen u. a. auf folgenden Gebieten angestrebt:

- Merkmale zur Bestimmung des Gewässergütezustands
- Richtlinien für Anforderungen an die Einleitung des Abwassers
- Anforderungen an Anlagen zum Lagern und Abfüllen wassergefährdender Stoffe
- erweiterte Straf- und Bußgeldvorschriften
- Veränderungssperre zur Sicherung von Planungen.

Ferner soll die Vollkompetenz des Bundes den Erlaß eines Abwasserabgabengesetzes ermöglichen. Gegen die Kompetenzerweiterung des Bundes wird u. a. geltend gemacht, daß die bisher bewährte Form der föderativen Kooperation, z. B. in der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), ausreiche, die Gewässersanierung im erforderlichen Umfang und angemessenen Zeitraum zu verwirklichen (LAWA, 1972). Zur Erweiterung der Bundeskompetenz für den Wasserhaushalt ist in Abschnitt 5.3.1.3) Stellung genommen.

202. Eine LAWA-Arbeitsgruppe hat die "Normalwerte für Abwasserreinigungsverfahren" erarbeitet (LAWA, 1970). Diese Richtlinien sollen vorrangig als Verwaltungshilfe eine fachlich abgesicherte Übersicht zu den für häusliche und gewerbliche Abwässer erzielbaren Ablaufbeschaffenheiten bieten. Den "Normalwerten" sind zwar Hinweise zur Beachtung des Gewässerzustandes vorangestellt, ihre verwaltungsseitig vereinfachte Anwendung entspricht jedoch mehr den "Emissionsstandards" (vgl. 3.2.3.4, Rangstufe 3), bzw. durch Subventionen beeinflusst sogar der Rangstufe 4. Soweit die darauf gestützten Auflagen bei industriellen Einleitern die Ablaufkonzentrationen und nicht etwa Schmutzfrachten (z. B. kg BSB₅/d) begrenzen, geben sie für die Unternehmen keinen Anlaß, durch innerbetriebliche Maßnahmen den Abwasseranfall zu vermindern (BULLINGER, 1974).

203. Sowohl die Wassergesetze wie auch das Bundesbaugesetz und die Bauordnungen der Länder räumen der kommunalen Entscheidungskompetenz viel Spielraum ein. Dies gilt einerseits "in eigener Sache" bei der Entscheidung der Kommunen über den Ausbau ihrer Kläranlagen, andererseits auch beim Anschluß gewerblicher Unternehmen an gemeindliche Entwässerungsanlagen hinsichtlich der Anschlußbedingungen und deren Durchsetzung. Vom WHG und den Wassergesetzen der Länder macht die Gewässeraufsicht vorwiegend nur reagierend Gebrauch, z. B. durch Auflagen bei vorgelegten Erlaubnis- oder Bewilligungsanträgen. Gegenüber einem Drängen der Aufsichtsbehörde gibt es einen vielseitigen Katalog von Verzögerungsgründen (CZYCHOWSKI, 1971), die sich nicht immer leicht widerlegen lassen, z. B.: Noch nicht übersehbarer Einfluß der neuansiedelnden Industrie auf die Abwasserbeschaffenheit; notwendiger, ggf. mehrjähriger Versuchsbetrieb über die technischen Alternativen zur Abwasser- und Schlammbehandlung; Standort-, Nachbarschafts- und Grundstücksprobleme; Finanzierungsschwierigkeiten.

204. Meist liegt die Gewässeraufsicht bei der unteren

Wasserbehörde, also bei der Kreisverwaltung oder den kreisfreien Städten. Auch hier besitzt vielfach die Rücksichtnahme gegenüber kommunalen Finanzbelangen bzw. auf die gewerblichen Steuerzahler Vorrang gegenüber der Sanierung eines Gewässers, das ohnehin anderen Verwaltungsregionen zufließt. Selbst im Zeichen allgemein gewachsenen Umweltbewußtseins ist es unrealistisch, hier einen wesentlichen Wandel zu erwarten. Außerdem sind alle Kompetenzstufen der Wasserwirtschaftsverwaltung hinsichtlich der erforderlichen Einleitungskontrollen kapazitätsmäßig überfordert. Die wassergütwirtschaftlichen Investitionsentscheidungen von der lokalen auf die regionale Ebene anzuheben, damit aus ihrer Verstrickung mit wirtschaftlichen Interessen zu lösen und eine ausreichende Betriebs- und Einleitungskontrolle sicherzustellen, ist mit Hilfe von größeren Abwasserverbänden grundsätzlich erreichbar (3.2.4.7).

205. Mit § 27 sieht das WHG für stärker belastete Gewässer den Erlaß von Reinhaltordnungen vor. Diese waren vom Gesetzgeber als Instrument zur überörtlich günstigeren Koordinierung von Abwasserreinigungsmaßnahmen beabsichtigt. Aus einer Reihe von Gründen sind sie jedoch bisher in keinem Falle realisiert worden (LAWA, 1972). Dabei spielte die Besorgnis, Reinhaltordnungen würden unter maximaler Inanspruchnahme der Selbstreinigung zu "Verschmutzungsordnungen", eine wesentliche Rolle. Mit § 26 a, b und c des Gesetzentwurfs für eine 4. Novelle zum WHG soll u. a. diesen Mängeln abgeholfen werden. Hierzu wie auch zur Auslegung des damit korrespondierenden § 18 a, bestehen jedoch bisher zwischen Bund und Ländern unterschiedliche Auffassungen.

206. Zur rechtlichen und administrativen Situation ist zusammenfassend festzustellen, daß die bisher verfügbaren Instrumente und ihre in den jeweiligen Kompetenzstufen praktizierte Anwendung nicht genügen, über eine Intensivierung der Vermeidungsmaßnahmen eine ausreichende Gewässergüte sicherzustellen. Das erhebliche Vollzugsdefizit bei der Abwasserreinigung gegenüber den gesetzlichen Forderungen geht auf administrative, lokalpolitische und interessenbeeinflusste Hindernisse zurück. Gesamtwirtschaftlich führt das Vorgehen nach Emissionsstandards und der Einsatz öffentlicher Subventionen zur Spitzenfinanzierung der spezifisch teuersten Maßnahmen zu großen Abweichungen von einem optimalen Vorgehen. Eine solche Aussage erscheint durch einen Erfahrungszeitraum von rd. 10–14 Jahren seit Inkrafttreten des WHG und der Ländergesetze, bzw. von mehr als 16 Jahren seit Erlaß des WHG, und rd. 70 Jahren seit Erlaß des Preußischen Wassergesetzes hinreichend gesichert. Da weitere wesentliche Verzögerungen nicht nur zu materiellen sondern auch zu gesellschaftspolitisch irreparablen Schäden führen können, erscheint es nicht vertretbar, die bisherige "Gesetzes-Erprobungszeit" um weitere Jahre bzw. Jahrzehnte zu verlängern.

3.2.4.7 Regionale Wassergütwirtschaft

207. Entsprechend der wasserrechtlich vorgegebenen Situation ist in der Bundesrepublik außerhalb der Verbandsgebiete jeder Einzleinleiter für seine Abwasserbeschaffenheit verantwortlich. Die als regionales Planungsinstrument im WHG vorgesehenen Reinhaltordnungen sind bisher

nicht zur Anwendung gekommen. Demgegenüber sehen die meisten neueren Wassergesetze der europäischen Industrieländer, z. B. Frankreich, Großbritannien, Belgien, den Übergang zur regionalen Bewirtschaftung ganzer Flußgebiete durch dafür geschaffene Selbstverwaltungsorganisationen vor (Europarat, 1972). Ähnlich wie dies von den westdeutschen Abwasserverbänden, z. B. Emschergenossenschaft und Ruhrverband, seit Jahrzehnten gehandhabt wird, ist es auf dieser Grundlage u. a. möglich, in einem schwerpunktmäßigen Vorgehen die Wassergüteziele mit wesentlich geringerem Aufwand zu erreichen.

Bei seiner Befassung mit dem Abwasserabgabengesetz hat der Sachverständigenrat in einer auf der Abwasserstatistik 1969 aufbauenden Berechnung unter realitätsorientierten Annahmen größenordnungsmäßig ermittelt, daß für den öffentlichen Bereich der Bundesrepublik Deutschland eine Auflagenlösung mit Emissionsstandards (Tz. 155 Rangstufe 3) für die gleiche Gewässergüte einen rd. 50% höheren Aufwand als ein Schwerpunktprogramm mit Effizienzstandard erfordert. Solche wirtschaftlichen Vorteile gelten besonders für die ersten Phasen zur Abdeckung des vorliegenden Nachholbedarfs.

208. Ein Schwerpunktprogramm wäre jedoch im Rahmen der individuellen Zuständigkeit der Einzleinleiter mit einer Auflagenlösung (d. h. ohne Verbands- oder Abgabenslösung, Tz. 152) kaum realisierbar.

Ein gegenüber Emissionsstandards wirtschaftlich günstigeres Schwerpunktprogramm (Rangstufe 2) würde bei den größeren Verschmutzungen mit unterdurchschnittlichen Vermeidungskosten einen früheren und weitergehenden Kläranlagenausbau erfordern. Dabei sind die zunächst nicht vermiedenen Emissionen der kleineren Einleiter (mit überdurchschnittlichen Kosten) hinsichtlich ihrer Immissionswirkung durch den höheren Reinigungsgrad der Großemittenten mit abzudecken.

Ohne finanziellen Ausgleich wäre deren alleinige Belastung jedoch ein Verstoß gegen das Prinzip der Gleichbehandlung.

Für einen solchen Ausgleich zwischen selbständigen Einzleinleitern bieten die bisherigen Instrumente aber keinen operablen Weg. Auch die Abdeckung der beim Großemittenten über die durchschnittliche Reinigungsverpflichtung hinausgehenden Kosten durch staatliche Subventionen würde ohne Heranziehung der kleineren für ihren Verschmutzungsanteil noch keine Gleichbehandlung herstellen.

Diese Zusammenhänge machen es verständlich, daß ein wassergütwirtschaftliches System, das vorwiegend mit Auflagen gegenüber Einzleinleitern operiert, nicht nur aus Gründen einer vereinfachten Verwaltung, sondern auch mit Rücksicht auf die zu fordernde Gleichbehandlung dazu neigt, Emissionsstandards anzuwenden (Rangstufe 3) und die dann bei kleineren Einleitern unvermeidlich höheren Kosten durch Subventionen zu mildern (Rangstufe 4). Dieses System, das auch durch den nur flankierenden Einsatz von Abwasserabgaben nicht verändert würde, verhindert die Differenzierung der Reinigungsgrade nach ökonomischen Aspekten.

Demgegenüber kann eine Abgabenslösung den finanziellen Ausgleich zwischen unterschiedlich reinigenden Einlei-

tern zweifach bewirken und damit ein kostensparendes Schwerpunktprogramm ermöglichen:

- Die Aufwendungen der Verursacher pro anfallender Schmutzeinheit durch Vermeidungsmaßnahmen und Abwasserabgabe werden einander angeglichen.
- Das Abgaben-Aufkommen kann u. a. benutzt werden, in den lohnenden Schwerpunkten einen Reinigungsgrad zu realisieren, der über die Anreizwirkung der Abgabe hinausgeht.

209. Daß die für schwerpunktmäßiges Vorgehen entscheidende Frage des finanziellen Ausgleichs bei unterschiedlichen Reinigungsgraden praktisch lösbar ist, zeigt das Beispiel der Abwasserverbände. Dort werden regionale Wassergütwirtschaft, Schwerpunktprogramme und operable Methoden des finanziellen Ausgleichs seit Jahren praktiziert (SALZWEDEL, 1972). Die dabei gesammelten Erfahrungen lassen sich auch für eine allgemeine Anwendung des Verursacherprinzips nutzen. Darüber hinaus wären von einer – ggf. mittelfristigen – Verzahnung zwischen Verursacherprinzip, speziell Abwasserabgabe, und regionaler Selbstverwaltung zusätzliche Vorteile zu erwarten (KLOSTERKEMPER, 1973).

Die westdeutschen Abwasserverbände sind seit 1904 durch Sondergesetze bzw. auf der Grundlage der Verordnung über Wasser- und Bodenverbände (WVVO) vom 3. 9. 1937 mit z. T. unterschiedlichen Aufgaben geschaffen worden¹⁾. Übereinstimmend haben sie im Rahmen einer regionalen Wassergütwirtschaft anstelle ihrer Mitglieder die erforderlichen Abwasserreinigungsmaßnahmen durchzuführen. Die Kosten hierfür, wie auch für die von den Verbänden durchgeführten Immissionsschutzmaßnahmen (z. B. Flußkläranlagen, Gewässerbelüftung, Niedrigwasseranreicherung, Ölwehren) sowie die Überwachungs- und Verwaltungskosten werden als Verbandsbeiträge auf die Mitglieder umgelegt, soweit sie nicht aus Einnahmen der Verbände zu decken sind.

Die Beitragshöhe der einzelnen Mitglieder richtet sich überwiegend nach dem Umfang der Emissionen in die Gewässer bzw. vor Übernahme in die vom Verband betriebenen Anlagen²⁾.

210. Die Entstehung über Art, Größe und Zeitpunkt von Investitionen treffen die Selbstverwaltungsgremien des Verbandes. Damit lassen sich auch die Interessen der Ober- und Unterlieger weitgehend ausgleichen. Bei dem kostenvermindernden Vorgehen nach Schwerpunktprogrammen und dem finanziellen Ausgleich innerhalb des Verbandes ist die Beitragsbelastung der Mitglieder allgemein niedriger, als wenn die einzelnen die Vermeidungsmaßnahmen selbst durchzuführen hätten.

Die wassergütwirtschaftliche Planung kann über politische Verwaltungsgrenzen hinweg auf das Güteziel ausge-

¹⁾ Als einziges sondergesetzliches Beispiel der Nachkriegszeit ist 1958 der Große Erftverband zur Lösung der wasserwirtschaftlichen Probleme gebildet worden, die durch den Braunkohlen-Tieftagebau entstehen.

²⁾ Vgl. § 12(2) des Ruhrreinhaltungsgesetzes und dessen Ausfüllung durch die Veranlagungsrichtlinien des Ruhrverbandes. Soweit die Mitglieder ihre Emissionen durch eigene Maßnahmen kostengünstiger vermindern können, übt der Verbandsbeitrag ähnlich wie eine Abwasserabgabe einen Anreiz dazu aus. Bei einigen Abwasserverbänden ist die Beitragshöhe stärker an den Aufwendungen f. d. einzelnen Mitglieder orientiert, so daß eine Parallele zur Abwasserabgabe in geringerem Maße besteht, vgl. auch SALZWEDEL, J., 1972.

richtet und in Eigenverantwortlichkeit des Verbandes durchgeführt werden. Die Wahl zwischen Vermeidungs- und Immissionsschutzmaßnahmen liegt in einer Hand (KOENIG, 1973). Zu gemeinschaftlichen Vermeidungsmaßnahmen, z. B. außer Zentralkläranlagen auch zentralen Entgiftungs- und Industrieschlammabseparationsanlagen, bieten die Verbände die organisatorische und fachtechnische Plattform. Für Planung, Entwurf, Bau, Betrieb und Überwachung der Anlagen, wie auch für Fragen der Kostenzurechnungen steht erfahrenes Fachpersonal zur Verfügung. Die im Betrieb gemeindlicher und industrieller Abwasserreinigungsanlagen nicht selten anzutreffenden Unzulänglichkeiten werden bei Verbandsanlagen wesentlich vermindert. Die einzelnen Gemeinden und Unternehmen brauchen keine eigenen Spezialisten zu beschäftigen.

211. Ähnliche Verhältnisse, wie sie in der Vergangenheit für intensiv genutzte Flußgebiete, z. B. Emscher, Ruhr, Lippe, Wupper, Niers, Erft, Saar, dringend den Übergang zur überörtlichen Planung und Bewirtschaftung erforderten, liegen heute in weiteren Bereichen, z. B. Neckar und Main, vor. Demgegenüber kommt wegen der internationalen Abhängigkeit eine zusammenfassende Selbstverwaltung für die Mosel und den Rhein, abgesehen von dessen Gesamtgröße, kaum als Sofortlösung in Betracht, so daß es dort zunächst bei dem Bemühen um eine produktivere internationale Kooperation sein Bewenden haben muß.

Bei der in der Bundesrepublik gegebenen politischen und administrativen Kompetenzverteilung kann kaum erwartet werden, daß die allgemeine Einführung von regionalen Selbstverwaltungsorganisationen kurzfristig als gesetzliche Neuregelung durchzusetzen ist. Mit Rücksicht auf die organisatorisch und wirtschaftlich günstigere Arbeit solcher Verbände und die darauf gerichtete Entwicklung im Ausland sollte diese Möglichkeit aber als mittelfristiges Ziel weiterverfolgt werden. Wie mehrere in den Vereinigten Staaten untersuchte Beispiele (VERMONT, 1972) und die für die Bundesrepublik durchgeführte Berechnung zeigen (Tz. 207 und 213 Punkt 4), ist andererseits die regionale Kostenminderung durch Schwerpunktprogramme (Tz. 155 Rangstufe 2) gerade für die schnelle Erfüllung eines großen Nachholbedarfs geeignet. Wenn innerhalb der nächsten Jahre eine allgemeine Umstellung der westdeutschen Wassergütwirtschaft auf eine regionale Selbstverwaltung, wie z. B. in England und Frankreich, nicht möglich sein sollte, wäre es deshalb besonders wichtig, die hier verfügbaren Instrumente so einzusetzen, daß die gesamtwirtschaftlichen Vorteile doch möglichst weitgehend eintreten.

3.2.5 Empfehlungen

3.2.5.1 Abwasserabgabe

212. Die heute unbefriedigenden Gewässerhältnisse verdeutlichen, daß es — von positiven Einzelbeispielen abgesehen — nicht gelungen ist, die Zunahme des Abwasseranfalls durch Vermeidungsmaßnahmen der Verursacher aufzufangen. Die bisher eingesetzten Instrumente können die verbreitete Haltung, mit unterlassenen oder verzögertem Kläranlagenausbau Kosten zu sparen, nicht

ausräumen. Die langjährige Erfahrung rechtfertigt das Urteil, daß auch eine Verschärfung der Auflagen und angeordneten Strafen allein nicht die erforderliche Wende herbeiführen kann.

Bundesregierung und Opposition stimmen deshalb grundsätzlich darin überein¹⁾, daß diese ordnungsrechtlich orientierten Instrumente durch Einführung einer Abwasserabgabe wirksam zu ergänzen sind. Die Abgabe soll die finanziellen Vorteile aus unterlassener Abwasserreinigung abschöpfen und so den Verursachern einen zusätzlichen Anreiz zum Kläranlagenausbau geben.

213. Aufgrund eingehender Befassung mit dem (Tz. 565 bis 599) Verursacherprinzip befürwortet der Sachverständigenrat grundsätzlich eine solche Abgabe als ein erfolgversprechendes und dem System der Marktwirtschaft konformes Mittel, die erforderlichen Gewässerschutzmaßnahmen in einer gesamtwirtschaftlich günstigen Form durchzusetzen. Die Wirksamkeit im Hinblick auf die Gewässersanierung und die Ausnutzung der mit einer Abgabe ermöglichten gesamtwirtschaftlichen Vorteile hängen jedoch in entscheidendem Maße von der Gestaltung der Abgabe und dem sinnvollen Zusammenwirken mit anderen Instrumenten des Gewässerschutzes ab. Der Rat hat deshalb die ihm dazu beachtenswert erscheinenden Gesichtspunkte in einem Sondergutachten

Die Abwasserabgabe

Wassergütwirtschaftliche und gesamtwirtschaftliche Wirkungen

zusammengefaßt und dem Bundesminister des Innern am 18.2.1974 vorgelegt. Hier wird deshalb die Stellungnahme zur Abwasserabgabe auf eine auszugsweise Aufzählung der Ergebnisse beschränkt und zu deren ausführlicher Begründung auf das Sondergutachten verwiesen.

1. Die bisher eingesetzten Instrumente, d. h. vorrangig Auflagen, können auch in verschärfter Form die verbreitete Haltung, mit unterlassenen oder verzögertem Kläranlagenausbau Geld zu sparen, nicht ausräumen. Solange das Eigeninteresse fehlt, lassen sich zahlreiche Hinderungsgründe geltend machen.
2. Das Verursacherprinzip und die daraus abgeleiteten Abwasserabgaben würden nicht nur den fehlenden ökonomischen Anreiz für Vermeidungsmaßnahmen bewirken. Sie ermöglichen in sinnvoller Anwendung auch eine Verminderung der Gesamtkosten. Im Rahmen einer langfristig orientierten Konzeption der Wassergütwirtschaft ebnen sie außerdem den Weg für einen künftigen Übergang zur regionalen Bewirtschaftung der Flußgebiete, die sich in internationaler Beurteilung und Erfahrung als zweckmäßige Form des Gewässerschutzes erwiesen hat.
3. Eine solche volkswirtschaftlich günstigere Verwendung der verfügbaren Mittel würde zu schnelleren und sicheren Fortschritten in der Gewässersanierung führen. Sie setzt jedoch z. T. wesentliche Änderungen im Einsatz der wasserwirtschaftlichen Instrumente voraus. Hierzu gehören:
 - unterschiedliche, an wirtschaftlichen Kriterien orientierte Reinhaltelanforderungen für die Abwassereinleitungen
 - Abkehr von der Förderung relativ teurer Kleinanlagen

¹⁾ Das Bundeskabinett hat am 6.3.1974 den Entwurf eines Abwasserabgabengesetzes verabschiedet. Der von der CDU/CSU-Fraktion des Bundestages am 16.10.1973 eingebrachte Entwurf eines Vierten Gesetzes zur Änderung des Wasserhaushaltsgesetzes, Bundestagsdrucksache 7/1088 sieht in § 37 c ebenfalls eine Reinhalteabgabe vor.

- operable Methoden des aus Gründen der Gleichbehandlung zu fordernden finanziellen Ausgleichs zwischen unterschiedlich reinigenden Abwassereinleitern
 - Zweckbindung der Abgabe für bundeseinheitlich festgelegte Verwendungsrichtungen
 - Orientierung an Flußgebieten.
4. Da diesen Anpassungen bisherige Kompetenzen und langjährige Gewohnheiten entgegenstehen, erscheinen sie nur bei überzeugenden Vorteilen durchführbar. Eine überschlägige Berechnung für das Bundesgebiet, nach der Abwasserstatistik 1969 für den öffentlichen Bereich unter realitätsorientierten Annahmen durchgeführt, zeigt, daß bei unterschiedlichen Reinigungsgraden im Rahmen einer konsequenten Abgabelösung mit dem gleichen Aufwand eine wesentlich bessere bzw. schnellere Gewässersanierung als mit Emissionsstandards erreichbar ist. Für den gleichen Gewässerzustand ist die insgesamt mögliche Ersparnis bei der öffentlichen und industriellen Abwasserreinigung für die nächsten Jahre größenordnungsmäßig auf 0,8 bis 1 Mrd. DM/a einzuschätzen.
 5. Bei dem Zusammenhang von Abgaben-Anreiz und erreichbaren Reinigungsgraden zeigt die Berechnung andererseits, daß die bisher diskutierten Abgabenhöhen von 25,- und 40,- DM/SE.a für die im Umweltprogramm vorgesehene Gewässersanierung keinen ausreichenden Anreiz geben. Da sie für manche Verursachergruppen bereits eine wirtschaftlich einschneidende Bedeutung haben, wird es zur vorrangigen Aufgabe, einen hohen Anreiz bei möglichst geringer finanzieller Belastung der Abgabepflichtigen zu erreichen.
 6. Wer innerhalb der Verursacherkette mit welchen Anteilen zur Abwasserabgabe heranzuziehen ist, bleibt nach rechtlichen und nach Gesichtspunkten der Praktikabilität zu entscheiden. Diese sprechen auch bei vertikalen Verursacherketten dafür, von der unmittelbaren Einwirkung auf das Gewässer auszugehen. Insbesondere für die Abwälzung der Abgabe auf die gewerblichen Benutzer von Gemeinschaftsanlagen ergeben sich bestimmte Grundregeln, wenn eine ungerechtfertigte Doppelbelastung vermieden werden soll.
 7. Die öffentliche Hand hat in drei Funktionen zu den Kosten des Gewässerschutzes beizutragen:
 1. für Abwassereinleitungen aus öffentlichen Einrichtungen
 2. für Beeinträchtigungen der Gewässergüte infolge von Planungsentscheidungen
 3. anstelle nicht heranziehbarer Verursachergruppen.

Eine Steigerung der bisher als Finanzierungshilfen eingesetzten staatlichen Zuwendungen für den Gewässerschutz braucht insoweit dem Verursacherprinzip nicht zu widersprechen.
 8. Die begrenzte Anreizwirkung der vorgesehenen Abgabenhöhen, die für die nächsten Jahre die maximal zumutbare Belastung wesentlicher Verursachergruppen darstellen, erfordert einen planmäßigen Mitteleinsatz aus den zweckgebundenen Einnahmen und staatlichen Leistungen für die im kostenminimierenden Programm auszuwählenden Investitionen. Damit ist es möglich, aus einer Abgabenhöhe von 40,- DM/SE.a im öffentlichen Bereich einen Anreiz zu entwickeln, der etwa 70,- DM/SE.a entspricht. Innerhalb eines realistischen Investitionsprogramms müßte damit ein mittlerer Reinigungsgrad im öffentlichen Bereich von 80% bis 1980 als eine zur Verwirklichung der Ziele des Umweltprogramms notwendige Zwischenstufe erreicht werden können.
 9. Bei dem vorgesehenen Beginn mit 25,- DM/SE.a Abgabenhöhe mit nachfolgender Anhebung auf 40,- DM/SE.a entstehen Härtefälle, plötzliche Wettbewerbsbeeinflussungen und andere Übergangsprobleme. Die dafür im größeren Umfang notwendigen Hilfen (Stundungen, Abgabenerlaß) durchbrechen das Verursacherprinzip und erfordern zusätzlichen Verwaltungsaufwand. Darüber hinaus ist die sprunghafte Einnahmen-Entwicklung nur schwer an die kontinuierlicheren Ausgaben anzugleichen. Die Ansammlung größerer Reserven mittel- und langfristiger Art aus vielen, nicht zuletzt politisch-psychologischen Gründen vermieden werden.
 10. Für die Anreizwirkung der Abgabe ist andererseits allein die Zeit nach Fertigstellung der Kläranlagen maßgebend. Damit ist eine Abgabenhöhe von 25,- DM/SE.a im Jahre 1976 praktisch ohne Einfluß auf Bauentscheidungen für Schwerpunktanlagen. Mit einer der Handhabung in Frankreich und den Niederlanden entsprechenden, zunächst mit 8,- DM/SE.a beginnenden und um diesen Satz jährlich gesteigerten Abgabe lassen sich ohne Verzicht auf die gewünschte Anreizwirkung die gezeigten Probleme wie auch der Umfang der Übergangshilfen und Sonderregelungen vermindern. Außerdem wird damit eine spätere regionale Differenzierung erleichtert.
 11. Bei den sehr unterschiedlichen Belastungs- und Nutzungsverhältnissen der deutschen Gewässer führen einheitliche Reinhaltanforderungen zu wesentlichen Abweichungen von der optimalen Mittelverwendung. Sobald der größte Nachholbedarf abgedeckt ist, d. h. in einer zweiten Phase nach etwa 5 Jahren, erfordert dies eine regionale Differenzierung der Abgabe nach der Höhe und ggf. auch den Schädlichkeitskriterien. Die dafür notwendigen Vorarbeiten sollten so bald wie möglich beginnen.
 12. Eine vollständige Heranziehung der Restverschmutzung, gegen die sich der Hauptwiderstand zu den bisherigen Entwürfen eines Abwasserabgabengesetzes richtet, ist weder aus rechtlichen noch aus wassergütwirtschaftlichen Gründen erforderlich. Andererseits muß der Abgaben-Anreiz über die "Normalwerte" hinausreichen.
 13. Da nicht selten der in Kläranlagen erzeugte Schlamm infolge unzulänglicher Beseitigungsmaßnahmen Gewässerverschmutzungen hervorruft, wird empfohlen, die aus der Abwasserreinigung erwachsenden Abgaben-Ermäßigungen zu wesentlichen Teilen vom Nachweis der einwandfreien Schlambeseitigung abhängig zu machen.
 14. Für eine Zweckbindung des Abgaben-Aufkommens sprechen rechtliche und sachliche Gründe. Neben Immissionsschutzmaßnahmen sollten damit die Vermeidungsmaßnahmen nach planmäßigen Schwerpunktprogrammen gefördert werden.
 15. Eine Abwasserabgabe schließt den Einsatz von Auflagen nicht aus, soweit dadurch die kostenminimierende Wirkung der Abgabenregelung nicht in Frage gestellt wird. Hierzu werden Vorschläge für das Zusammenwirken der Instrumente entwickelt und die mögliche Funktion der Abgabe innerhalb eines stufenweisen Übergangs zur regionalen Wassergütwirtschaft dargestellt.
 16. Aus den drei entstehenden Kostenarten Vermeidungskosten, Abgabenzahlung, Kontroll- und Verwaltungsaufwand, ergeben sich unterschiedliche gesamtwirtschaftliche Auswirkungen. Bei vorgegebenen Gewässergütezielen bewirkt die kostenminimierend eingesetzte Abgabelösung im Vergleich zur Auflagenlösung eine geringere Belastung durch Vermeidungskosten. Die Abgabenerhebung verursacht gesamtwirtschaftlich eine Umverteilung mit einer für die Belastung der Abgabepflichtigen gegenüber der Anwendung eines Emissionsstandards ausgleichenden Tendenz. Dies schließt jedoch sektoral einschneidende Wirkungen auf einzelne Produktionsbereiche nicht aus. Die Kontroll- und Verwaltungskosten gering zu halten, ist eine wesentliche Gestaltungsaufgabe. Eine obere Grenze von 4% des Abgabenaufkommens muß dabei deutlich zu unterschreiten sein.
 17. Ausgangspunkt gesamtwirtschaftlicher Wirkungen der Abwas-

serabgabe ist deren Einfluß auf Niveau und Struktur einzelwirtschaftlicher Produktionskosten. Zur Abschätzung der direkten Kosten- und Preiswirkungen einer Abgabenregelung wurde eine sektoral differenzierte Modellrechnung durchgeführt. Als Ergebnis zeigt sich, daß spürbare Auswirkungen auf die spezifischen Produktionskosten lediglich bei einer vergleichsweise geringen Zahl der insgesamt betroffenen Branchen zu erwarten sind.

18. Unter der extremen Annahme einer vollen Abgabenüberwälzung sind "spürbare" direkte Preiswirkungen über 1% (bezogen auf den Industrieumsatz) lediglich in Branchen mit einem Gesamtanteil von weniger als 10% des volkswirtschaftlichen Industrieumsatzes (einschl. Bergbau) zu erwarten. Erscheinen zwar vereinzelt Preissteigerungen von 10% und mehr nicht ausgeschlossen (z. B. Zellstoffherstellung), so dürfe doch die durchschnittliche Verteuerung deutlich unter der 0,5%-Grenze bleiben. Wird, den Vorschlägen des Sondergutachtens entsprechend, eine zeitliche Abgabenstaffelung gewählt, so verteilt sich die Belastung zudem auf einen mittelfristigen Zeitraum. Preislichen Effekten, die durch verstärkten Kläranlagenbau ausgelöst werden, kann die öffentliche Hand selbst durch eine potentialorientierte Nachfragepolitik entgegenzutreten.
19. Die vorstehende Beurteilung dürfte sich auch bei Einbeziehung indirekter Kostenwirkungen der Abwasserabgabe, die aus der industriellen Vorleistungsverflechtung resultieren, nicht wesentlich ändern. Insgesamt gilt, daß die zu erwartenden einzelwirtschaftlichen Kostensteigerungen, zumal im Vergleich zu anderen gegenwärtig dominierenden Kosteneinflüssen (z. B. Energiekostenerhöhungen), von untergeordneter Bedeutung sind.
20. Die im Falle mangelnder Überwälzungsmöglichkeiten denkbaren Produktions- und Beschäftigungsrisiken dürften sich infolge des geringen gesamtwirtschaftlichen Gewichts der unmittelbar stark betroffenen Branchen ebenfalls in engen Grenzen halten. So läßt sich feststellen, daß unter dem Beschäftigungsgesichtspunkt wichtige Industrien von der Abgabe kaum getroffen werden. Wegen des z. T. erheblichen Rentabilitätsgefälles innerhalb einzelner Branchen konzentrieren sich zudem mögliche Produktionseinschränkungen und Betriebsstillegungen auf Unternehmenseinheiten, deren Gewinnssituation schon in der Ausgangslage unterhalb der branchenüblichen Rendite lag.
21. Nimmt man das Wassergüteziel als gegeben an, so werden durch die vorgeschlagene Abgabenlösung die Inanspruchnahme der Ressourcen und damit der realwirtschaftliche Umlenkungseffekt minimiert.
22. Finanzpolitisch verändert das Abwasserabgabengesetz insbesondere Volumen und Struktur der Länder- und Kommunalhaushalte. Die vorgesehene Zweckbindung des Abgabenaufkommens bedeutet zwar eine Abweichung vom finanzwirtschaftlichen Non-Affektationsprinzip. Eine Ausnahme erscheint jedoch unter den hier gegebenen Voraussetzungen aus verschiedenen Gründen geboten: Eine Zweckbindung sichert nicht nur die erforderlichen Mittel zu einer nach dem Umweltprogramm vordringlichen Aufgabenerfüllung; sie stärkt zugleich die Motivation zur Zahlung. Dies gilt zumal angesichts der zunächst vordringlichen Aufgabe, die vorgegebenen gewässergütemwirtschaftlichen Ziele durch Kombination der Abgabe mit gezielten Investitionszuschüssen aus dem Abgabenaufkommen möglichst effizient zu verwirklichen.
23. Durch ihre gestaffelte Ausgestaltung paßt sich die Abwasserabgabe besser in die von der Inflation gezeichnete gesamtwirtschaftliche Situation ein: Die vorgeschlagene Mittelkombination bietet die Möglichkeit, die vorgegebenen wässergütemwirtschaftlichen Ziele mit vergleichsweise niedrigen Abgabensätzen zu erreichen.

3.2.5.2 Zusammenwirken der Instrumente im Gewässerschutz

214. Im Sondergutachten zur Abwasserabgabe wurde dargelegt, daß Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen für den Gewässerschutz entscheidend davon abhängen, wie die Instrumente, einschließlich der Abgabe, aufeinander abgestimmt werden. Dabei ergibt sich im Zusammenwirken von Auflagen und Abgaben zu den herkömmlichen Vorstellungen eine Umkehrung: Gegenüber einer Auflagenlösung, die üblicherweise zur Vereinfachung in Form von Emissionsstandards tendiert (3.2.4.7) — mit nur flankierenden Hilfsfunktionen der Abgabe — orientieren sich bei der konsequenten Abgaben-Lösung die individuellen Reinhaltanforderungen an der Effizienz der Vermeidungsmaßnahmen. Auflagen haben dabei vorwiegend 4 Aufgaben zu erfüllen:

1. Absolute Verbote für die Ableitung stark gesundheitsgefährdender Schadstoffe.
2. Gezielte Unterstützung des Abgaben-Anreizes für den Fall, daß Abwassereinleiter zu den daraus anzuleitenden Investitionsentscheidungen nicht in der Lage sind.
3. Ausnahmeregelungen für lokal bedingte Sonderfälle, denen auch durch regionale Differenzierung der Abgabe nicht entsprochen werden kann.
4. Auflagen zur Kontrolle der Ablaufbeschaffenheit. Sie hat für die Einhaltung von Einleitungsbedingungen und als Grundlage für die Bemessung der Abgabe wie auch für betriebliche Verbesserungen wesentliche Bedeutung.

215. Bei einem solchen Zusammenwirken der Instrumente, einschließlich einer planmäßigen Verwendung staatlicher Finanzierungshilfen, lassen sich unter fortschreitender Abdeckung des Nachholbedarfs die Gewässergüteziele zeitlich steigern. Sie sind durch die Abgabe und den mit ihr entwickelten Anreiz zum Bau von Reinigungsanlagen zu steuern. Dabei sind aus den dafür erforderlichen Investitionen und den möglichen Jahresraten auch Zwischenziele zu entwickeln. So ist dem Umweltprogramm, das bis 1985 eine im Durchschnitt 90%ige Reinigung der in Kanalisationen erfaßbaren Abwässer vorsieht¹⁾, als realistisches Zwischenziel bis 1980 ein durchschnittlicher BSB₅-Reinigungsgrad von 80% zuzuordnen.

216. Dies ist jedoch nur mit einem schwerpunktmäßigen Vorgehen zu erreichen und setzt voraus, daß zunächst die zahlreichen, vor allem kleineren Maßnahmen mit überdurchschnittlichen Kosten planmäßig zugunsten der wässergütemwirtschaftlichen lohnendsten Objekte zurückgestellt werden. Ausnahmen sollten auf die Abwendung schwerwiegender örtlicher Mißstände beschränkt bleiben. Die Umstellung auf ein schwerpunktmäßiges Investitionsprogramm ist vor allem dadurch zu bewirken, daß staatliche Finanzierungshilfen und zweckgebundene Abgaben-Mittel nicht für die höheren Pro-Kopf-Belastungen (3.2.3.4), sondern für Maßnahmen mit dem größten Reinigungseffekt pro Kosteneinheit eingesetzt und damit die Anreiz-Wirkungen der Abwasserabgabe planmäßig erhöht werden (Tz. 213, Punkt 8).

¹⁾ Hierzu ist im Materialienband zum Umweltprogramm 1971 ein Investitionsbedarf für Kanalisationen und Kläranlagen von Gemeinden und Industrie, einschließlich Wassersparmaßnahmen, von 65 Mrd. DM angegeben. Andere Schätzungen (BÖHNKE, 1973) gehen wesentlich höher.

217. Während dieser ersten Phase, bei der auf der Grundlage einer für das Bundesgebiet einheitlichen Abgabe zunächst der größte Nachholbedarf schwerpunktmäßig abzudecken ist, sollten die erforderlichen Daten gesammelt und Planungsarbeiten für eine zweite Phase durchgeführt werden. Aufgrund der sehr unterschiedlichen Gewässerbelastungen wird dann eine regionale Differenzierung der Reinhaltanforderungen notwendig. Sie kann durch eine für die Gewässerregionen unterschiedliche weitere Gestaltung der Abgabe und den aus ihr entwickelten Anreiz, sowie durch zusätzliche Heranziehung von regional besonders bedeutsamen Verschmutzungsparametern, z. B. Phosphaten, bewirkt werden. Soweit der in der ersten Phase erreichte Gewässerzustand den Gütezielen regional nicht genügt, kommen mit Anhebung des Abgaben-Anreizes auch bis dahin zurückgestellte Maßnahmen mit ungünstigerem Kostenbild zur Ausführung und werden in die finanzielle Förderung aufgenommen. Die als Auflagen fixierten Einleitungsbedingungen wären soweit erforderlich in individueller Festlegung den angehobenen Reinhaltanforderungen anzupassen. Diese zweite Phase ist auch der geeignete Zeitpunkt für einen allgemeinen Übergang zur regionalen Bewirtschaftung und Verwaltung der Flußgebiete (3.2.4.7), ohne daß jedoch die differenzierte Durchführung von einer solchen organisatorischen Entwicklung abzuhängen braucht.

3.2.5.3 Sonstige Maßnahmen in der Wasserwirtschaft

218. Es ist bereits verschiedentlich auf die Notwendigkeit eingegangen worden, aus der bisher überwiegend technisch-administrativen Reaktion auf offenkundig gewordene Erfordernisse zu einer längerfristigen Planung unter stärkerer Einbeziehung wirtschaftlicher Aspekte überzugehen.

Diese vorsorgende und gestaltende Planung ist zu weiteren wasserwirtschaftlichen Bereichen wünschenswert:

- Verstärkte interdisziplinäre Zusammenarbeit, z. B. zur Raumplanung, Freizeitgestaltung, Ökologie, Toxikologie, Land-, Energie- und Abfallwirtschaft,
- Berücksichtigung der interdisziplinären Anforderungen in der Hochschul-Ausbildung,
- Förderung der fachlichen Aus- und Fortbildung,
- erhöhte Qualitätsanforderungen an die Anlagenerstellung,
- umweltfreundliche Anlagengestaltung,
- verstärkte Überwachung der Gewässer, Abwassereinleitungen und Schlammabseparationsmaßnahmen unter Weiterentwicklung automatischer Geräte und der Selbstüberwachung der Einleiter,
- besserer Schutz der Wassergewinnungsanlagen und Wasserreserven und Förderung einer Konzentration auf leistungs-

- stungsfähige Einheiten in der bisher organisatorisch zersplitterten Wasserversorgung,
- regionale Kooperation von Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung,
- zentrale Datensammlung und -auswertung über Gewässer-Verhältnisse und Ressourcen,
- zentrale Dokumentation, z. B. im Umweltbundesamt,
- umfassende Übersicht zu abgeschlossenen, laufenden und noch benötigten Forschungsvorhaben in der Wasserwirtschaft,
- internationale Zusammenarbeit, Erfahrungsaustausch und ggf. Arbeitsteilung in Forschung und Entwicklung.

3.2.5.4 Forschung und Entwicklung

219. In den verschiedenen naturwissenschaftlichen und technischen Zweigen der Meeres- und Gewässerkunde, Wasserversorgung, Abwasser- und Klärschlammabseparierung ist noch umfangreiche Forschungs- und Entwicklungsarbeit zu leisten. Die hierzu im Umweltforschungsplan des BMI, 1973, im Forschungsprogramm des BMFT für neue Technologien und von der DFG in Sonderforschungsbereichen, Schwerpunkt- und Normalverfahren geförderten bzw. vorgesehenen Projekte haben gute Fortschritte gebracht oder lassen sie erwarten. Hier sind bereits positive Wirkungen der erhöhten Bemühungen für die Umweltforschung erkennbar.

220. Da der Übergang von monodisziplinärer Forschung zu interdisziplinärer Zusammenarbeit erhebliche Umstellungen erfordert und sich deshalb z. T. nur zögernd vollzieht, sollten hierzu die Anstrengungen noch verstärkt werden. Dies betrifft u. a.:

- Zusammenhang zwischen wasserwirtschaftlichen Maßnahmen und dem Ökosystem
- Möglichkeiten des Recycling in Industrie und Landwirtschaft, einschließlich Klärschlammverwertung
- Verminderung von Schadstoffbelastungen durch Substitutionen im Produktions- und Verwendungsbereich
- Wechselbeziehungen zwischen Energie- und Wasserwirtschaft

221. Zur Verwendung von Systemanalysen, Modellentwicklungen und Simulationsrechnungen unter EDV-Einsatz haben sich für die regionale wasserwirtschaftliche Planung interessante Ansätze ergeben. Da den bisherigen Untersuchungen außer der Datengrundlage vielfach auch die nähere Praxisbeziehung fehlt, wäre hierzu eine stärkere fachübergreifende Zusammenarbeit empfehlenswert. Dem sollte nicht entgegenstehen, daß so erarbeitete Planungsgrundlagen, die auch konkrete Folgerungen ermöglichen, u. U. wesentlich mehr Mühe und Geduld erfordern.

3.3 Lebensmittel

3.3.1 Fremdstoffe in Lebensmitteln: Belastung und Gefährdung des Menschen

222. Unter Fremdstoffen sind Bestandteile der Nahrung zu verstehen, die keinen ernährungsphysiologischen Wert haben (also nicht Kohlenhydrate, Fette, Eiweiße, essentielle Spurenstoffe, Vitamine usw. sind) und die entweder absichtlich der Nahrung zugesetzt werden oder unbeabsichtigt in diese gelangen. In dieser Definition sind sowohl die "fremden Stoffe" im Sinne des § 4 a Abs. 2 des Lebensmittelgesetzes als auch die in und auf Lebensmitteln vorhandenen Umweltchemikalien eingeschlossen. Man kann daher Fremdstoffe wie folgt unterteilen:

1. Zusatzstoffe (Additive)

Zusatzstoffe werden dem Lebensmittel absichtlich zugesetzt als Konservierungsmittel, Antioxydantien, Bleichmittel, Farbstoffe, Emulgatoren usw.

2. Verunreinigungen (Kontaminantien)

Lebensmittel-Verunreinigungen gelangen unabsichtlich in die Nahrung, entweder aus den Lebensmittelrohstoffen oder während der Herstellung, Bearbeitung, Lagerung und/oder Zubereitung. Sie sind zu unterteilen in:

- a) Toxische Pflanzeninhaltsstoffe wie bestimmte Alkaloide und Glykoside.
- b) Aus Mikroorganismen herrührende Toxine, die besonders leicht bei verdorbenen Lebensmitteln auftreten (z. B. Botulinus-Toxine, Mykotoxine wie die stark cancerogenen Aflatoxine).
- c) Aus der technisierten Umwelt stammende Verunreinigungen, die als Sedimente aus der Luftverunreinigung auf oder über Boden und Wasser in pflanzliche Lebensmittel gelangen (Spurenmetalle wie Blei, Arsen; polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe, persistierende Chlorkohlenwasserstoffe sowie Nitrat aus Düngemitteln).
- d) Stoffe, die zur Steigerung der Produktion oder zur Qualitätsverbesserung eingesetzt werden und als Rückstände in Lebensmittel gelangen: Pflanzenschutzmittel wie Insektizide, Herbizide, Fungizide etc., Tierarzneimittel und Tierfutter-Zusatzstoffe. Von all diesen Stoffen können nicht nur die primär eingesetzten Stoffe als Verunreinigungen ins Lebensmittel gelangen, sondern auch deren Um- und Abbauprodukte (Metaboliten), die während des Stoffwechsels in Mikroorganismen, in Pflanze und Tier oder durch chemische Reaktionen in Luft, Wasser und Boden entstehen können.
- e) Verunreinigungen, die bei der Behandlung und Verarbeitung von Lebensmitteln und deren Zubereitung entstehen, z. B. beim Erhitzen, Rösten, Räuchern oder Bestrahlen (unter anderem polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe, Oxydationsprodukte); Verunreinigungen, die über verunreinigte Additive eingeführt werden. Von besonderer Bedeutung sind hier krebserzeugende Nitrosamine. Diese können aus Nitrit oder Nitrat und Aminen als normale Lebensmittelbestandteile entweder bei der Zubereitung des Lebensmittels oder erst im menschlichen Verdauungstrakt entstehen.

- f) Schließlich Verunreinigungen, die direkt bei Verarbeitung und Handel in das Lebensmittel gelangen können, wie Zusatzstoffe aus Verpackungsmaterialien (Weichmacher, Antioxydantien), Metalle aus Bearbeitungsgeräten und Konservendosen, Lösungsmittelrückstände, Detergentien usw.

223. Das vorliegende Gutachten behandelt nur Umweltchemikalien, die als Verunreinigungen in Lebensmitteln gefunden wurden und die potentiell toxische Nebenwirkungen haben können. Bei der bereits angedeuteten Vielzahl möglicher Verunreinigungen können nur solche Stoffgruppen oder Verbindungen behandelt werden, die nach Menge und Häufigkeit sowie auf Grund ihrer toxikologischen Relevanz im Vordergrund stehen.

Folgende Stoffe bzw. Stoffgruppen werden behandelt:

Pestizide

224. Von besonderer Bedeutung sind persistierende Insektizide, insbesondere chlorierte Kohlenwasserstoffe wie z. B. DDT. Die in menschlichem Körperfett nachweisbaren Mengen stammen zu über 90% aus der Nahrung.

Zahlreiche Untersuchungen an beruflich exponierten Arbeitern, die eine um mehrere Größenordnungen höhere Exposition als die allgemeine Bevölkerung haben, haben bis jetzt keine nachteiligen Wirkungen des DDT auf die Gesundheit des Menschen aufgezeigt. Das Risiko einer carcinogenen Wirkung von DDT muß derzeit als gering bezeichnet werden, obwohl experimentell an der Maus mit hohen Dosen reproduzierbar meist gutartige Hepatome erzeugt werden konnten. An anderen Tierspezies ist DDT nicht krebserzeugend. Vergleichende Stoffwechseluntersuchungen haben gezeigt, daß die DDT-Speicherung und damit der Metabolismus in der Maus deutlich unterschiedlich zu den anderen Tierspezies und zum Menschen ist, was das unterschiedliche Verhalten der Maus erklären könnte. Dennoch ist das DDT-Verbot aus ökologischen Gründen notwendig und daher sinnvoll (vgl. 3.6.1).

Bei Organophosphor-Insektiziden kann unverändertes Parathion unter Umständen als Rückstand auftreten, während die meisten anderen Vertreter dieser Klasse, z. B. Dichlorphos, keine nennenswerten Rückstände bringen.

Von den Carbamat-Insektiziden sind von Carbaryl Rückstände gefunden worden, desgleichen von Herbiziden verschiedener Stoffklassen und von Dithiocarbamat-Fungiziden.

Ein weitgehend unbekannter Faktor ist das Vorkommen von chemischen oder metabolischen Um- und Abbauprodukten in Lebensmitteln. Hier liegen in der Regel weder analytische Daten noch toxikologische Untersuchungen vor.

Polychlorierte Biphenyle (PCB)

225. PCBs werden technisch als Isolier- und Hydraulikflüssigkeiten sowie als Weichmacher verwendet. Sie kommen praktisch ubiquitär in der Umwelt vor und können z. B. aus industriellen Abwässern über Fische in die Nahrungskette gelangen. Eine weitere Möglichkeit ist Kontamination aus Verpackungsmaterial und Anstrichen.

Wie andere polycyclische Kohlenwasserstoffe erzeugen hochchlorierte PCBs an der Maus gutartige Hepatome. Bezüglich der Relevanz dieser Wirkung sei auf die Bemerkung beim DDT verwiesen.

Schwermetalle

226. An Metall-Verunreinigungen sind Blei, Quecksilber, Cadmium und Arsen von besonderer Bedeutung. Bezüglich toxischer Wirkungen von Blei und Cadmium, die im wesentlichen über Auto- und Industrie-Abgase in die Umwelt gelangen, sei auf 3.1 verwiesen. Quecksilber in verschiedenen Formen gelangt hauptsächlich aus industriellen Abwässern in Flüsse und Meere und wird besonders in Fischen in Form des hochtoxischen Methylquecksilbers gefunden. Die sog. "Minamata-Krankheit" in Japan mit etwa 200 Vergiftungsfällen, zahlreichen Todesfällen und irreversiblen Gehirnschädigungen ist ein alarmierendes Beispiel.

Arsen kommt besonders in Krusten- und Schalentieren in relativ hohen Konzentrationen vor. In einigen Ländern ist die Verwendung Arsen-haltiger Pestizide noch immer gestattet und kann zu Rückständen in importierten Lebensmitteln führen. Neben verschiedenen akut-toxischen Effekten ist Arsen als krebserzeugend beim Menschen anerkannt.

Zusätze zu Tierfutter

227. In der Nutztierhaltung hat sich der Gebrauch von Antibiotikazusätzen und anderer Pharmaka, oft mit Hormon-ähnlicher Wirkung, zur Wachstumsförderung ausgeweitet. Besonders bei unsachgemäßer Anwendung können Rückstände in tierischen Nahrungsmitteln vorkommen. Die Probleme der möglichen resultierenden Antibiotika-Resistenz sowie toxische und allergische Reaktionen sind bekannt.

Mykotoxine

228. Von besonderer Bedeutung ist hier das Aflatoxin, ein Stoffwechselprodukt des Schimmelpilzes *Aspergillus flavus*, der auf zahlreichen tierischen und pflanzlichen Nahrungsmitteln wachsen kann. Es sind 2 Todesfälle nach Genuß stark verschimmelter, Aflatoxin-haltiger Nüsse bekannt geworden. Aflatoxine sind die stärksten Lebercarcinogene, die derzeit bekannt sind; in verschiedenen tropischen Ländern besteht eine direkte Korrelation zwischen dem Aflatoxingehalt der menschlichen Nahrung und der Leberkrebsrate.

Nitrosamine

229. Nitrosamine (N-Nitroso-Verbindungen) gehören zu den stärksten chemischen Carcinogenen, die bekannt sind. Dimethylnitrosamin und N-Nitroso-pyrrolidin konnten in einer Reihe von Lebensmitteln, die mit Nitrit und/oder Nitrat als Konservierungsmittel behandelt waren, nachgewiesen werden, meist in sehr niedrigen Konzentrationen. Ein anderes Problem ist die Bildung solcher Carcinogene im menschlichen Magen-Darm-Trakt aus nitrosierbaren Aminen und Nitrit oder Nitrat. Beide Komponenten sind in vielen Nahrungsmitteln vorhanden, nitrosierbare Substanzen als natürliche Bestandteile des Lebensmittels und auch als Verunreinigungen, z. B. in Form von Pflanzenschutzmittel-Rückständen.

Zur Gesundheitsgefährdung durch Fremdstoffe

230. Toxische Wirkungen sind durch Gifte bewirkte, unerwünschte Störungen physiologischer Funktionen. Es muß grundsätzlich zwischen Toxizität und Gesundheitsrisiko (potentielle Gesundheitsgefährdung, "hazard") unterschieden werden. Unter Toxizität ist die Fähigkeit eines chemischen Stoffes zu verstehen, einen unerwünschten Effekt zu erzeugen, wenn der Stoff eine genügende Konzentration im Organismus erreicht hat; als Gesundheitsrisiko ist die Wahrscheinlichkeit oder Möglichkeit zu bezeichnen, daß ein solcher gesundheitsschädlicher Effekt eintreten kann.

Völliges Fehlen von Toxizität und absolute Sicherheit vor gesundheitlichen Risiken ("Unschädlichkeit") sind nicht zu beweisen, Sicherheit ist ein relativer Begriff. Die Beurteilung des möglichen Gesundheitsrisikos eines Fremdstoffes in Lebensmitteln durch Wissenschaft und Gesetzgebung sollte daher zwischen den Extremen liegen. Zwischen dem vorschnellen Fällen von Entscheidungen ohne ausreichende Daten einerseits und dem Bestehen auf lückenlosem und unwiderlegbarem Beweismaterial andererseits sollte der Mittelweg gewählt werden: Nach genauem Abwägen von möglichem Nutzen gegen möglichen Schaden muß bei bestehendem Verdacht eines Gesundheitsrisikos zugunsten des Gesundheitsschutzes des Verbrauchers (in dubio pro homine) entschieden werden, selbst wenn die bis dahin bekannten naturwissenschaftlichen und medizinischen Fakten eine solche Entscheidung nicht voll abstützen können; solche Entscheidungen können stets nur bis zum Bekanntwerden neuer Fakten gelten.

231. Toxikologische Prüfungen schließen in der Regel folgende Untersuchungen ein: Bestimmung der akuten Toxizität nach Gabe einer einmaligen Dosis zur Festlegung der mittleren letalen Dosis und des allgemeinen Vergiftungsbildes. Die Untersuchung wiederholter Gaben über kurze oder längere Zeitintervalle (subakute Toxizität) zur Bestimmung kumulativer Wirkungen erfaßt zusätzlich die Entwicklung von Toleranz-Phänomenen und/oder Enzym-Induktionen. Beides sind im wesentlichen "Konzentrations"-Wirkungen, nach deren Abklingen kein "Wirkungsrest" zurückbleibt. Sie werden in der Regel durch relativ hohe Mengen des toxischen Stoffes bewirkt. Im Gegensatz dazu sind Carcinogenese und Mutagenese irreversible toxische Effekte, die meist erst nach langer Latenzzeit zu Tumoren führen oder, im Fall der Mutagenese, Wirkungen erst in späteren Generationen zeigen. Solche besonders schwer zu erfassenden Spätwirkungen werden in speziellen Langzeit- oder chronischen Toxizitätstests untersucht. Hierbei werden bei Carcinogenitätstests in der Regel akut untoxische Dosen des zu prüfenden Stoffes über längere Zeitspannen (z. B. 2 Jahre bei Ratten, 80 Wochen bei Mäusen, bis zu 5 Jahren bei Hunden) appliziert und das Auftreten von Tumoren (aber auch anderer chronisch-toxischer Effekte, wie Verkürzung der Lebenserwartung, Fertilität etc.) gemessen. Chronische Exposition, typisch für viele potentielle toxische Umweltchemikalien, ist jedoch nicht immer notwendig für carcinogene Wirkungen: Starke krebserzeugende Chemikalien wie 3,4-Benzpyren oder Nitrosamine können Tumore auch nach einmaliger Applikation erzeugen.

232. Die toxikologische Beurteilung von Fremdstoffen wird weiter erschwert durch die Möglichkeit synergistischer und/oder modifizierender Wirkungen beim Einwirken mehrerer verschiedener Agentien. Solche Effekte sind so-

wohl bei akuter als auch bei chronischer Toxizität bekannt. Auf dem Gebiet der Carcinogenese ist z. B. experimentell erwiesen, daß sich die Wirkungen zweier oder mehrerer Carcinogene addieren können und zu Tumoren führen, die mit den Einzelkomponenten allein nicht auftreten. Auch Wirkungs-abschwächende oder -verändernde Effekte bei Experimenten mit mehreren Komponenten sind bekannt. Da die Durchführung von Kombinationsversuchen und besonders deren Auswertung mit steigender Zahl von Wirkungskomponenten sehr schwierig wird, liegen systematische Untersuchungen zu diesem wichtigen Thema nicht vor.

Toxizitätsprüfungen von Umweltchemikalien müssen immer an geeigneten Versuchstieren durchgeführt werden. Die dann notwendige Extrapolation der Ergebnisse auf den Menschen bringt unvermeidlich Unsicherheiten in die Beurteilung des Risikos, da biologische Variation, Unterschiede im Stoffwechsel zwischen verschiedenen Species und unterschiedliche Empfindlichkeiten in Rechnung zu stellen sind. Allgemein akzeptierte Kriterien zur Beurteilung solcher Einflüsse auf die Extrapolierbarkeit bestehen derzeit nicht.

233. Die teilweise beträchtlichen Schwierigkeiten in der Auswertung toxikologischer Versuchsergebnisse zur Risiko-Abschätzung können aber oft durch zusätzliche Maßnahmen vermindert werden: Durch Dosis-Wirkungs-Untersuchungen läßt sich leichter auf mögliche Risiken niedriger Konzentration von Fremdstoffen schließen, von denen toxische Wirkungen in Experimenten mit höheren Konzentrationen bekannt sind. Die Übertragung von experimentellen Untersuchungen an Versuchstieren auf den Menschen wird durch entsprechende Versuche an mehreren Tierspecies erleichtert: So ist zum Beispiel bis jetzt ein direkter Nachweis einer carcinogenen Wirkung von Nitrosaminen beim Menschen nicht zu führen. Die Tatsache, daß diese Wirkung aber an 14 verschiedenen Tierspecies bekannt ist, läßt eine analoge Wirkung auch am Menschen fast zur Sicherheit werden. Speciesunterschiede im Stoffwechsel, die oft jedoch nur quantitativer, nicht qualitativer Natur sind, können durch vergleichende Metabolismus-Studien beurteilt werden, die auch *in vitro* und daher auch mit menschlichen Organen, z. B. Leber aus Biopsiepräparaten, durchgeführt werden können.

Schließlich wird bei der Festlegung von Grenzwerten für Rückstände in Lebensmitteln zum Ausgleich für Unsicherheiten bei der Auswertung toxikologischer Untersuchungen ein Sicherheitsfaktor eingeführt; d. h. die maximal zulässigen Rückstände sind um eine oder mehrere Größenordnungen niedriger als die unwirksame Höchstdosis aus den tierexperimentellen Untersuchungen (vgl. hierzu 3.3.2.1).

3.3.2 Höchstmengen für Rückstände in Lebensmitteln

3.3.2.1 Definitionen

a) Festlegung von Höchstmengen

234. Zum Schutz des Verbrauchers werden Höchstmengen für Rückstände in Lebensmitteln festgelegt. Diese Höchst-

mengen basieren auf Fütterungsversuchen an Tieren. Da bei der Aufnahme mit der Nahrung mit einer langdauernden Zufuhr geringer Schadstoffmengen gerechnet werden muß, sind neben Bestimmung der akuten und subakuten Toxizität besonders chronische Fütterungsversuche möglichst über die gesamte Lebenszeit notwendig. Da artspezifische Unterschiede in der Empfindlichkeit und im Stoffwechsel möglich sind, sollen mindestens zwei Säugerspecies verwendet werden, von denen eine nicht zu den Nagern gehören sollte. Die Festlegung von Höchstmengen erfolgt im allgemeinen aufgrund weiterer Werte, die im folgenden dargestellt sind:

b) Unwirksame Höchstdosis

235. Für jede untersuchte Substanz wird die "unwirksame Höchstdosis" (NEL)¹⁾ ermittelt, die bei lebenslanger Aufnahme mit der Nahrung im Versuchstierorganismus keine erkennbare Schädigung bewirkt.

c) Höchste duldbare Tagesdosis

236. Aus den no-effect-level-Werten wird die höchste duldbare Tagesdosis (ADI)²⁾ für den Menschen berechnet:

$$\frac{NEL^{1)}}{S^3} = ADI^{2)}$$

in mg Wirkstoff/kg Körpergewicht pro Tag

Bei der Festlegung des Sicherheitsfaktors (S)³⁾ geht man in der Regel von der Überlegung aus, daß der Mensch durchschnittlich zehnmal empfindlicher sein könnte, als das empfindlichste Versuchstier. Für besonders empfindliche Personengruppen wird nochmals eine zehnfach höhere Empfindlichkeit angenommen. Der Sicherheitsfaktor kann jedoch für jede Substanz je nach Risikoabschätzung unterschiedlich festgelegt werden. Die ADI-Werte werden auf Grund aller vorhandenen experimentellen Daten von Expertengruppen der World Health Organisation (WHO) und der Food and Agriculture Organisation (FAO) festgelegt und in Form von Empfehlungen veröffentlicht (WHO Techn. Rep. Ser., Geneva).

d) Maximale duldbare Rückstandsmenge

237. Aus den Verzehrsgewohnheiten des Normalverbrauchers läßt sich der durchschnittliche Tagesverzehr V (in kg/Tag) für diejenigen Lebensmittelgruppen errechnen, die die Kontamination mit einem Fremdstoff in Frage kommen. Unter Berücksichtigung eines durchschnittlichen Körpergewichts G von 70 kg wird die maximal duldbare Rückstandsmenge (permissible level) für die jeweiligen Lebensmittel errechnet:

$$\text{Permissible level} = ADI = \frac{G}{V}$$

in mg Wirkstoff/kg Lebensmittel

¹⁾ NEL = maximum no effect level, bei lebenslanger Aufnahme. —

²⁾ ADI = acceptable daily intake. —

³⁾ S = Sicherheitsfaktor, der im allgemeinen bei 100 liegt.

e) Maximale geduldete Rückstandsmenge (Toleranz)

238. Die duldbare Rückstandsmenge stellt die obere Grenze für die Festsetzung der geduldeten Rückstandsmenge (permitted level), der sogenannten Toleranz dar. Diese liegt oft weit unterhalb der duldbaren Rückstandsmenge, wobei (z. B. bei Pestiziden) die aus praxisgerechter, vorschriftsmäßiger Anwendung resultierenden Rückstände berücksichtigt werden. Liegt die Toleranz wesentlich unter der maximal duldbaren Rückstandsmenge, so wird dadurch das Risiko etwa bezüglich der individuell unterschiedlichen Verzehrgewohnheiten (Faktor G/V) vermindert.

Toleranzen sind also keine toxikologischen Schwellenwerte, sondern gesetzlich festgelegte Standards. Daher bestehen erhebliche nationale Unterschiede. Die WHO/FAO empfiehlt Toleranzen, die für Lebensmittel im internationalen Verkehr gelten sollen, auch wenn die nationalen Toleranzen niedriger liegen.

3.3.2.2 Höchstmengen und Rechtsvorschriften

a) Empfehlungen und Vorschläge der WHO/FAO

239. Die ADI-Werte für Pestizide und Lebensmitteladditive werden laufend revidiert und ergänzt. Zur Zeit sind folgende Empfehlungen bzw. Vorschläge für Empfehlungen veröffentlicht:

- Pestizide Adi-Werte für rund 80 Stoffe
Toleranzen für 66 Stoffe
praktische Rückstandsgrenzen für
9 Stoffe
- Additive ADI-Werte für 80 Stoffe
- Schwermetalle Bisher keine ADI-Werte empfohlen.
Einzelne Vorschläge (Quecksilber) be-
finden sich in der Diskussion.
Für Blei, Quecksilber und Cadmium
wurden vorläufige duldbare Wochen-
dosen (provisional acceptable weekly
intake) empfohlen.

Für Trinkwasser wurden Grenzwerte für einige Schwermetalle, extrahierbare organische Substanzen und polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe sowie für die Gesamtaktivität von α - und β -Strahlern vorgeschlagen. Für Pestizide in Trinkwasser werden keine Werte angegeben, da angenommen wird, daß die Aufnahme mit dem Wasser gegenüber der mit der Nahrung eine untergeordnete Rolle spielt.

b) Gesetzlich festgelegte Toleranzen in der Bundesrepublik Deutschland

240. In der Bundesrepublik Deutschland sind zur Zeit 272 Pestizidwirkstoffe (EBING, 1973) zugelassen, von denen aber nur etwa 130 als Rückstandsbildner in Frage kommen. Die Verordnung zur Änderung der Verordnung über Pflanzenschutz-, Schädlingsbekämpfung- und Vorratsschutzmittel in oder auf Lebensmitteln pflanzlicher Herkunft (Höchstmengenverordnung) vom 14. 12. 1972 (Neufassung

vom 5. 6. 1973) enthält Toleranzwerte für insgesamt rund 130 Wirkstoffe. Daneben werden rund 25 Wirkstoffe genannt, die in oder auf Lebensmitteln pflanzlicher Herkunft "nicht vorhanden" sein dürfen, das heißt, die Rückstände dürfen die analytische Nachweisgrenze (meist im Bereich von 0,01–0,05 ppm) nicht übersteigen.

Die Toleranzwerte für Pestizide sind in der Bundesrepublik Deutschland in vielen Fällen erheblich niedriger festgesetzt als in vergleichbaren Verordnungen anderer Länder, z. B. Vereinigte Staaten oder Niederlande. Bei Einhaltung der gesetzlichen Grenzwerte und deren ausreichender Kontrolle dürfte – nach dem derzeitigen Stand der Erkenntnis – die Gesundheit des Verbrauchers in der Bundesrepublik Deutschland durch Pestizidrückstände in Lebensmitteln nicht gefährdet sein.

c) Rechtsvorschriften über Zusatzstoffe in der Bundesrepublik Deutschland

241. Die Verwendung von Zusatzstoffen für die Verarbeitung, Färbung bzw. Schönung und Konservierung von Lebensmitteln sowie die Reinheitsanforderungen, die an diese Zusatzstoffe gestellt werden, sind durch die entsprechenden Rechtsvorschriften auf dem Gebiet des Lebensmittelrechts geregelt. Zugelassen sind nur die jeweils ausdrücklich genannten Zusatzstoffe (Prinzip der positiven Listen).

Für bestimmte Stoffe (z. B. Konservierungsmittel) werden zusätzlich Höchstmengen angegeben.

Eine Übersicht über die im Bereich Lebensmittel bedeutsamen Rechtsvorschriften des Bundes oder in EG-Richtlinien (bestehend oder in Arbeit befindlich) siehe Anhang II, 1.

3.3.3 Gegenwärtiger Stand des Fremdstoffgehalts in Lebensmitteln

3.3.3.1 Probleme der Beschreibung und Beurteilung der gegenwärtigen Situation

242. Der Versuch, die gegenwärtige Situation und die voraussichtliche Entwicklung des Fremdstoffgehalts in Lebensmitteln in der Bundesrepublik Deutschland zu beurteilen, wird durch zwei Umstände erschwert: Die lückenhafte Kenntnis des Wirkungsbildes von Schadstoffen und den Mangel an repräsentativen Daten über die Rückstandssituation.

Der gegenwärtige Stand der toxikologischen Forschung erlaubt keine sichere Beurteilung der möglichen Gefährdung. Die toxische Gesamtsituation entzieht sich einer exakten Betrachtung, da wir über die Wirkungen und Wirkungsmechanismen aller vorkommenden Einzelsubstanzen nicht hinreichend orientiert sind und insbesondere Kombinationswirkungen (Synergismen¹) und Antagonismen²) bisher kaum untersucht sind.

¹) Gleich gerichtete Wirkungsmechanismen.

²) In entgegengesetzter Richtung wirkende Mechanismen.

Mit dem Auftreten bisher unbekannter Schadstoffrückstände durch die Einführung neuer Wirkstoffe und neuer Technologien muß gerechnet werden. Zu rechnen ist

- a) mit völlig neuen Stoffen,
- b) mit dem Erkennen zusätzlicher Wirkungen von bekannten Stoffen, die bisher als unwirksam oder als unbedenklich wirksam gegolten haben.

243. Die modernen Methoden der Rückstandsanalyse (z. B. Atomspektroskopie, Gaschromatographie, Massenspektrometrie) sind weit entwickelt. Sie gestatten die Identifizierung und die quantitative Bestimmung vieler Fremdstoffe bis zu sehr geringen Konzentrationen. Allerdings erfordern sie einen relativ großen apparativen Aufwand und sind arbeitsintensiv. Dennoch ist eine lückenlose Darstellung der Verlaufsentwicklung nicht möglich, da viele der genannten Fremdstoffe in der Bundesrepublik Deutschland erst seit relativ kurzer Zeit untersucht werden. Für die einzelnen Wirkstoffe und Lebensmittel liegen im jeweiligen Zeitraum zu wenig Daten vor. Eine Beurteilung der gegenwärtigen Situation anhand der vorliegenden Daten birgt die Gefahr der Fehleinschätzung, da häufig nur geringe Probenzahlen aus einem begrenzten Zeitraum sowie gezielt genommene Proben aus Verdachtsfällen untersucht wurden.

Einheitlich erstellte Daten auch aus früheren Jahren, wie sie beispielsweise in den Vereinigten Staaten vorliegen (DUGGAN, 1971), fehlen in der Bundesrepublik Deutschland weitgehend.

Die durchschnittliche Fremdstoffbelastung des Verbrauchers kann daher nur rechnerisch aus einem relativ schmalen Datenmaterial unter Einbeziehung statistischer Unterlagen über den durchschnittlichen Verzehr einzelner Nahrungsmittel abgeschätzt werden.

Praxisnahe Ergebnisse liefert die allerdings aufwendige sogenannte Marktkorbanalyse¹⁾, wie sie in den Vereinigten Staaten seit etwa 10 Jahren praktiziert wird.

244. Die Auswertung der in der Bundesrepublik Deutschland vorhandenen Daten wird durch unterschiedliche analytische Verfahren erschwert. Bei spurenanalytischen Verfahren muß mit systematischen Abweichungen zwischen verschiedenen Labors gerechnet werden. Zudem werden die Ergebnisse in zahlreichen, ganz verschiedenartigen Zeitschriften veröffentlicht. Daten von Untersuchungsanstalten, die Rückstandsanalysen durchführen, sind nur in Einzelfällen zugänglich.

Bei der Beurteilung der gegenwärtigen Situation muß weiterhin berücksichtigt werden, daß die vorliegenden Daten nicht nach einem einheitlichen Plan gewonnen wurden. Sie können daher kein umfassendes Bild geben und dürfen nicht ohne weiteres verallgemeinert werden.

¹⁾ Ausgehend von der hohen durchschnittlichen Tagesverzehrmenge einer männlichen Person zwischen 16 – 19 Jahren werden in regelmäßigen Abständen an verschiedenen Orten Lebensmittel, die dem Verbrauch von zwei Wochen entsprechen, eingekauft, tischfertig zubereitet und anschließend analysiert.

3.3.3.2 Kontrollsysteme

245. Die Überwachung von im Handel befindlichen Lebensmitteln auf Grund der im Lebensmittelrecht enthaltenen Bestimmung ist Aufgabe der Bundesländer. Die Untersuchungen werden von den Chemischen und Veterinär-Untersuchungsämtern durchgeführt. Die Ressortzuständigkeit für die Lebensmittelkontrolle ist in den einzelnen Bundesländern sehr unterschiedlich, teilweise sogar nach pflanzlicher und tierischer Herkunft der Lebensmittel auf zwei Ministerien verteilt.

Die Aufgaben der Lebensmittelüberwachung sind sehr vielfältig, z. B. Fleischschau, Qualitätskontrolle bei Obst und Gemüse, Kontrolle der Deklaration nach Handelsklassen oder Prüfung der Zusammensetzung und des Zusatzes von Verarbeitungshilfsmitteln und Konservierungsstoffen bei verarbeiteten Lebensmitteln. Im folgenden Abschnitt wird nur ein Teilgebiet, nämlich die Untersuchung von Lebensmitteln auf ihren Gehalt an Bioziden und Umweltchemikalien, behandelt.

246. Die Arbeit der Untersuchungsämter beschränkt sich weitgehend auf die Überwachung der Einhaltung bestehender gesetzlicher Vorschriften. Auf Rückstände von Pestiziden und Schwermetallen in Lebensmitteln tierischer Herkunft wird zur Zeit nur in Stichproben oder bei begründetem Verdacht untersucht.

Das Gleiche gilt für Umweltchemikalien, wie polychlorierte Biphenyle, deren Bedeutung erst in den letzten Jahren erkannt wurde.

247. Ein einheitliches System für die Durchführung der Kontrolluntersuchungen ist auf Bundesebene mit Ausnahme der Kontrollen bei Fleisch, Geflügelfleisch, Milch und Wein nicht vorhanden. Innerhalb der Länder besteht eine gewisse Koordination zwischen den einzelnen Untersuchungsanstalten. Für die Auswahl der untersuchten Stoffe bei Lebensmitteln pflanzlicher Herkunft ist die Höchstmengen-Verordnung, Pflanzenschutz, pflanzliche Lebensmittel, vom 30. 11. 1966 in der Neufassung vom 5. 6. 1973 maßgeblich.

248. Die Probenahme erfolgt bei Groß- und Einzelhändlern, also auf dem Weg zum Endverbraucher, durch besonders ausgebildete Polizei- und Ordnungsbeamte. Daneben werden in beschränktem Umfang an den Grenzen Proben von importierten Lebensmitteln im allgemeinen anteilmäßig untersucht.

Der hohe zeitliche und finanzielle Aufwand für eine Analyse erlaubt nur eine beschränkte Zahl von Untersuchungen. Die Probenahme erfolgt daher in Form von Zufallsstichproben, sofern nicht darüber hinausgehende Regelungen wie bei Fleisch und Geflügelfleisch bestehen. Die Auswahl orientiert sich unter Berücksichtigung saisonbedingter Unterschiede im Angebot. Statistische Ermittlungen über den Durchschnittsverzehr einzelner Lebensmittel werden nicht berücksichtigt.

Die Auswahl und Entnahme von Proben ist für den Aussagewert der betreffenden Analyse von besonderer Bedeutung. Daher ist eine gründliche Schulung der zuständigen Kontrollbeamten notwendig.

249. Eine modifizierte Form der Kontrolle pflanzlicher Lebensmittel wird in Baden-Württemberg durchgeführt. Nach dem Vorbild der Chemischen Landesuntersuchungsanstalt Stuttgart werden 70–80% der untersuchten Proben bereits vor der Ernte beim Erzeuger entnommen.

Die betreffenden Erzeugnisse werden erst dann für die Ernte beziehungsweise den Verkauf freigegeben, wenn keine Rückstände oberhalb der jeweiligen Toleranzgrenzen mehr nachweisbar sind. Dieses Verfahren, das durch einen entsprechenden Erlaß ermöglicht wurde, hat sich in der Praxis bewährt. Eine Einführung in den übrigen Bundesländern erscheint wünschenswert.

250. Grenzkontrollen sind zur Zeit außer etwa bei Fleisch und Geflügel großenteils nicht obligatorisch, sie werden teilweise von den hierfür in Frage kommenden Untersuchungsämtern durchgeführt. Eigene Untersuchungsämter an der Grenze gibt es, abgesehen von den Auslandsfleischbeschaustellen, noch nicht. Erst wenn die Lebensmittel bereits in den Verkehr gebracht werden, können Proben vom örtlichen Untersuchungsamt entnommen werden.

In einzelnen Bundesländern (z. B. Baden-Württemberg) erfolgt die Probenahme in Zusammenarbeit mit den Zollbehörden bereits bei Grenzübertritt. Beanstandete Chargen werden nach Möglichkeit bereits an der Grenze zurückgewiesen. Allerdings kann die Einfuhr in die Bundesrepublik Deutschland über andere Bundesländer nicht verhindert werden.

251. Die Kapazität der bestehenden Untersuchungsämter ist voll ausgelastet. Eine Intensivierung der Rückstandskontrolle erscheint unter den gegebenen Voraussetzungen nicht möglich.

252. Eine Verbesserung der Lebensmittelüberwachung soll u. a. durch bundeseinheitliche Regelungen herbeigeführt werden. Entsprechende Bestimmungen sieht der Regierungsentwurf eines Gesetzes zur Gesamtreform des Lebensmittelrechts vor (BT-Drucks. 7/255). Der Gesetzentwurf wird zur Zeit beraten und es ist zu hoffen, daß der Bundestag das Gesetz im Frühsommer 1974 verabschiedet wird. Entscheidend für das Wirksamwerden der mit dem neuen Lebensmittel- und Bedarfsgegenstände-gesetz angestrebten Verbesserungen auf dem Gebiet der Lebensmittelüberwachung sind die vom Bundesminister für Jugend, Familie und Gesundheit insoweit zu erlassenden Rechtsverordnungen. Der Gesetzentwurf bietet eine Reihe von verschiedenartigen Möglichkeiten, die Lebensmittelüberwachung zu intensivieren und zu verstärken. Besondere Bedeutung kommt in diesem Zusammenhang der Verbesserung der Importkontrollen zu. Gemäß Artikel 83 GG werden die Länder diese Rechtsverordnungen — ebenso wie das Gesetz — als eigene Angelegenheit ausführen.

253. Federführend für die Lebensmittelkontrolle ist das Bundesministerium für Jugend, Familie und Gesundheit. Es arbeitet im Einvernehmen mit dem Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und in Fragen der Einfuhrkontrolle mit dem Bundesministerium der Finanzen, dem der Zoll untersteht. Es besteht auf dem Lebensmittel-sektor konkurrierende Gesetzgebungskompetenz, damit das weithin uneinheitliche Landesrecht durch bundeseinheitliche Regelungen mit Ausführungsbestimmungen abge-

löst werden kann. Die Länder werden die vom Bund vorgesehenen Maßnahmen jedoch durchzuführen haben.

254. Als Fernziel sollte einheitlich in allen Mitgliedstaaten der EG eine Rückstandskontrolle im Erzeugerland vor der Ausfuhr angestrebt werden.

255. Insgesamt ist eine Intensivierung und Vereinheitlichung der Lebensmittelkontrolle erforderlich, um weithin einen wirkungsvollen Verbraucherschutz zu gewährleisten. Gute Ansätze hierzu zeigen sich in den Rechtsvorschriften für Fleisch, Geflügelfleisch, Milch und Wein. Als Einzelmaßnahmen sind neben einer beschleunigten Fertigstellung der betreffenden gesetzlichen Regelungen der Ausbau der vorhandenen und die Bildung von Schwerpunktanstalten notwendig. Die Kontrolle beim Erzeuger sollte einheitlich in allen Bundesländern durchgeführt werden. Vorbeugende Maßnahmen, die das Auftreten von Rückständen verhindern, sowie eine engere Zusammenarbeit der Untersuchungsämter mit den staatlichen Pflanzenschutzdiensten und den Institutionen, die mit der Prüfung von Pflanzenschutzmitteln bzw. der Betreuung der Verbraucher zu tun haben, sind zu fördern.

3.3.3.3 Rückstandsmengen in Lebensmitteln

256. Pestizide finden sich in Lebensmitteln pflanzlicher und tierischer Herkunft. Da viele Pestizide unter abiotischen Bedingungen oder im Organismus von Nutztieren und Pflanzen abgebaut werden, bilden nicht alle zugelassenen Wirkstoffe Rückstände. Unter den Rückstandsbildnern stellen die persistenten Chlorkohlenwasserstoffinsektizide den Hauptanteil. Wie bereits erwähnt, sind von chemischen und metabolischen Abbauprodukten in der Regel weder toxi-kologische Daten bekannt, noch werden sie als Rückstände spezifisch nachgewiesen.

Pflanzliche Lebensmittel werden auf Grund der Höchstmengenverordnung seit mehreren Jahren untersucht. Daher liegt ein relativ umfangreiches Datenmaterial vor.

Die vorliegenden Untersuchungen ergeben folgendes Bild (vgl. auch Anhang II, Tab. 2):

257. In Getreide und Getreideprodukten wurden nur in 1,5% aller Proben DDT-Rückstände nachgewiesen. Lindan dagegen in rund 70% aller Proben. 6% enthielten den Phosphorsäureester Malathion. Die Mehrzahl der beanstandeten Proben stammte aus dem Ausland, wo Lindan im Vorratsschutz verwendet wird. In der Bundesrepublik Deutschland ist die Anwendung von Lindan zu diesem Zweck verboten.

Toleranzüberschreitungen wurden besonders bei Importgetreide relativ häufig festgestellt, z. B. von der Landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalt Kiel bei etwa 20% der Proben (Ernährungsbericht 1972).

258. In Obst- und Gemüseerzeugnissen wurden 1968 bis 1970 vorwiegend Chlorkohlenwasserstoffinsektizide, daneben Phosphorsäureester und Dithiocarbamate nachgewiesen (EHRENSTORFER, 1970). Die überwiegende Zahl

der Proben (82%) war in diesem Zeitraum frei¹⁾ von Rückständen. 16% enthielten Rückstände unterhalb der Toleranzgrenze. Toleranzüberschreitungen wurden bei 2 bis 3% festgestellt. Ähnliche Verhältnisse wurden bei Gemüse und Kartoffeln gefunden. 83% waren frei von Rückständen, 14% enthielten Rückstände unterhalb der zulässigen Höchstgrenze, 3% wurden beanstandet.

Bei Obst und Gemüse wurde neuerdings eine Zunahme der mit Pflanzenschutzmittel-Rückständen behafteten Proben beobachtet, wie aus den Ergebnissen der Chemischen Landesuntersuchungsanstalt Stuttgart (SPERLICH, 1972) sowie des Chemischen Untersuchungsamtes für das Saarland (FEY, 1972) hervorgeht.

Insgesamt besteht die Tendenz einer Abnahme rückstandsfreier Proben sowie – zumindest bei Gemüse – einer Zunahme der Überschreitungen der Höchstmengenverordnung.

Die Chemische Landesuntersuchungsanstalt Stuttgart kommt zu folgendem Ergebnis: "Der Prozentsatz der Proben, der mit Pflanzenschutzmittel-Rückständen behaftet ist, nimmt weiterhin zu. Einer leichten Zunahme der Rückstände enthaltenden einheimischen Proben steht ein spürbarer Rückgang bei den Importen gegenüber".

259. Auf Salaten wurden zum Teil beträchtliche Rückstände von Quintozen und Dithiocarbamaten nachgewiesen. Bei 37% der einheimischen und bei 51% der Importware wurden Dithiocarbamate nachgewiesen, bei 14% der einheimischen und 30% der importierten Salate wurden Toleranzüberschreitungen festgestellt (SPERLICH, 1972).

Bei 27% deutscher Salatproben wurden Quintozenrückstände nachgewiesen, 9% überschritten die zulässige Höchstmenge. 16% der importierten Salate enthielten Quintozenrückstände unterhalb der Toleranz. Überschreitungen wurden nicht festgestellt.

Es erscheint daher dringend geboten, die bisherigen Bedingungen für die Zulassung von Quintozen und Dithiocarbamaten bei Salat zu überprüfen.

260. In Milch und Milchprodukten wurden vorwiegend Chlorkohlenwasserstoffinsektizide (DDT und dessen Metaboliten, Hexachlorcyclohexan, sowie Aldrin und Heptachlor) nachgewiesen. Auffallend ist, daß alle untersuchten Proben Pestizidrückstände enthielten (TOLLE, 1971).

Der DDT-Gehalt in Milch sank in den vergangenen zwei Jahren um ca. 40%. Bei Lindan wurde dagegen ein Anstieg beobachtet. Die von TOLLE et al. (1973) gefundenen Rückstände liegen im Mittel unter den vorgeschlagenen Toleranzen. Das Gleiche gilt für Butter und Käse.

261. Über Rückstände in Fleisch liegen nur sehr wenige Angaben vor. Vor allem in osteuropäischem Geflügel wurde DDT bzw. DDE in teilweise erheblichen Mengen gefunden (WAGNER, 1971).

In Rindfleisch und Kalbfleisch wurde DDT nur in geringen Mengen nachgewiesen, mehr in Schweinefleisch.

262. In Fischen wurden verschiedene Chlorkohlenwasserstoffinsektizide gefunden. Süßwasserfische enthalten im allgemeinen mehr DDT als marine Fische; die vorgeschlagene Höchstmenge wurde jedoch in keinem Fall erreicht (EICHNER, 1973).

263. Eine Sonderstellung nimmt das persistente Fungizid Hexachlorbenzol ein, das trotz seiner beschränkten Anwendung als Saatgutbeizmittel in allen untersuchten Inlandsproben nachgewiesen werden konnte. In Milch und Milchprodukten (ROHLEDER, 1973; TOLLE, 1973) wurden teilweise Rückstände nachgewiesen, die die vorgeschlagenen Toleranzwerte überschreiten.

Die Ursachen dieses nahezu ubiquitären Vorkommens, beziehungsweise der Verbreitungsmechanismus, sollten untersucht werden.

264. Untersuchungen über Rückstände von polychlorierten Biphenylen in Lebensmittel fehlen bisher. Aus Untersuchungen an Wildtieren und Fischen sowie an einigen Proben von Humanfett und Humanmilch (ACKER und SCHULTE, 1970) ist die ubiquitäre Verbreitung dieser persistenten Chlorkohlenwasserstoffverbindungen bekannt. In Seefischen wurden durchschnittlich 7 ppm (JENSEN, 1969), in Fischen aus der Donau 2,4 bis 20 ppm gefunden. Es muß angenommen werden, daß tierische und pflanzliche Lebensmittel PCBs in Konzentrationen enthalten, die denen an DDT entsprechen.

Schwermetalle

265. Die Bleibelastung von Pflanzen und Tieren ist regional sehr unterschiedlich, in der Nähe von Autostraßen sowie von Blei- und Zinkhüttenwerken ist sie erhöht. Tab. 3 (vgl. Anhang II) gibt einen Überblick über die durchschnittlichen Bleigehalte verschiedener Lebensmittel.

In Frischobst wurden durchschnittlich 300 ppb gefunden, in Gemüse ca. 1100 ppb (LEHNERT et al., 1969).

In Milchprodukten werden infolge Wasserentzugs stets höhere Rückstände (ca. 550 ppb) beobachtet als in Milch (20 bis 50 ppb) (TOLLE, 1973; STOLTE, 1971).

In Fleisch und Fleischprodukten variieren die Bleigehalte je nach Tierart, Organ und Verarbeitungsprodukt. Kalbfleisch enthält geringere Mengen (ca. 110 ppb; LEHNERT, 1969) als Rind- und Schweinefleisch (420 ppb; GRAHWIT, 1972), was wohl mit zunehmender Anreicherung im Alter zusammenhängt.

In Innereien, besonders Nieren, werden auch beim Kalb teilweise erhebliche Rückstände beobachtet. Die Werte von 50 ppb für Fleisch, von 300 ppb für Innereien und 110 ppb für Fleischerzeugnisse werden häufig überschritten.

266. Cadmium scheint in der Natur ubiquitär vorzukommen. In Nahrungsmitteln tierischer Herkunft werden allgemein höhere Werte gefunden als in solchen pflanzlicher Herkunft (vgl. Tab. 4, Anhang II). Andere Autoren (ES-SING, 1969) fanden niedrigere Werte.

¹⁾ "frei" bedeutet jeweils Mengen, die unter der Nachweisgrenze der analytischen Methode liegen.

In Innereien, vor allem Nieren, wurden in Abhängigkeit vom Alter der Tiere teilweise beträchtliche Rückstände festgestellt. Werte von 100 ppb für Fleisch, von 500 ppb für Innereien und von 300 ppb für Fleischprodukte werden mehrmals, bei Innereien sogar häufig überschritten.

Neben Lebensmitteln stellt vor allem der Tabak eine Quelle der Cadmiumzufuhr dar. Im Rauch einer Zigarette wurden 1,78 µg Cadmium gemessen (SZADKOWSKI, 1969).

267. Tab. 5 (Anhang II) enthält eine Übersicht über den durchschnittlichen Gehalt von Lebensmitteln an Quecksilber. In Obst und Gemüse wurden bisher nur geringe Mengen (3 bis 6 ppb) gefunden (SCHELENZ, 1973). Vergleiche mit STOCK (1934) zeigen, daß sich die Werte kaum geändert haben.

In Milch und Milchprodukten wurden, abgesehen von einigen Extremwerten, ebenfalls nur geringfügige Mengen festgestellt. Allerdings liegen für die Bundesrepublik Deutschland nur wenige Untersuchungen vor.

Fleisch enthält im allgemeinen nur wenig Quecksilber. Innereien, insbesondere vom Schwein, enthalten dem gegenüber mehr (z. B. bis zu 148 ppb in Schweinenieren; SCHELENZ, 1973).

Marine Fische enthalten von allen untersuchten Lebensmitteln am meisten Quecksilber. Vor allem Thunfisch und Schwertfische aus Japan und Kuba enthalten teilweise beträchtliche Mengen (Extremwert 320 ppm).

Süßwasserfische enthalten demgegenüber weniger Quecksilber, wobei Friedfische niedrigere Werte aufweisen als Raubfische. Der Toleranzwert der WHO/FAO (0,5 ppm) wird auch bei Süßwasserfischen in der Bundesrepublik Deutschland zum Teil überschritten. Durchschnittlich liegen die Werte niedriger als in Japan oder Schweden.

268. Die Strahlenbelastung durch künstliche Radionuklide in Lebensmitteln liegt nur wenig über der von der natürlicherweise vorhandenen Umgebungsstrahlung ausgehenden Belastung (Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft, Jahresbericht 1972).

Die Überwachung dieser Stoffe, z. B. Strontium 90 und Cäsium 137, wird in vorbildlicher Weise durchgeführt.

269. Von Tierarzneimitteln wurden in Rohmilch und Trinkmilch Bakterienhemmstoffe nachgewiesen.

TOLLE et al. (1968) fanden in durchschnittlich 2,8% der Proben Hemmstoffe. Nach SCHRAUDY und RAUSCHER (1972) waren 0,43% (Rohmilch) bzw. 0,94% (pasteurisierte Trinkmilch) penicillinhaltig. Diese Autoren stellten im Gegensatz zu TOLLE (1973) keine Abnahme von Antibiotikavorkommen in Milch fest.

Nach BIERLEIN et al. (1955) wird am sensibilisierten Menschen bereits durch 3 bis 5×10^{-6} IE Penicillin ein anaphylaktischer Schock¹⁾ ausgelöst.

Der Forderung der WHO nach völligem Fehlen von Antibiotikarückständen in der Milch sollte daher unbedingt

nachgekommen werden (SCHRAUDY u. RAUSCHER, 1972). Eine Kontrolle erfolgt am besten durch laufende Überwachung der Anlieferungsmilch; die Schweiz und die Niederlande haben sich seit einiger Zeit dafür entschieden.

BARTELS et al. (1972) fanden im Fleisch von Tieren aus Normalschlachtungen bei 14,6% der untersuchten Proben von Schweinefleisch, sowie 5,8% (Rindfleisch) und 82,5% (Kalbfleisch) nachweisbare Rückstände von Bakterienhemmstoffen.

Bei Untersuchungen auf Chlortetracyclin erwiesen sich sämtliche Kalb- und Rindfleischproben (HEIGENER, 1971) als hemmstoffaktiv.

In Importfleisch fand man ebenfalls Hemmstoffe, jedoch ist deren Anteil zum Teil erheblich geringer als in der Bundesrepublik Deutschland (GÖTZE und DJALALI-AFCHAR, 1973).

270. Die Anwendung von Hormonen zum Zweck einer Veränderung der Fleischbeschaffenheit ist in der Bundesrepublik Deutschland verboten. Trotzdem fanden HEFFTER et al. (1972) bei 43% von 40 untersuchten Kalbfleischproben Diäthylstilböstrol in Mengen zwischen 0,01 bis 0,2 ppm.

Weitere Untersuchungen (HEFFTER et al., 1973) ergaben bei rund 8% der Proben von Kalbfleisch und Organen Rückstände an Diäthylstilböstrol.

Da Östrogenrückstände die Gesundheit des Menschen gefährden können, ist die Überwachung im Rahmen der Fleischuntersuchung einschließlich der Schlachtierlebensuntersuchung sowie der Lebensmittelanalytik erforderlich (GODGLÜCK & SIEWERT, 1971). Die gesetzlichen Voraussetzungen für die Kontrolle mehrerer dieser Stoffe sind inzwischen vorhanden. Der Durchführung dieser Kontrollen muß hohe Aufmerksamkeit gewidmet werden.

271. Der Anteil von Fleischproben – speziell Kalbfleisch –, in denen Bakterienhemmstoffe nachgewiesen werden konnten, ist alarmierend hoch.

Eine intensive Überwachung der Anwendung von Tierarzneimitteln und Medizinalfutter ist dringend notwendig. Die hierzu erforderlichen Neuregelungen stehen durch eine Novelle des Arzneimittelgesetzes bevor.

Mit diesen Maßnahmen ist dem Problem der Allergien beim Menschen, die auf Rückstände in Lebensmitteln tierischer Herkunft zurückzuführen sind, zumindest teilweise entgegenzuwirken.

Aflatoxine

272. Aflatoxine konnten in pflanzlichen und tierischen Lebensmitteln nachgewiesen werden. Nach FRANK (1972) wurden geringe Mengen dieser Toxine in meist verdorbenen Einzelproben folgender Nahrungsmittel gefunden: Erdnüsse, Erdnußmus, Erdnuß-Schrot, Haselnüsse, Paranüsse, Walnüsse, süße Mandeln, Kokosraspeln, Edelkastanien, Weichweizengrieß, Weizenmehl, verschiedene Brotsorten, Fruchtebrot, Erbswurst, Bündner Fleisch, geräucherter Schinken, verschiedene Käsesorten, verschiedene "Schimmelmüslis".

¹⁾ Lebensbedrohliche Allergiereaktion.

Milchkühe, die mit Aflatoxin enthaltendem Kraftfutter gefüttert werden, scheiden zu 1,5% der aufgenommenen Menge mit der Milch aus. Solches Kraftfutter kann bis zu 10 ppm Aflatoxin B₁ enthalten (KIERMEIER, 1972).

Vereinzelt wurden in Milch 0,04 bis 0,25 ppb Aflatoxin M₁ nachgewiesen. In einzelnen Milchpulverproben fanden NEUMANN-KLEINPAUL und TERPLAN (1972) 0,7 bis 2,0 ppb.

Nitrosamine

273. Geringe bis sehr geringe Mengen (1 bis 10 ppb) von Dimethylnitrosamin bzw. Nitrosopyrrolidin wurden vereinzelt in Fleisch- und Wurstwaren, in Fischprodukten und in Käse nachgewiesen. Es handelt sich fast ausschließlich um Nitrit- und/oder Nitrat-behandelte sowie um geräucherte Lebensmittel. Untersuchungen in handelsüblichen Lebensmitteln in der Bundesrepublik Deutschland laufen gerade mit Unterstützung des Bundesministeriums für Jugend, Familie und Gesundheit.

Das Vorkommen und die Bildung stark carcinogener Nitrosamine in Lebensmitteln ist ohne Zweifel ein extrem komplexer Vorgang, der noch gründlicher und systematischer Untersuchungen bedarf. Die Möglichkeit einer Verhütung der Nitrosaminbildung durch Abfangen von Nitrit, z. B. durch Ascorbinsäure, muß ebenso eingehend geprüft werden.

3.3.3.4 Belastung des Verbrauchers durch Fremdstoffe in Lebensmitteln (vgl. 3.3.1)

274. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt kann eine Gefährdung des Verbrauchers in der Bundesrepublik Deutschland durch Biozide und Umweltchemikalien mit Sicherheit weder nachgewiesen noch ausgeschlossen werden (vgl. 3.3.3.1), da für eine Bewertung wesentliche Grundlagen fehlen.

Die tägliche Biozidbelastung des Normalverbrauchers durch Lebensmittel pflanzlicher Herkunft in der Bundesrepublik Deutschland wurde für DDT, Dithiocarbamate, Lindan und Malathion auf jeweils weniger als 5% der betreffenden ADI-Werte geschätzt. Die Belastung des Verbrauchers durch Rückstände in Milch und Milchprodukten liegt für DDT bei annähernd 4% des ADI, für Heptachlor bei 6% und für Aldrin bei 17% der ADI-Werte. Milch- und Milchprodukte tragen insgesamt stärker zur Pestizidbelastung des Menschen bei, als die pflanzlichen Nahrungsmittel. Insgesamt wird die Pestizidbelastung auf ca. 10% der jeweiligen ADI-Werte geschätzt (Ernährungsbericht 1972)¹⁾.

Tab. 6 (Anhang II) zeigt zum Vergleich einen Überblick über die tägliche Gesamtbelastung in den Vereinigten Staaten (1969) und Großbritannien (1966/67).

ACKER und SCHULTE (1970) fanden in Humanfett 0,70 bis 9,0 ppm DDT + DDE (Mittelwert: 3,3 ppm), sowie 0,12 bis 2,2 ppm β -Hexachlorcyclohexan (Mittelwert: 0,45 ppm).

¹⁾ Diese Angaben beziehen sich auf erwachsene Durchschnittsverbraucher. Personenkreise mit überwiegend einseitiger Ernährung (z. B. Säuglinge und Kleinkinder mit erhöhtem Verbrauch von Milch und Milchprodukten) können dementsprechend einer höheren Belastung ausgesetzt sein.

Daneben wurden von den gleichen Autoren im Mittel 6,3 ppm Hexachlorbenzol festgestellt. Hexachlorbenzol findet als Beizmittel für Saatgut Verwendung. Daneben wurden 1,7 bis 16,6 (Mittelwert: 5,7) ppm PCB (polychlorierte Biphenyle) nachgewiesen.

In Humanmilch wurden die genannten Stoffe in annähernd gleichen Konzentrationen gefunden. Untersuchungen über die möglichen gesundheitlichen Konsequenzen dieser Befunde fehlen.

275. Für Schwermetalle ist unter Berücksichtigung der an anderer Stelle (s. 3.3.1) angeführten Einschränkungen eine Gefährdung des Verbrauchers nicht nachweisbar.

Die mittlere tägliche Aufnahme von Blei mit der Nahrung wurde auf 0,52 mg/Tag geschätzt (LEHNERT, 1969; MIRNA, 1972). Untersuchungen verzehrfertiger Gesamtnahrung in einem norddeutschen Lehrlingsheim ergaben für 1970 eine durchschnittliche tägliche Aufnahme von 0,09 mg. Wöchentliche Analysen schwankten zwischen 0 und 0,2 mg täglich (Ergebnisse der Landesuntersuchungs- und Forschungsanstalt Kiel, 1971).

Die FAO/WHO schlägt für eine vorläufige duldbare Toleranz 3,0 mg pro Person und Woche vor. Dieser Wert wird nach LEHNERT in der Bundesrepublik überschritten ($0,52 \times 7 = 3,71$ mg). Nach den Angaben der LUFA Kiel wird die Toleranz nicht erreicht ($0,09 \times 7 = 0,63$ mg). Die folgende Tabelle enthält einen Überblick über die mittlere tägliche Bleizufuhr durch Lebensmittel in verschiedenen Ländern:

	MTZ (mg Blei/ Tag und Person)
Bundesrepublik Deutschland	0,52
Schweiz	0,34
Vereinigte Staaten	0,33
Japan	0,23–0,32

Quelle: MIRNA, 1972

276. Für Cadmium beträgt die tägliche Aufnahme nach LEHNERT (1969) 0,05 mg, nach KROPF (1968) 0,1 bis 0,3 mg.

In Kanada wurden 0,07 mg/Person und Tag gefunden (SOMERS und SMITH, 1971), in den Vereinigten Staaten 0,026 mg (DUGGAN und LIPSCOMB, 1969). Die WHO/FAO schlägt vorläufig als duldbare Menge 0,4 bis 0,5 mg Cadmium/Woche vor (Techn. Rep. Ser. 505, 1972).

Für Quecksilber berechnete SCHELENZ (1973) die Gesamtaufnahme mit der Nahrung. Sie beträgt 0,053 mg/Woche. Fisch und Fischprodukte tragen zu etwa 20% zu dieser Menge bei. Individuelle Abweichungen, etwa durch erhöhten Fischverzehr, sind möglich. Die WHO/FAO betrachtet eine wöchentliche Aufnahme von 0,3 mg Quecksilber (Gesamt-Hg) als duldbar (Techn. Rep. Ser. 505, 1972). Die derzeit mit der Nahrung aufgenommene Menge ist als duldbar anzusehen (Bundesgesundheitsblatt 18, 1973).

277. Der Nachweis geringer Mengen potenter chemischer Carcinogene wie Aflatoxine und Nitrosamine in handelsüblichen Lebensmitteln gibt zu ernster Sorge Anlaß,

auch wenn dieses Vorkommen nach den bisher vorliegenden und ohne Zweifel noch unzureichenden Untersuchungen nur sporadisch ist.

3.3.4 Voraussichtliche Entwicklung

278. Die Erstellung einer Trendprognose wird dadurch erschwert, daß aus dem vorliegenden Material kein Bild des bisherigen Verlaufs der Schadstoffkonzentration gewonnen werden kann.

Insgesamt ist mit einem Absinken der Schadstoffkonzentration in Lebensmitteln in naher Zukunft sehr wahrscheinlich nicht zu rechnen. Jüngste Untersuchungen haben bei Pestiziden eine Zunahme der Rückstände und der Toleranzüberschreitungen ergeben. Lebensmittel tierischer Herkunft sollen erst in Zukunft in größerem Umfang einer Rückstandskontrolle unterworfen werden, obwohl bekannt ist, daß tierische Erzeugnisse z. B. an der DDT-Gesamt-Aufnahme zu mehr als der Hälfte beteiligt sind.

Die Wirkung von Maßnahmen, wie DDT-Verbot, Einschränkung der Anwendung von polychlorierten Biphenylen, bleibt abzuwarten. Ein leichter Rückgang der Rückstände von Chlorkohlenwasserstoff-Insektiziden wurde bereits verschiedentlich beobachtet.

279. Bei Quecksilber ist nicht anzunehmen, daß der Toleranzwert der WHO von 0,3 mg/Woche in der Bundesrepublik Deutschland in naher Zukunft erreicht wird.

Für eine Zunahme des Cadmiumgehalts oder für schädliche Wirkungen durch die derzeit in der Bundesrepublik Deutschland vorkommenden Konzentrationen in Lebensmitteln gibt es keine Anhaltspunkte (DIEHL, 1972; ES-SING, 1969).

Der Bleigehalt von Lebensmitteln dürfte mit der Einschränkung der Verwendung bleihaltiger Kraftstoffzusätze langfristig abnehmen.

Insgesamt liefern die bisherigen Untersuchungen keinen Grund zu der Annahme, daß die Belastung des Verbrauchers in der Bundesrepublik Deutschland durch Schwermetalle in Lebensmitteln in den letzten Jahren zugenommen hat. Allerdings sind die vorliegenden Ergebnisse teilweise widersprüchlich, was vermutlich u. a. durch die methodischen Schwierigkeiten der Spurenanalyse und regionale Verschiedenheiten des untersuchten Materials bedingt ist.

Der Spielraum zwischen notwendigerweise tolerierbarem natürlichem Gehalt und möglicherweise gesundheitsschädlichen Mengen ist gering. Eine regelmäßige Überwachung erscheint daher geboten.

280. Die Strahlenbelastung durch Lebensmittel in der Bundesrepublik Deutschland erreichte 1963/64 einen Höchstwert und war seitdem rückläufig. Wenn nicht Kernwaffenversuche in größerem Umfang aufgenommen werden, wird sich der Zufuhrpegel und damit die Belastung in den nächsten Jahren nicht mehr wesentlich ändern. Eine Gefährdung der Bevölkerung durch Strontium-90 und Cäsium-137 ist zur Zeit praktisch nicht gegeben. Die Gesamtstrahlenbelastung bis zum Jahr 2000 wird voraussichtlich

nur wenig über der von der natürlicherweise vorhandenen Umgebungsstrahlung ausgehenden Belastung liegen.

281. Besondere Beachtung verdient jedoch der Gehalt von Fleisch, speziell Kalbfleisch, an Bakterienhemmstoffen. Die Steigerung der Produktion von Fleisch durch Massentierhaltung bedingt das Auftreten hygienischer Probleme. Infolgedessen ist mit einer Zunahme der Verwendung von Tierarzneimitteln, insbesondere von Antibiotika, zu rechnen, sofern nicht gesetzliche Regelungen dieser Entwicklung Einhalt gebieten.

3.3.5 Notwendige Maßnahmen

3.3.5.1 Grundlagenforschung

282. 1. Förderung der toxikologischen Forschung zur Erarbeitung weiterer Kriterien für die Beurteilung neuer Stoffe und zur Ergänzung und Überarbeitung der Kenntnisse von bekannten Fremdstoffen. Schwerpunkte sollten liegen bei:

Chronische Wirkung niedriger Dosen von Fremdstoffen;
Synergistische und antagonistische Effekte; vergleichende Stoffwechseluntersuchungen zur besseren Beurteilung der Übertragbarkeit von Tierexperimenten auf den Menschen.
Weitere Entwicklung von brauchbaren Testmethoden zur Erfassung mutagener Wirkungen.

2. Förderung der epidemiologischen Erfassung von Gesundheitsschädigungen durch Umwelteinflüsse am Menschen. Solche Untersuchungen könnten Tierexperimente stützen und durch solche motiviert werden. Ein aktiver Austausch von Daten und Hypothesen zwischen experimenteller und epidemiologischer Forschung könnte für beide Forschungsrichtungen und die Allgemeinheit von großem Nutzen sein.

Von besonderer Bedeutung wäre auch hier die Entwicklung von Modellen zur Erfassung multifaktorieller Wirkungen.

3. Erarbeitung und Sammlung von standardisierten Analysemethoden zur Erfassung und Quantifizierung der Rückstands-Situation unter Einschluß automatisierter Verfahren. (Die im Gesetzentwurf zur Gesamtreform des Lebensmittelrechtes vorgesehene amtliche Sammlung von analytischen Untersuchungsverfahren sollte bald realisiert werden.)

3.3.5.2 Angewandte Forschung

283. 1. Substitution der potentiell schädlichen Fremdstoffe durch gründlich geprüfte Ersatzstoffe, die keine oder geringere schädliche Wirkung haben. Dabei ist besonders zu achten auf die biologische Abbaubarkeit und die Unschädlichkeit der entstehenden Metaboliten.

2. Verringerung der Zahl der benötigten Nutzstoffe auf ein Mindestmaß.

3. Die Möglichkeiten der biologischen anstelle der oder zusammen mit der chemischen Schädlingsbekämpfung sollten weiter untersucht werden.
4. Weiter sollten einheitliche Stichprobenverfahren und Methoden zu ihrer statistischen Auswertung erarbeitet werden.

3.3.5.3 Kontrollsysteme

- 284.** 1. Ausweitung und Vereinheitlichung der Lebensmittelüberwachung durch die vorhandenen Überwachungsstellen zum Zweck des Schutzes der Verbraucher vor plötzlich lokal auftretenden hohen Konzentrationen von Bioziden und Umwelchemikalien, die eine Gefährdung der Gesundheit darstellen. Verstärkung der Kontrollen betreffs Einhaltung der bestehenden Toleranzvorschriften. Probenahme bereits beim Erzeuger.
2. Die Tätigkeit der Untersuchungsämter konzentriert sich immer noch überwiegend auf die Kontrolle der Lebensmittel-Qualität (insbesondere Nachweis von Verfälschungen, Verderb usw.). Dagegen ist die Bestimmung von potentiellen toxischen Verunreinigungen trotz vorhandener analytischer Methoden weitgehend im Hintergrund. Unter erheblichem personellen Ausbau sollte daher bundeseinheitlich festgelegt werden, daß ein wesentlicher Anteil der Arbeiten auf der Bestimmung potentieller Schadstoffe liegen muß.
3. Einrichtung eines Bund-Länder-Ausschusses zur Erarbeitung und Koordination eines Überwachungssystems, das gezielte Stichproben und vergleichbare Analysenergebnisse gewährleistet. Vereinheitlichung von Probenahmen, Analysemethoden, Bezugsgrößen und Standardprotokollen, damit die Ergebnisse mit mathematischen Methoden bearbeitet werden können. Organisation von Vergleichsanalyseprogrammen zur Prüfung der Leistungsfähigkeit von Analysemethoden und Laboratorien.
4. Ausbau der zentralen Erfassungsstelle der Meßergebnisse beim Bundesgesundheitsamt.
5. Intensivierung der Kontrollen von importierten Lebensmitteln.
6. Durchführung von Marktkorbanalysen unter toxikologischer Fragestellung in allen Ländern der Bundesrepublik Deutschland zur Erkennung von Trends und als Grundlage für langfristige Prognosen. Derartige Untersuchungen sind bereits begonnen worden (Erährungsbericht 1972).

3.3.5.4 Gesetzliche Maßnahmen

- 285.** 1. Ein Verbot des Nitrat-Zusatzes zu Lebensmitteln und eine Verringerung des Nitrit-Zusatzes zur Verminderung des Risikos einer Nitrosaminbildung in Lebensmitteln ist angezeigt. Die entsprechenden gesetzlichen Bestimmungen bzw. Verordnungen sollten bald geändert werden.

2. Ausbau und Vervollkommnung von Rechtsvorschriften zur Begrenzung des Fremdstoffgehalts in Futtermitteln und Lebensmitteln tierischer Herkunft, zur Begrenzung der Anwendung von Tierarzneimitteln und zur Begrenzung des Gehalts an sporadisch auftretenden Verunreinigungen, z. B. Blei oder Quecksilber in Nahrungsmitteln tierischer Herkunft, polychlorierte Biphenyle, Toxine von Mikroorganismen.

3. Der Gesetzentwurf zur Gesamtreform des Lebensmittelrechts (BT-Drucks. VII/255 vom 26. 2. 1973) sieht eine Ausweitung, Vereinheitlichung und Intensivierung der Lebensmittelüberwachung vor.
Im einzelnen ist eine amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren (§ 34) sowie die Schaffung großer, leistungsfähiger Untersuchungsanstalten geplant (§§ 39 bis 43).
Die Mitwirkung von Zolldienststellen bei der Einfuhrkontrolle (§ 47) ist vorgesehen.
Diese Vorhaben sind zu begrüßen und sollten nach Möglichkeit gefördert werden.
4. Verpflichtung zur Weitergabe aller erstellten Meßwerte an eine geplante Erfassungsstelle beim Bundesgesundheitsamt.

3.3.5.5 Öffentlichkeitsarbeit

- 286.** 1. Intensive Schulung der direkten Anwender von Bioziden zur Vermeidung von Rückstandsbildung durch unsachgemäße Anwendung der betreffenden Wirkstoffe.
2. Beratung der Bevölkerung mit dem Ziel der Schaffung eines neuen Qualitätsbewußtseins (z. B. Verzicht auf optische Qualitätsmerkmale zugunsten geringerer Schadstoffrückstände).

3.3.6 Kritik zur bisherigen Durchführung notwendiger Maßnahmen

287. Zu 3.3.5.1 und 2. ist Intensivierung der Forschung notwendig. Die vorhandene Forschungskapazität reicht bereits zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht aus (MAT. UPr. BReg. 1971, S. 82–85; Symposium "Umwelttoxikologie" der DFG, 17.–19. April 1972, Schloß Reisenburg bei Günzburg/Donau); Marktkorbanalysen laufen erst langsam an (Erährungsbericht 1972, S. 133. Der im Umweltprogramm der Bundesregierung vorgesehene Bund-Länder-Ausschuß (Mat. UPr. BReg. 1971, S. 84) ist noch nicht eingesetzt worden; die Einrichtung der Erfassungsstelle (Mat. UPr. BReg. 1971, S. 84) hängt noch immer von der Bereitstellung entsprechender Haushaltsmittel und Personalstellen ab. Eine Verpflichtung zur Abgabe der Meßwerte an das Bundesgesundheitsamt besteht noch nicht. Ob freiwillige Absprache über die Weitergabe von Meßwerten eine ausreichende Überwachung gewährleistet, bleibt dahingestellt.

3.4 Lärm

3.4.1 Einführung

288. Der in unserer Umgangssprache gebräuchliche Begriff "Lärm" wird als jede Art von Schall definiert, sofern er vom Menschen als störend oder belastend empfunden wird; Lärm kann zu Krankheit und Schwerhörigkeit führen. Man unterscheidet folgende Wirkungskomplexe:

Belästigung, Aktivierung des Nervensystems, Beeinträchtigung von Schlaf und Erholung, Behinderung der Kommunikation und der akustischen Umweltorientierung, Störung von Leistungen und Aufgabenerfüllungen, Schwerhörigkeit.

Da Lärm von subjektiven Bewertungsfaktoren abhängig ist, kann er physikalisch nicht direkt gemessen werden. Abb. 1 zeigt einen Versuch, das System Schall - Mensch kybernetisch als Schema darzustellen.

Wie das Schema veranschaulicht, werden die Lärmwirkungen durch zwei ganz unterschiedliche Ursachen von gleichem Rang ausgelöst. In anderen Umweltbereichen kommt eine analoge doppelte Verursachung zwar auch vor (z.B. bei der Geruchsbelästigung und ästhetischen Fragen im Landschaftsschutz), wirkt sich aber nicht so bestimmend auf die Probleme aus, da meist die physische oder die psychische Komponente überwiegt. Umfangreiche Forschungen haben sich mit der Untersuchung von Lärmwirkungen befaßt, so daß heute für den größten Teil der vorgenannten Wirkungskomplexe gesichertes Material vorliegt.

3.4.2 Beurteilung von Lärmwirkungen

3.4.2.1 Schwellenwerte und Wirkungen

289. Die Hörschwelle und die Schmerzschwelle für Menschen sowie die Frequenzbereiche für verschiedene Wahrnehmungen sind Abb. 2 zu entnehmen.

Abb. 1

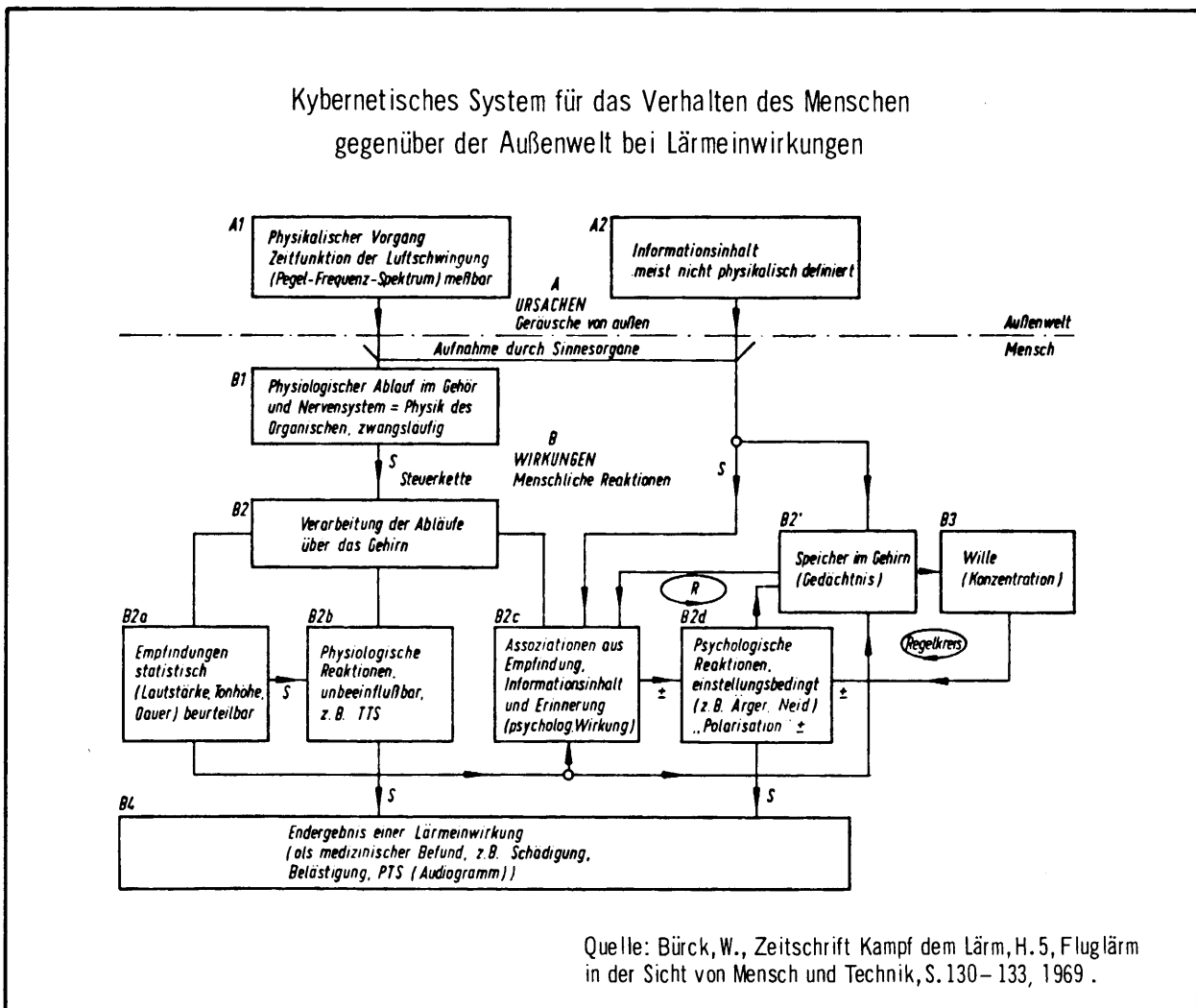
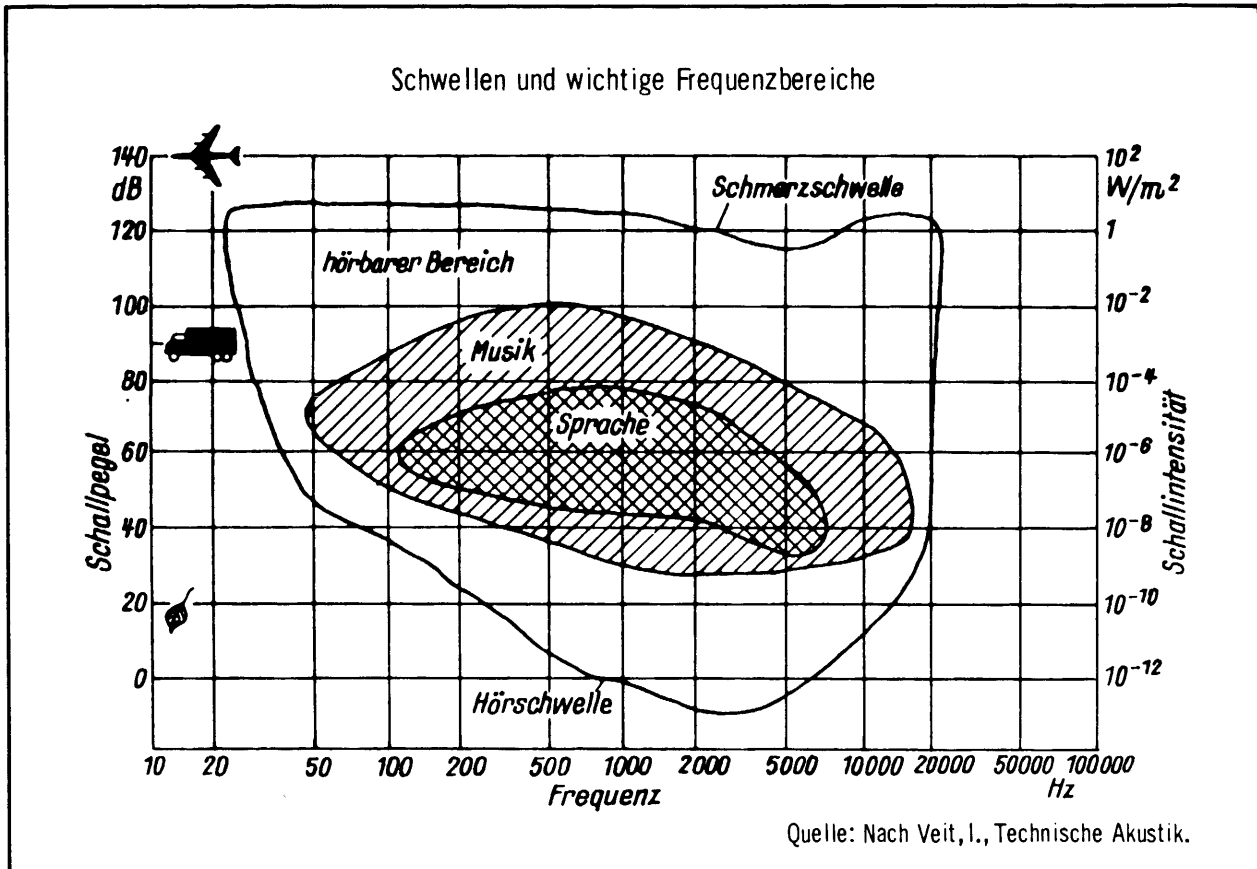


Abb. 2



290. Für die psychosomatischen Wirkungen von Lärm kann gegenwärtig kein sinnvoller Schwellenwert festgelegt werden, bei dessen Einhaltung Gesundheitsschäden auszuschließen sind. Für bestimmte Wirkungskomplexe des Lärms lassen sich dagegen sehr wohl Pegelintervalle angeben, wie aus der folgenden Zusammenstellung (nach KLOSTERKÖTTER, 1972) zu entnehmen ist.

Belästigung ist die häufigste Lärmeinwirkung. Sie stellt in jedem Fall eine Störung des Wohlbefindens dar, weil sie mit vegetativen Reaktionen ablaufen und zu affektgeladenen Sozialkonflikten führen kann. Bereits Einzelschallpegel von 25 dB(A) können bei sensiblen Personen diese Reaktionen hervorrufen.

Aktivierung des zentralen und vegetativen Nervensystems äußert sich z. B. in Veränderungen des Hirnstrombildes, im Anstieg des Blutdrucks, in der Erweiterung der Pupillen, in der Änderung der Speichelproduktion sowie in Abweichungen der Atem- und Pulsrate. Aktivierung beeinflusst in besonderem Maß das Schlaf- und Einschlafverhalten. Nachweisbare Schlafbeeinträchtigungen treten bei Maximalpegeln von 45–50 dB(A) auf.

Leistungen und Konzentration werden durch Lärm gestört. Lärmeinwirkungen können leistungsverschlechternd, leistungsneutral, aber auch leistungsfördernd sein. Die jeweilige Wirkung hängt u. a. von Schallpegelhöhe, Informationsgehalt, Pegelschwankungen, Persönlichkeitsstruktur und

Schwierigkeitsgrad der Leistungsanforderung ab. Die Angabe abgesicherter Schwellenwerte ist z. Z. noch nicht möglich.

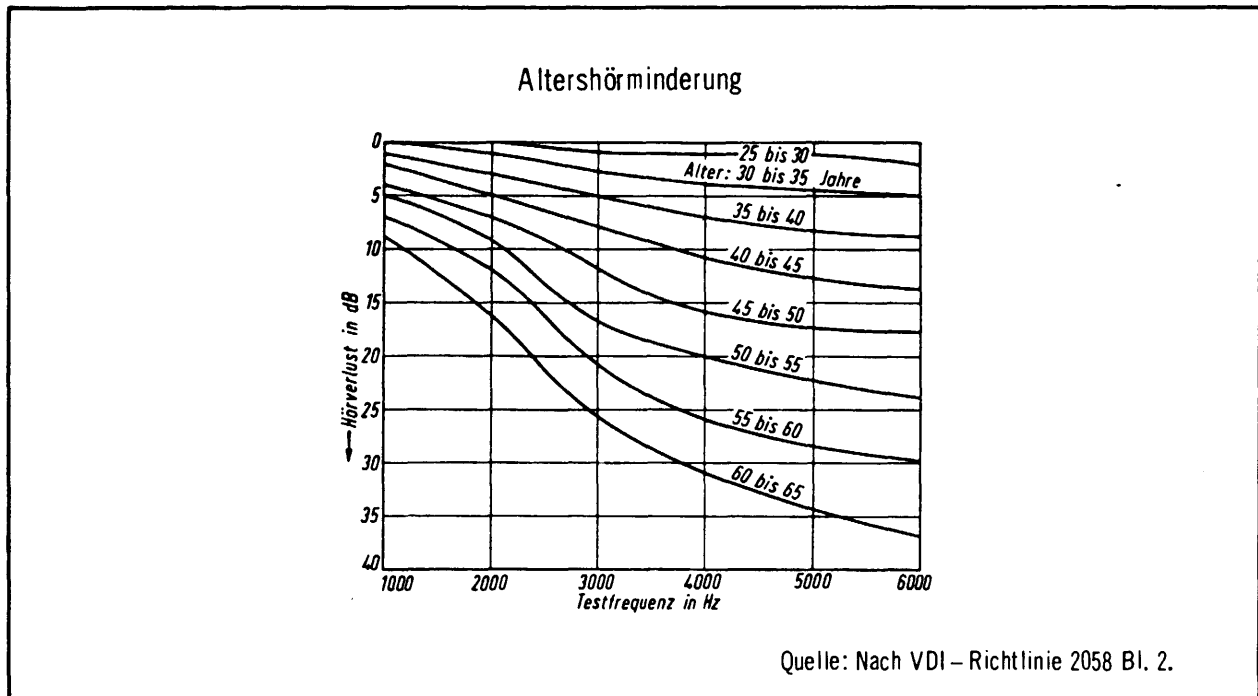
Behinderung der Sprachverständlichkeit und der akustischen Umweltorientierung durch verdeckende Geräusche entsteht, wenn der mittlere Schallpegel des Störungsgeräusches größer wird als der Schallpegel, der wahrgenommen werden soll. Dieser liegt für die Umgangssprache bei 55 bis 60 dB(A).

Lärmschwerhörigkeit ist die Folge einer Schädigung des Innenohres durch Lärm. Sie kann, bei täglich 8-stündigem Lärmaufenthalt über mehrere Jahrzehnte, durch Geräusche ab einem Mittelungspegel von 85–90 dB(A) hervorgerufen werden.

291. Eine Verschiebung der Hörschwelle in Richtung auf höhere Schallpegel wird Hörminderung genannt. Man unterscheidet vorübergehende Hörminderung, die sich nach Ende der Lärmexposition wieder zurückbildet (temporary threshold shift, TTS), und bleibende Hörminderung, bei der sich die Schwellenverschiebung nicht mehr zurückbildet (permanent threshold shift, PTS).

Bei der audiometrischen Ermittlung der bleibenden Hörschwellenverschlechterung ist die mittlere Altershörminderung zu berücksichtigen (s. Abb. 3). Die bleibende Hörminderung nach Abzug der mittleren Altershörminderung wird als korrigierte Hörminderung bezeichnet.

Abb. 3



292. Die Lärmforschung hat (LEHMANN) folgende 4 Lärmstufen unterschieden, im folgenden Arbeitshypothese Lehmann genannt

- Lärmstufe I:* Nur psychische, keine physiologischen Reaktionen
- Lärmstufe II:* Neben psychischen Reaktionen auch physische Wirkungen im Bereich des vegetativen Nervensystems
- Lärmstufe III:* Steigerung der psychischen und vegetativen Reaktionen, Gefahr der Gehörschädigung
- Lärmstufe IV:* Neben Erscheinungen der Lärmstufe III Möglichkeit unmittelbarer Einwirkung durch Hautzellen auf die Nervenzellen

Inzwischen hat die Forschung über den Zusammenhang zwischen Lärmeinwirkungen und dem Grad der Beeinträchtigungen bzw. psychosomatischen Wirkungen zu Ergebnissen geführt, die eine Unterteilung von objektivierbaren Wirkungskomplexen ermöglicht. Diese Erkenntnisse gestatten es, für die Beurteilung von Lärmwirkungen nach spezifizierten Lebensbereichen des Menschen Angaben für Richtwerte zu machen.

Eine Gewöhnung an Lärm ist in einem gewissen Umfang möglich, sie ist individuell verschieden, kann aber auch zu negativen Ergebnissen führen, je nach Einstellung des Betroffenen zum Lärmverursacher. Art und Herkunft des Geräusches, die Beurteilung der Vermeidbarkeit und Aversion gegen den Verursacher sind von entscheidendem Einfluß.

3.4.2.2 Messen

293. Eine physikalische Meßgröße für die Wirkung von Geräuschen bzw. Lärm gibt es nicht. Dagegen ist der Schalldruck, den eine Schallwelle auf das Trommelfell ausübt, objektiv meßbar. Als Meßgröße des Schalldruckpegels wird das Dezibel – abgekürzt dB – verwendet. Das dB ist das logarithmische Verhältnis von Schallgrößen zu einer gleichartigen Bezugsgröße; dB-Werte sind daher dimensionslos und können nicht arithmetisch addiert werden.

Hohe Frequenzen werden lauter empfunden als tiefe Frequenzen. Um diesem Umstand bei der Bewertung eines Geräusches Rechnung zu tragen, sind Bewertungskurven in der Abhängigkeit von der Frequenz aufgestellt worden. Im allgemeinen wird die Bewertung nach einer mit A bezeichneten Bewertungskurve vorgenommen; die Ergebnisse von Schallpegelmessungen werden daher in dB(A) angegeben.

Für den Menschen bedeutet – entsprechend dem Schallempfindungsvermögen des Ohres – eine Zunahme des Schalldruckpegels um 10 dB(A) etwa eine Verdoppelung der subjektiv empfundenen Lautstärke. Die Lautstärke allein erlaubt jedoch noch keinen Rückschluß auf die Wirkung des Lärms.

Die Geräuscheinwirkung wird anhand des zeitlich gemittelten Schallpegels (Mittelungspegel)¹⁾ bewertet. Dabei wird

¹⁾ Im allg. identisch mit dem energie-äquivalenten Dauerschallpegel.

das Einwirken des vorhandenen Geräusches, das in der Intensität schwanken und auch gelegentlich unterbrochen sein kann, der Einwirkung eines konstanten Geräusches dieses Mittelungspegels während des ganzen Zeitraums gleichgesetzt.

Der Mittelungspegel läßt jedoch nicht die Höhe und Anzahl von Pegelspitzen erkennen. Insbesondere zur Beurteilung der Gefahr einer Schlafstörung ist es notwendig, auch den mittleren Maximalpegel über den Beurteilungszeitraum zu verwenden.

294. Zur Zeit werden mehrere voneinander abweichende Meß- und Beurteilungsverfahren angewendet. So unterscheiden sich ganz wesentlich die in der TA-Lärm und die für den Verkehrsbereich vorhandenen bzw. vorgesehenen Meß- und Beurteilungsverfahren. Da rechtsverbindliche Regelungen voneinander abweichende Verfahren vorschreiben, wird nicht nur die Beurteilung der Meßergebnisse erschwert, es kommt auch zu Einwendungen gegen die sich zwangsläufig ergebende unterschiedliche Bewertung von Arbeitslärm und Verkehrslärm.

3.4.2.3 Richtwerte

295. Zur Beurteilung von Lärmquellen sind Richtwerte gebildet worden. Die Kriterien für die Festlegung von Richtwerten sind einerseits psychologische, physiologische, motivationale und sozialpsychologische Wirkungen, andererseits die Durchführbarkeit von Lärminderungsmaßnahmen unter Berücksichtigung des Standes der Technik und der Adäquanz der Mittel. Solche Richtwerte sind in Gesetze, Rechtsverordnungen und Regelwerke eingegangen.

Für die Durchführung von Lärminderungsmaßnahmen und die Festlegung von Grenzwerten für Schallquellen sind Emissionsmessungen unmittelbar an der Lärmquelle durchzuführen, dazu kann auch die Aufnahme des Frequenzspektrums erforderlich sein. Für die Festlegung von Richtwerten zum Schutze des Menschen sind Immissionsmessungen im Bereich der von der Lärmemission Betroffenen durchzuführen.

Aufgrund der "Arbeitshypothese Lehman" ist als erstes Regelwerk die VDI-Richtlinie 2058 Juli 1960 "Beurteilung und Abwehr von Arbeitslärm" erschienen, die seinerzeit wesentliche Bedeutung gewonnen hat. In dieser Richtlinie wurden zum ersten Mal Richtwerte in DIN-phon¹⁾ für die Lärmstufen I bis IV angegeben. Diese Lautstärkebereiche in DIN-phon sind Immissionsrichtwerte und betragen

für die Lärmstufe I	30- 65 DIN-phon
für die Lärmstufe II	65- 90 DIN-phon
für die Lärmstufe III	90-120 DIN-phon
für die Lärmstufe IV	120 DIN-phon

296. Im Pegelbereich der Lärmstufe I können aufgrund des gegenwärtigen Standes der Kenntnisse Anhaltswerte dafür angegeben werden, welche Mittelungs- und mittlere Maximalpegel durch von außen in Aufenthaltsräume eindringenden Schall in Innenräumen eingehalten sein sollten (Tab.1). Sie sind in der VDI-Richtlinie 2719 (1973) "Schalldämmende Fenster" niedergelegt und können als Grundlage für die Festlegung von Richtwerten angesehen werden.

¹⁾ DIN-phon-Werte entsprechen i. allg. den dB(A)-Werten.

Tabelle 1: Immissionsrichtwerte nach VDI-Richtlinie 2719

Raumart	Mittelungspegel dB(A)	Mittlerer Maximalpegel dB(A)
Schlafräume nachts		
1 in reinen und allgemeinen Wohn-, Krankenhaus- und Kurgebieten	25-30	35-40
2 in allen übrigen Gebieten	30-35	40-45
Wohnräume tags		
3 wie 1	30-35	40-45
4 wie 2	35-40	45-50
Kommunikations- und Arbeitsräume		
5 Unterrichtsräume, Einzelbüros, wissenschaftliche Arbeitsräume, Bibliotheken, Konferenz- und Vortragsräume, Arztpraxen	30-40	40-50
6 Büros für mehrere Personen	35-45	45-55
7 Großraumbüros, Schalerräume	40-50	50-60

297. Die in der "Allgemeinen Verwaltungsvorschrift Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA-Lärm)" vom 16. 7. 1968 und in der VDI-Richtlinie 2058 Bl. 1/Juni 1973 festgelegten Richtwerte sind ebenfalls Immissionsrichtwerte (siehe Tab. 2). Die Messung soll außen 0,5 m vor dem geöffneten Fenster erfolgen.

- d) für Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend Wohnungen untergebracht sind tags 55 dB(A)
nachts 40 dB(A)
- e) für Einwirkungsorte, in deren Umgebung ausschließlich Wohnungen untergebracht sind tags 50 dB(A)
nachts 35 dB(A)
- f) für Kurgebiete, Krankenhäuser, Pflegeanstalten, soweit sie als solche durch Orts- oder Straßenbeschilderung ausgewiesen sind tags 45 dB(A)
nachts 35 dB(A)

Tabelle 2: Immissionsrichtwerte nach der TA-Lärm

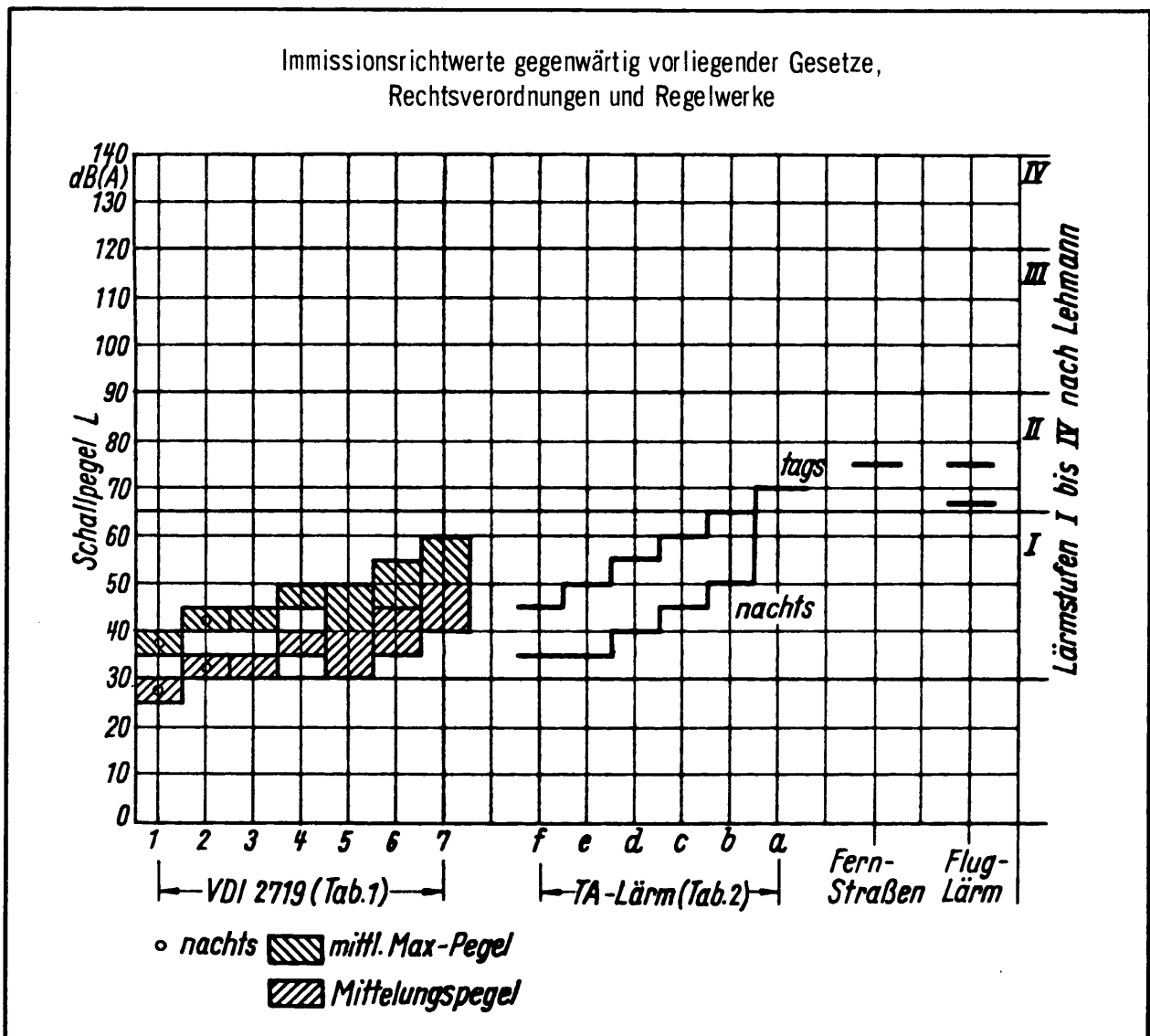
- a) für Einwirkungsorte, in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen und ggf. ausnahmsweise Wohnungen für Inhaber und Leiter der Betriebe sowie für Aufsichts- und Bereitschaftspersonen untergebracht sind 70 dB(A)
- b) für Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind tags 65 dB(A)
nachts 50 dB(A)
- c) für Einwirkungsorte, in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind tags 60 dB(A)
nachts 45 dB(A)

Im "Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm" ist für die Abgrenzung der Lärmschutzzone 1 ein äquivalenter Dauerschallpegel von 75 dB(A) und für die Lärmschutzzone 2 von 67 dB(A) festgelegt (siehe Abschnitt Fluglärm).

Im "Entwurf eines 2. Gesetzes zur Änderung des Bundesfernstraßengesetzes (2. FStrÄndG)" vom 23. 3. 1973 wurde erstmalig auch für Straßenverkehrslärm ein Immissionsgrenzwert genannt; er beträgt 75 dB(A).

298. In der Abb. 4 sind zur Veranschaulichung der Bandbreiten bestehender Immissionsrichtwerte die Bereiche der

Abb. 4:



Lärmstufen I bis IV nach der "Arbeitshypothese Lehmann", ferner die Anhaltswerte gemäß Tab. 1 (1–7) und die Immissionsrichtwerte für Arbeitslärm nach TA-Lärm und VDI 2058 Blatt 1 1973 gemäß Tab. 2 (f bis a) eingetragen. Auch die Immissionsgrenzwerte für Fernstraßenverkehr und für Fluglärm sind gekennzeichnet.

Der Verlauf der Richtpegellinien für l bis 7 und für f bis b fällt in den Bereich der Lärmstufe I. Der Wert a = 70 dB(A), d. h. der Immissionsrichtpegel innerhalb eines Industriegebietes, liegt bereits im unteren Bereich der Lärmstufe II. Dagegen reichen die Immissionsgrenzwerte für Fernstraßen und für Flugverkehr weit in die Lärmstufe II hinein, so daß zur Vermeidung von physischen Reaktionen Lärm-schutzmaßnahmen erforderlich werden.

3.4.3 Zustand und status-quo-Entwicklung

3.4.3.1 Beurteilung von Lärmimmissionen

299. Die Anhaltswerte l bis 7 (siehe Tab. 1) sind entwickelt worden auf Grund des heutigen Standes der Kenntnisse über belästigende und störende, u. U. gesundheitsgefährdende Wirkungen, die gleichbedeutend mit einer "Beeinträchtigung des Wohlbefindens" sind. Sie dienen zur Beurteilung von Lärm im Wohnbereich und zum Teil im Arbeitsbereich des Menschen und basieren auf folgenden wesentlichen Lärmwirkungen:

- Beeinträchtigung von Schlaf und Entspannung;
- Behinderung der Kommunikation und der akustischen Umweltorientierung;
- Störung geistiger Tätigkeit;
- Störung im Lehr- und Lernbetrieb;
- Rückwirkung auf die Therapie kranker Menschen.

Wenn diese Anhaltswerte nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand für richtig befunden werden, sollten sie in Konsequenz die Grundlage für alle Immissionsrichtwerte sein, deren Einhaltung zur Vermeidung schädigender Lärmwirkungen auf den Menschen gefordert werden muß, unabhängig davon, ob Arbeits-, Verkehrs- oder andere Lärmimmissionen zu beurteilen sind.

300. Beim Vergleich der Richtwerte aus der VDI-Richtlinie 2719 mit den Immissionsrichtwerten der TA-Lärm und der Richtlinie VDI 2058 Blatt 1 (Abb. 4) ist zu beachten, daß letztere 0,5 m vor dem geöffneten Fenster gemessen werden müssen. Die Abnahme der Immissionspegel bei geöffnetem Fenster bis zur Zimmermitte beträgt etwa 5 dB(A) und u. U. mehr. Wird dies durch Abzug von 5 dB(A) von den Richtwerten der TA-Lärm berücksichtigt, kann man feststellen, daß die Richtwerte für den Gewerbelärm sich in guter Übereinstimmung mit den neueren, durch medizinische Untersuchungen weitgehend gesicherten Anhaltswerten der VDI-Richtlinie 2719 befinden.

Die bei der Erstellung der TA-Lärm festgelegten Immissionsrichtwerte werden demnach durchaus dem heutigen Kenntnisstand über Lärmwirkungen gerecht.

Der im Entwurf eines 2. FStrÄndG vom 23. 3. 1973 für die Immission von Straßenverkehrsgeräuschen vorgeschlagene Immissionsgrenzwert von 75 dB(A) kann nur als ein ökonomisch begründeter Vorschlag zur Begrenzung von Entschädigungsverpflichtungen verstanden werden. Ein Pegel von 75 dB(A) ist keinesfalls ein Maßstab für zumutbare Lärmimmissionen.

301. Die Richtwerte (Tab. 1 und 2) orientieren sich an Einwirkungsorten des menschlichen Lebensraumes im städtischen Bereich.

In der TA-Lärm, die für die unter § 16 der Gewerbeordnung fallenden genehmigungsbedürftigen Anlagen gilt, werden die unterscheidenden Merkmale der Einwirkungsgebiete nur global beschrieben, was Unsicherheit in der Auslegung zur Folge haben kann. Die Zuordnung der Einwirkungsgebiete einer Anlage zu den aufgeführten Gebieten soll gemäß TA-Lärm nach folgenden Grundsätzen vorgenommen werden:

"2.322 Sind im Bebauungsplan Baugebiete festgesetzt, die den in Nummer 2.321 aufgeführten Gebieten entsprechen (auf die Baunutzungsverordnung vom 26. Juni 1962 . . . wird hingewiesen), so ist vom Bebauungsplan auszugehen.

Weicht die tatsächliche bauliche Nutzung im Einwirkungsgebiet der Anlage erheblich von der im Bebauungsplan festgesetzten baulichen Nutzung ab, so ist von der tatsächlichen baulichen Nutzung unter Berücksichtigung der vorgesehenen Entwicklung des Gebietes auszugehen.

Ist ein Bebauungsplan nicht aufgestellt, so ist die tatsächliche bauliche Nutzung zu Grunde zu legen; eine voraussehbare Änderung der baulichen Nutzung ist zu berücksichtigen."

Wie problematisch diese Anweisung für eine Entscheidung über die Zuordnung von Einwirkungsorten im Bereich von Arbeitslärmimmissionen ist, kommt in einem Kommentar zum Bundesimmissionsschutzgesetz zum Ausdruck:

"Immer wieder kommt es vor, daß nach und nach an Industriebetriebe, die weit vor der Stadt liegen, Wohnsiedlungen herangebaut werden. Hunderttausende könnten heute ruhiger schlafen, wenn von vornherein vernünftige Bauleitplanung betrieben worden wäre. Fehlplanungen gehören zu den Grundübeln auf dem Gebiet des Umweltschutzes. Bei der Bodenplanung stehen handfeste Interessen auf dem Spiel, und die geltenden gesetzlichen Bestimmungen lassen den Planungsträgern zuviel freien Raum (FELDHAUS, G., 1972)."

Die Aufstellung von Bebauungsplänen liegt in der Planungshoheit der Gemeinden; sie entscheiden, welchen Bedürfnissen Priorität gegeben werden soll. Die Bedürfnisse der Wirtschaft stehen den Bedürfnissen der Bevölkerung nach gesunden Wohnverhältnissen gegenüber. Die Abwägung dieser Interessenbereiche führt immer wieder zu Zielkonflikten, die die Aufstellung verbindlicher Bebauungspläne nicht nur erschweren, sondern häufig auch zu Umwidmungen bestehender Bebauungspläne führen.

302. Der Hinweis der TA-Lärm auf die Baunutzungsverordnung (Bau-NVO) erleichtert die Entscheidung über die Zuordnung der Einwirkungsorte nicht. In der DIN 18005 Blatt 1 "Schallschutz im Städtebau" wird in Anlehnung an die Bau-NVO eine Aufteilung der Baugebiete für die Zuordnung der Richtwerte der TA-Lärm entsprechend Tab. 3 empfohlen.

Tabelle 3: Planungsrichtpegel für Baugebiete nach DIN 18005 Bl. 1

Nr. Baugebiet	Planungsrichtpegel in dB(A)	
	Tag	Nacht
1 Reines Wohngebiet (WR) Wochenendhausgebiet (SW)	50	35
2 Allgemeines Wohngebiet (WA)	55	40
3 Dorfgebiet (MD) Mischgebiet (MI)	60	45
4 Kerngebiet (MK) Gewerbegebiet (GE)	65	50
5 Industriegebiet (GI)	70	70
6 Sondergebiet (SO) je nach Nutzungsart und Wohnungsanteil	45 bis 70	35 bis 70

In der VDI-Richtlinie 2058 Bl. 1 werden den Gebieten a bis e (s. Tab. 1) zur Konkretisierung der Einwirkungsorte ebenfalls vergleichbare Baugebiete der Bau-NVO zugeordnet, die jedoch z. T. von Tab. 3 abweichen. Diese Richtlinie weist jedoch darauf hin, daß eine schematische Gleichsetzung nicht möglich ist. Der Unterteilung der Einwirkungsbereiche der TA-Lärm liegt ausschließlich der Gesichtspunkt der Schutzbedürftigkeit gegen Arbeitslärm-Einwirkungen zugrunde. Dagegen trägt die Bau-NVO im wesentlichen anderen städtebaulich relevanten Planungsgrundsätzen Rechnung.

303. Zusammenfassend kann gesagt werden:

Die Festlegung von Immissionsrichtwerten unter Berücksichtigung der Lärmwirkungskriterien ist nach dem heutigen Stand der Kenntnisse möglich.

In den verschiedenen Rechtsvorschriften und Regelwerken ist jedoch die Zuordnung der Richtwerte nicht eindeutig dargestellt, außerdem bestehen z.T. erhebliche Unterschiede. Ferner wird der Einfluß der Schallausbreitung von Lärmemissionen nur unzureichend berücksichtigt.

Raumwirtschaftliches Konkurrenzdenken führt oftmals dazu, daß selbst bestehende Immissionsschutzbestimmungen bei den Bauleitplanungen der Gemeinden nur ungenügend beachtet werden. Als Folge davon müssen zunehmend Bauleitplanungen auf Initiative einzeln oder gemeinschaftlich handelnder Bürger durch die Rechtsprechung korrigiert werden.

3.4.3.2 Lärmquellen

304. Zur Abschätzung der Lärmbelastung der Gesamtbevölkerung wurde im Jahre 1969 vom Institut für Demoskopie, Allensbach, eine Befragung durchgeführt, die ergeben

hat, daß sich etwa 50% der Bevölkerung der Bundesrepublik Deutschland dauernd durch Lärm betroffen fühlen. Die Frage nach den Geräuschquellen wurde prozentual wie folgt beantwortet:

durch Arbeitslärm	8 %
durch Nachbarn- und Kindergeschrei	21 %
durch Verkehr (Straße, Luft, Schiene)	69 %
durch andere	2 %

Das Ergebnis dieser Umfrage kann nur als Auskunft darüber gewertet werden, in welchem Umfang der Lärm gegenwärtig schlechthin als ein störender Faktor in der menschlichen Umwelt angesehen wird. Eine Aussage über die Lärmintensität und die Dauer der Belastung durch die verschiedenen Lärmquellen kann nur an Hand von Immissionspegelmessungen am Einwirkungsort gemacht werden. Die Immissionspegel geben jedoch keine Auskunft über die Emissionswerte der Schallquellen. Die Beurteilung des gegenwärtigen Zustandes im Hinblick auf mögliche Lärminderungsmaßnahmen wird daher im Schwerpunkt von Emissionspegelwerten der verschiedenen Lärmquellen — Arbeitslärm, Wohnlärm, Verkehrslärm — ausgehen müssen.

a) Arbeitslärm

Lärm am Arbeitsplatz

305. Der stärksten Lärmbelastung, die auch zu Gehörschäden führen kann, sind viele Menschen am Arbeitsplatz ausgesetzt. Zum Schutz der Arbeitnehmer gegen Lärm am Arbeitsplatz hat das Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung am 10. November 1970 eine Richtlinie (Arbeitsplatzlärmschutzrichtlinie) erlassen, in der es den obersten Arbeitsschutzbehörden empfiehlt, die Richtlinie VDI 2058 Blatt 2 "Beurteilung von Arbeitslärm am Arbeitsplatz hinsichtlich Gehörschäden" einzuführen.

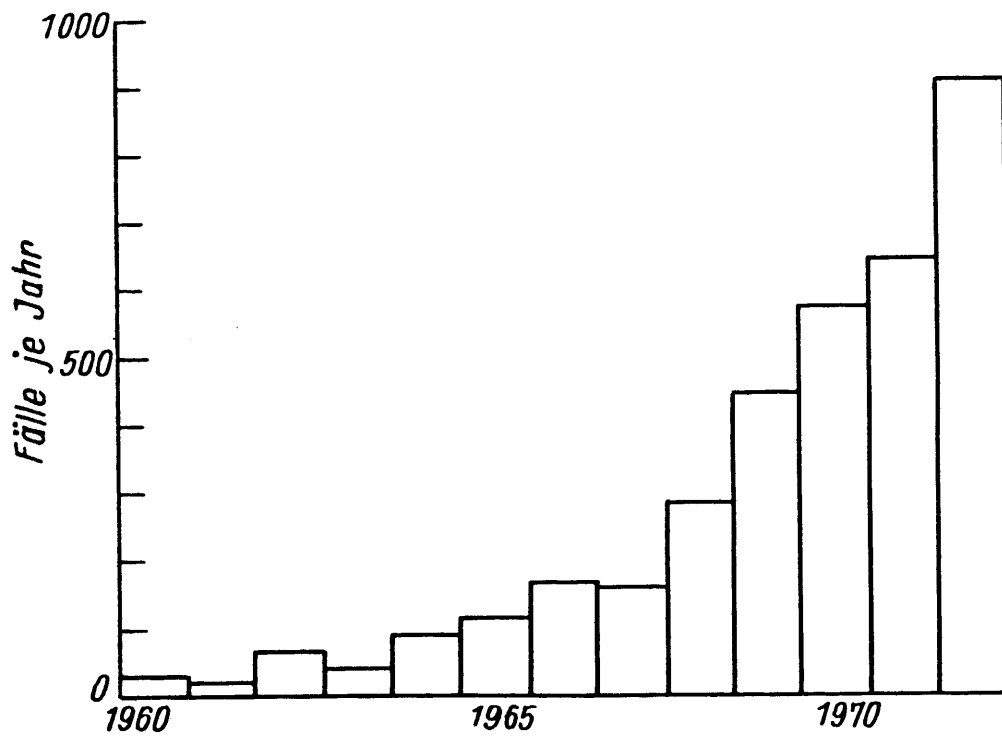
Als Schallpegelrichtwert gilt ein Beurteilungspegel von 90 dB(A). Bei ununterbrochener, jahrelanger Einwirkung von 90 dB(A) während der Arbeitszeit besteht die Gefahr einer Gehörschädigung. Die Richtlinie empfiehlt, bei Erreichen bzw. Überschreiten dieses Richtwertes Eignungs- und Überwachungsuntersuchungen sowie ggf. Gehörprüfungen durchzuführen. Lassen die Prüfungen eine Gefährdung des Betroffenen erkennen, so muß er besonders geschützt werden (Gehörschützer) oder an einen anderen Arbeitsplatz versetzt werden.

Von der Süddeutschen Eisen- und Stahlberufsgenossenschaft wurden in 123 ausgewählten Mitgliedsbetrieben etwa 90 000 Arbeitsplätze überprüft. Etwa 20 800 = 23% standen an der Mehrzahl der Arbeitstage unter Lärmeinwirkungen, die bei 90 dB(A) und mehr lagen. Für weitere 12% der Arbeitsplätze lag der Beurteilungspegel zwischen 85 und 90 dB(A) (BERNHARDT, H., 1973).

Die Gesamtzahl der Arbeiter in der Industrie betrug 1972 etwa 6,1 Mill., für das Verarbeitende Gewerbe etwa 7,3 Mill. und unter Einschluß von Bergbau, Energiewirtschaft und Wasserversorgung sowie des Baugewerbes etwa 9,2

Abb. 5:

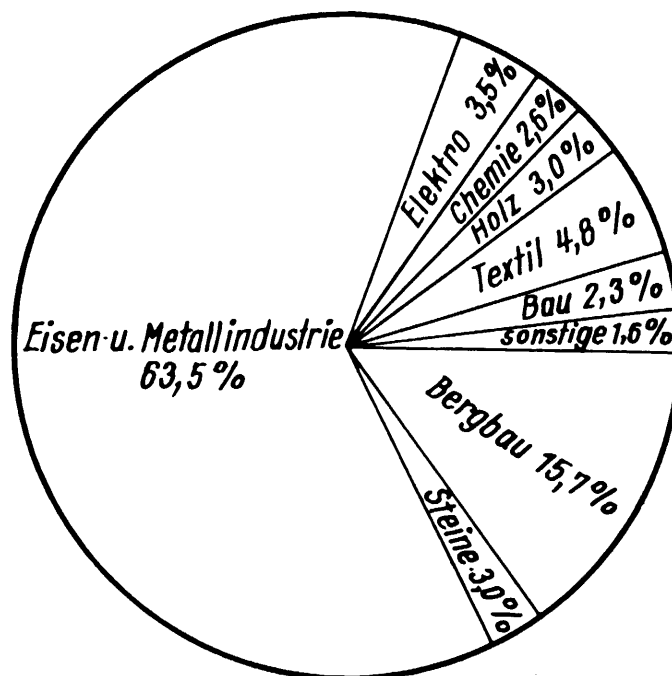
Zeitliche Entwicklung der erstmals entschädigten Lärmschwerhörigkeitsfälle



Quelle: Bernhardt, H., VDI-Bericht 206, 1973.

Abb. 6:

Verteilung der Schwerhörigkeitsfälle 1971 nach Branchen



Quelle: Bernhardt, H., Zeitschrift Betriebssicherheit, Nr. 5, Schutz vor Arbeitslärm, eine aktuelle Aufgabe für die gewerbliche Wirtschaft, S. 167, 1973.

Millionen. Da nach Schätzungen im Mittel der Branchen 10–15% der Produktionsarbeitsplätze Pegel über 90 dB(A) aufweisen, wird die Anzahl der aufgrund der Arbeitsplatzlärmschutzrichtlinie durchzuführenden Gehörprüfungen 0,7 bis 1,2 Mill. betragen; eine Herabsetzung auf 85 dB(A) würde weitere 0,4–0,6 Mill. Gehörprüfungen notwendig machen.

Das Risiko für den Beginn einer Hörschwellenverschlechterung bei Belastungen mit 90 dB(A) wird auf etwa 5% der Exponierten geschätzt. Die Zahl der als Berufskrankheit anerkannten Lärmschwerhörigkeitsfälle ist in den letzten Jahren ständig gestiegen (s. Abb. 5). Sie betrug 1972 ca. 900. Der Anteil der verschiedenen Branchen an diesen Fällen kann Abb. 6 entnommen werden. Überwachungs- und Gehörprüfungen gemäß VDI-Richtlinie 2058 Blatt 2 werden wesentlich dazu beitragen können, Gehörschädigungen durch rechtzeitiges Erkennen zu vermeiden bzw. zu begrenzen. Unter Berücksichtigung der schweren, oftmals unterschätzten, persönlichen Behinderung der Betroffenen und der erheblichen Kosten je Entschädigungsfall (ca. 135 000 DM für 25 Jahre) sind die Aufwendungen für Überwachung und Lärminderungsmaßnahmen voll gerechtfertigt.

Arbeitslärm in der Nachbarschaft

306. Für die Beurteilung von Arbeitslärm in der Nachbarschaft gelten die Regelwerke "Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA-Lärm)" und VDI-Richtlinie 2058 Blatt 1 "Beurteilung von Arbeitslärm in der Nachbarschaft".

Die in diesen Regelwerken festgelegten Immissionsrichtwerte (s.Tab.2) orientieren sich an den Einwirkungsorten, in denen sich die Lärmimmissionen auf die dort Wohnenden auswirken.

Die TA-Lärm läßt innerhalb eines Industriegebietes einen Immissionspegel von max. 70 dB(A) zu. Wird dieser Schallpegel an der Grenze emittiert, so ist die Immissionspegelhöhe am Einwirkungsort nach den Gesetzen der Schallausbreitung vor allem von der Entfernung des Einwirkungsortes von dem emittierenden Industriegebiet abhängig. Zum Abbau von Emissionspegeln dieser Höhe auf die Immissionsrichtwerte der TA-Lärm werden Abstände erforderlich, die bis zu 3000 m betragen können.

Bei der Errichtung von Neuanlagen wird es möglich sein, durch die Wahl von lärmarmen Aggregaten entsprechend dem Stand der Technik, durch planvolle Anordnung der einzelnen Anlagen innerhalb eines Industriegebietes und durch schalldämmende Ausführung der Baukörper die Emission eines Industriegebietes unter 70 dB(A) zu halten. Eine Ausnahme bilden Betriebe, die aufgrund ihrer Technologie als ausgesprochene Lärmbetriebe eine Sonderbeurteilung beanspruchen können (z.B. Schmiedebetriebe).

307. In bestehenden Anlagen stößt die Durchführung der aufgeführten Maßnahmen zur Lärminderung unter Beachtung der Adäquanz der erforderlichen Mittel häufig auf erhebliche Schwierigkeiten.

Die Einhaltung der Immissionsgrenzwerte "nachts" (siehe

Tab.2) wird u.U. für solche Betriebe problematisch, die aufgrund ihrer Technologie und/oder zur Erhaltung ihrer Wirtschaftlichkeit auf Tag- und Nachtbetrieb angewiesen sind.

308. Werden neue Wohngebiete in unzureichender Entfernung von einem vorhandenen Industriegebiet ausgewiesen, was immer wieder aufgrund mangelhafter Planung vorkommt, so führt dies zu Konflikten, die die Anrufung einer gerichtlichen Entscheidung zur Folge haben können. Daß eine solche Entscheidung zu Gunsten des Emittenten ausfallen kann, zeigt ein Beschluß des OVG Münster (Aktenzeichen: OVG VII B 177/72):

"Eine Wohnbebauung, die sich zu nah an einen vorhandenen, emissionsstarken Industriebereich anlehnt, widerspricht der städtebaulichen Ordnung und kann damit nicht Inhalt eines Bebauungsplanes sein."

Dieser Beschluß unterstreicht die Bedeutung der Beachtung vorhandener Lärmemittenten bei der Aufstellung verbindlicher Bebauungspläne, die in der Hoheit der Gemeinde liegt.

Der Bebauungsplan kann sich nur an dem im Bereich der Planungshoheit der Gemeinde zur Verfügung stehenden Bauland orientieren. Wird in dichtbesiedelten Gebieten, in denen die Wohn-, Industrie- und Erholungsgebiete nahe beieinander liegen, die Baulandknappheit bei der Aufstellung von Bebauungsplänen zum Kriterium für die Aufteilung der Flächen nach Nutzungsarten, so werden die zum Abbau des Lärms erforderlichen Abstände zwischen emittierenden gewerblichen Anlagen und Siedlungsgebieten häufig nicht zu verwirklichen sein und daher die nach der TA-Lärm für reine Wohngebiete zulässigen Immissionsrichtwerte nicht erreicht werden.

Baulärm

309. Im Bereich des Arbeitslärms nimmt die Beurteilung von Baulärm eine Sonderstellung ein.

Die auf Baustellen eingesetzten Maschinen sind sehr unterschiedlicher Art. Ihre Lärmemissionen liegen hoch. Als Beispiel seien 10 m-Emissionspegel folgender Baumaschinen angeführt:

Bagger	85 dB(A)
Radlader	90 dB(A)
Planiertraupen	85 dB(A)
Betonpumpen	85 dB(A)
Kompressoren	85 dB(A)

Auch der Abtransport von Aushub und der Antransport von Baustoffen haben durch den Lkw-Verkehr erhebliche zusätzliche Lärmbelastungen in der Nachbarschaft zur Folge.

In der "Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm-Geräuschimmissionen" (AVV-Baulärm-Im-

misionen) vom 19. August 1970 werden die gleichen Immissionsrichtwerte festgesetzt wie in der TA-Lärm (siehe Tab. 2). Die Einhaltung dieser Richtwerte kann gegenwärtig kaum erwartet werden, wenn es sich um die Errichtung von Bauwerken innerhalb von dichtbesiedelten Wohngebieten handelt.

Bei der Beurteilung von Baustellenlärmimmissionen kann berücksichtigt werden, daß die Durchführung eines Bauvorhabens zeitlich begrenzt und der Einsatz der lärmstarken Maschinen temporär ist.

Die AVV-Baulärm sieht daher für die Ermittlung der Beurteilungspegel Zeitkorrekturfaktoren in Abhängigkeit von der täglichen Betriebsdauer der Maschinen vor.

Durchschnittliche tägl. Betriebsdauer in der Zeit von

7 Uhr bis 20 Uhr	20 Uhr bis 7 Uhr	Zeitkorrektur
bis 2 1/2 h	bis 2 h	10 dB(A)
über 2 1/2 bis 8 h	über 2 h bis 6 h	5 dB(A)
über 8 h	über 6 h	0 dB(A)

Zur Lärminderung einer Baustelle kann in vielen Fällen auch eine auf dieses Ziel ausgerichtete Baustellenplanung beitragen.

310. Gegenwärtig werden im Auftrag des Bundesministeriums des Innern von unabhängigen Instituten umfangreiche Emissionsmessungen an Baumaschinen durchgeführt. Die Ergebnisse bilden die Grundlage für die Ermittlung des Standes der Technik. Auf Grund der gewonnenen Meßergebnisse sollen in den für die verschiedenen Baumaschinenarten zu erlassenden Verwaltungsvorschriften Emissionsrichtwerte festgelegt werden, die als Mindestanforderungen gelten und den Aufsichtsbehörden die Beurteilung der Lärm-situation ermöglichen sollen.

Es wird zwischen sofort in Kraft tretenden Richtwerten und solchen unterschieden, die nach einer angemessenen Übergangszeit gültig werden. Letztere liegen in der Regel um etwa 5 dB(A) niedriger. Darüber hinaus ist festgesetzt, daß alle Baumaschinen, deren Emissionspegel die jeweils geltenden Richtwerte um mindestens 5 dB(A) unterschreiten, das Prädikat "Erhöhte Schallschutzanforderungen sind eingehalten" in Anspruch nehmen dürfen. Baumaschinen, die länger als zwei Jahre in Betrieb sind, wird eine zulässige Überschreitung der Richtwerte um 3 dB(A) eingeräumt.

Im Rahmen der Durchführung des Gesetzes zum Schutz gegen Baulärm vom 9. September 1965 wird auf Anregung des Bundesministeriums des Innern von der VDI-Kommission "Lärminderung" eine Meßdaten-Sammelstelle für Geräuschemissionsmessungen an Baumaschinen eingerichtet. Ferner sollen "Positiv-Listen" veröffentlicht werden, in denen diejenigen Baumaschinen unter Angabe von Fabrikat und Typ genannt werden, die die Emissionsrichtwerte der "Allgemeinen Verwaltungsvorschriften" einhalten oder deren erhöhten Schallschutzanforderungen genügen. Zu diesem Zweck sind die Baumaschinenhersteller aufgefordert, der VDI-Datensammelstelle die Emissions-Meßprotokolle zur Auswertung und Aufstellung der Listen einzu-

reichen. Für die Durchführung der Emissionsmessungen wurden von den Bundesländern bisher 22 Prüfinstitute benannt.

Die Listen sollen den Aufsichtsbehörden ermöglichen, auf der Baustelle ohne Messung eine vorläufige Beurteilung der Lärmsituation vorzunehmen.

Weiterhin sollen durch dieses Verfahren einerseits die Baumaschinenbetreiber dazu veranlaßt werden, bei Neuanschaffungen darauf zu achten, daß die Maschinen zumindest die festgelegten Emissionsrichtwerte einhalten, möglichst jedoch den erhöhten Schallschutzanforderungen entsprechen. Andererseits werden die Maschinenhersteller bestrebt sein, daß alle ihre Produkte in die Liste der die Emissionsrichtwerte einhaltenden Maschinen aufgenommen werden oder den erhöhten Schallschutzanforderungen genügen. Sie werden sich daher bemühen, ihre Maschinen schalltechnisch weiter zu verbessern. Hierdurch soll auf freiwilliger Basis eine Fortentwicklung des Standes der Technik erreicht werden.

b) Verkehrslärm

Straßenverkehrslärm¹⁾

311. Geht man von dem Ergebnis der Allensbach-Befragung 1969 aus, so fühlen sich etwa 20 Mill. Menschen in der Bundesrepublik Deutschland durch Verkehrslärm gestört, und zwar vorwiegend durch Straßenverkehrslärm. Die wesentlichen Ursachen hierfür sind:

die hohen Emissionspegel der Kraftfahrzeuge, die zunehmende Motorisierung, die hierdurch bedingte Zunahme der Verkehrsdichte in Wohngebieten, ungenügende Berücksichtigung des Verkehrslärms bei der Stadtplanung.

Die "Richtlinie zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten der Europäischen Gemeinschaft für zulässige Geräuschpegel und die Auspuffvorrichtungen von Kraftfahrzeugen" schreibt ab Herbst 1971 die Einhaltung folgender Emissionsgrenzwerte vor:

Kraftomnibusse ab 200 DIN-PS	91 dB(A)
Lastkraftwagen ab 200 DIN-PS und über 12 t zul. Gesamtgewicht	91 dB(A)
Kraftomnibusse und Lkw über 3,5 t zul. Gesamtgewicht	89 dB(A)
Kraftomnibusse und Lkw bis 3,5 t zul. Gesamtgewicht	84 dB(A)
Personenkraftwagen	82 dB(A)

Diese Werte werden heute von verschiedenen neu in den Verkehr kommenden Fahrzeugen unterschritten. Inzwischen sind in der Bundesrepublik Deutschland Versuche abgeschlossen worden, die Motore von Omnibussen mit lärmmindernden Kapseln auszurüsten, wodurch eine Minderung der Emission um 10 dB(A) erreicht wurde.

¹⁾ Siehe auch das Gutachten "Auto und Umwelt", Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen, September 1973.

Die Kraftfahrzeugbestände (ohne Krafträder und Mopeds) je 1000 Einwohner sind in der Bundesrepublik Deutschland von 1961 bis 1971 um etwa 130% gestiegen. Die Zahl der Pkw allein hat im gleichen Zeitraum um 160% zugenommen. Die hieraus resultierende Zunahme der Verkehrsdichte hat vor allem im Stadtverkehr eine Zunahme der Immissionen zur Folge. Die Mittelungs-Immissionspegel liegen bei 60 bis 75 dB(A).

312. Naturgemäß wirkt sich die Störung durch Straßenverkehrslärm nachts am stärksten aus. Trotz der niedrigeren Verkehrsdichte während der Nacht können bei geöffnetem Fenster Mittelungspegel bis 60 dB(A) auftreten. Eine Abschätzung der Lärmbelastung der Bewohner einer Großstadt durch vom Straßenverkehr verursachte Schallimmissionen (nachts) ist in Abb. 7 dargestellt (eigene Berechnungen). Hiernach trifft die Einhaltung des 35 dB(A)-Richtwertes bei geöffnetem Fenster schätzungsweise nur für etwa 35% der Einwohner zu, während 65% höheren Lärmbelastungen ausgesetzt sind. Bei geschlossenem Fenster kann angenommen werden, daß die Einhaltung des Immissionsrichtwertes von 35 dB(A) nachts für etwa 65% der Einwohner gewährleistet ist.

Schienerlärm

313. Der äquivalente Dauerschallpegel für den von einer Fahrstrecke ausgehenden Verkehrslärm bei einer Verkehrsdichte von 10 Zügen je Stunde — gemessen in 25 m Abstand von Gleismitte — wird für Fernverkehr mit 75 dB(A), für Bezirksverkehr mit 70 dB(A) und für Nahverkehr (S-Bahn, Vorortbahn) mit 65 dB(A) angegeben (Materialien-Band, Seite 250). Dagegen liegen die Vorbeifahrgeräusche in 25 m Abstand wesentlich höher.

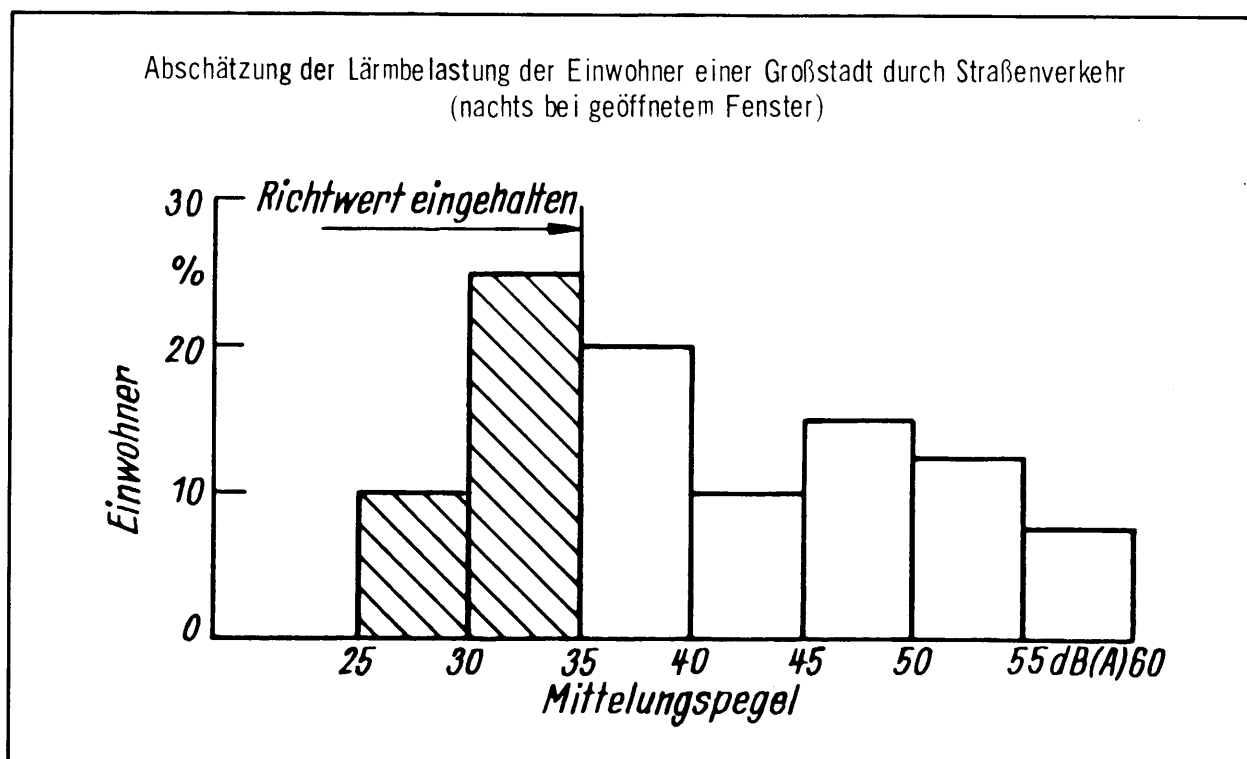
Tabelle 4: Vorbeifahrgeräusche von Schienenfahrzeugen in 25 m Abstand von Gleismitte bei freier Schallausbreitung in dB(A)

Schienenfahrzeug	Gleislagerung	Fahr- geschwindigkeit km/h			
		60	120	200	240
Züge der Deutschen Bundesbahn	Schotterbett, Holzschwellen	80	90	98	100
	Stahlblechbrücke, schotterlos	97	-	-	-
	Stahlbetonbrücke, schotterlos	82	-	-	-
S-Bahnbetriebszug	Schotterbett, Holzschwellen	72	79	-	-
Hochbahn	Betonfahrbahn, schotterlos	72	-	-	-
Straßenbahn	Asphaltstraße	82	-	-	-

Quelle: Auszug aus Stüber, C., Zur Sache 4/73.

Wie die Tabelle 4 zeigt, liegen die Vorbeifahrgeräusche von Hoch- und Straßenbahnen unter Berücksichtigung des großen Meßabstandes von 25 m relativ hoch und steigen mit der Fahrgeschwindigkeit erheblich an. Bei der Fahrt über Brücken ist der Einfluß der Brückenbauart auf das Vorbeifahrgeräusch besonders auffallend. Der Emissionspegel liegt bei einer schotterlosen Stahlblechbrücke etwa 15 dB(A) höher als bei einer schotterlosen Stahlbetonbrücke. Rauhe Schie-

Abb. 7:



nenoberflächen und Riffeln können eine Erhöhung der Tabellenwerte um 5 bis 15 dB(A) ergeben. Auch Bahnhofsanlagen, insbesondere Rangierbahnhöfe, verursachen erhebliche Lärmbelastungen in ihrer Nachbarschaft. In 25 m Abstand ergeben sich Pegel, die über 90 dB(A) liegen können.

Vom Gesetzgeber sind bisher keine Richt- bzw. Grenzwerte für die angeführten Geräuschpegel festgelegt worden. Es liegen jedoch eine Reihe von Meßvorschriften (DIN-Normen und VDI-Richtlinien) vor, die gemeinsam mit der Bundesbahn erarbeitet worden sind mit dem Ziel, den Schienenverkehrslärm zu mindern.

Es muß allerdings anerkannt werden, daß die Anstrengungen der Deutschen Bundesbahn unter Berücksichtigung des Standes der Technik und im Rahmen ihrer finanziellen Möglichkeiten zu Lärminderungen im Schienenverkehr geführt haben. Dies gilt auch für die Minderung der Innengeräusche ihrer Fahrzeuge durch konstruktive Maßnahmen und schalldämpfende Innenauskleidung (siehe Tab.5).

Tabelle 5: Innengeräuschpegel von Schienenfahrzeugen

Schienenfahrzeug	Fahrgeschwindigkeit km/h		
	60	120	200
	in dB (A)		
Personen-, Eil- und D-Züge	59-61	70	-
IC-Züge	56-59	65-68	71-75
Liege- und Schlafwagen	51-58	60-67	-
S-Bahn im Freien	65	73	-
S-Bahn bzw. U-Bahn (im Tunnel)	74	-	-
Straßenbahn	79	-	-
Diesellok im Führerstand	72	77-85	-
Elektrolok im Führerstand	68	77	-

Quelle: Nach Stüber, C., Zur Sache 4/73.

314. Einen Anhalt für die in Zukunft zu erwartenden Lärmimmissionen des Schienenverkehrs bietet das Ausbauprogramm der Deutschen Bundesbahn (Angabe der Zentralen Transportleitung vom 9. Januar 1974).

Es wird mit einer Steigerung der Personen-Beförderungszahl bis 1985 um etwa 100% und einer Zunahme im Güterverkehr um etwa 50% gerechnet. Die Belegung der Neubaustrecken wird etwa 100 Züge je Tag und Richtung betragen. Weiterhin sind folgende Erhöhungen der maximalen Fahrgeschwindigkeiten auf den Neu- und Ausbaustrecken geplant:

IC/TEE-Züge von 160 auf 200 km/h,
D-Züge 160 km/h (keine Erhöhung),
Schnellgüterzüge von 80 bis 100 km/h auf 100 bis 120 km/h.

Bei einer Fahrgeschwindigkeit von 200 km/h wird für weiterentwickelte Triebzüge mit einem Vorbeifahrgeräusch von 85 dB(A) in 25 m Abstand von Gleismitte gerechnet, entsprechend einem Mittelungspegel von 65 bis 68 dB(A). Durch passive Schallschutzmaßnahmen könnte dieser Pegel um 10 bis 15 dB(A) in Abständen bis zu 100 m gemindert werden. Auf der Versuchsstrecke Gütersloh-Neubeckum werden gegenwärtig Schallmessungen in einem Geschwindigkeitsbereich bis 250 km/h vorgenommen; Neubaustrecken werden für 300 km/h trassiert.

Für die verschiedenen Schallschutzmaßnahmen sieht ein Zeit- und Kostenplan der Bundesbahn für die Zeit von 1973 bis 1978 einen Betrag von etwa 20 Mill. DM je Jahr vor (Öffentliche Anhörung, Innenausschuß des Deutschen Bundestages, am 20. 5. 1973). Die Beseitigung von Schienenriffeln, die bei 0,02 bis 0,03 mm Tiefe eine Erhöhung des Geräuschpegels um etwa 5 dB(A) verursachen, kostet etwa 1000 DM je km Gleis. Insgesamt wird derzeit eine Schleifleistung von rd. 5000 km/Jahr erreicht, das sind etwa 12% der Gesamtlänge von 41 000 km der durchgehenden Hauptgleise. Die Kosten für schalltechnische Abschirmwände (einseitig) werden auf DM 500 000 je km geschätzt. Bei 2 m Höhe kann eine Pegelminderung um 10 bis 15 dB(A) erreicht werden.

Fluglärm

315. Wesentliche Ursachen der in den letzten Jahren sehr angestiegenen Störungen durch Fluglärm sind die starke Zunahme des Luftverkehrs, eine vielfach an Flughäfen heranwachsende Wohnbebauung und der Einsatz von Strahltriebwerken, welche in der ersten Generation besonders laut waren.

Derzeit verfügt die Bundesrepublik Deutschland über 12 internationale Verkehrsflughäfen. Darüber hinaus werden etwa 250 Anlagen für Sport- und Reiseflug (propellerangetriebene Kleinflugzeuge) und ca. 115 Anlagen für militärische Flüge betrieben.

In dem "Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm" vom 2. April 1971, BGBl. I, S. 262, werden für zwei Lärmschutzzonen Schallpegelrichtwerte festgelegt, die für Entschädigungsfragen, Bauverbote und Schallschutzaufgaben bei Neubauten von Bedeutung sind. Die Zone 1 umfaßt ein Gebiet, in dem ein über den Tages- und Nachtzeitraum gemittelter Immissionswert von über 75 dB(A) auftritt. In dieser Zone dürfen nach erfolgter Festsetzung der Lärmschutzbereiche keine Wohnungen gebaut werden. Ferner ist die Gewährung von Entschädigungen für Schallschutzaufwendungen an vorhandenen Wohngebäuden durch den Flugplatzhalter vorgesehen. Die Zone 2 ist ein Gebiet, in welchem ein mittlerer Immissionserschallpegel von 67 bis 75 dB(A) herrscht. In dieser Zone werden für neu zu bauende Wohnungen dem Bauherrn bestimmte Schallschutzanforderungen auferlegt. In beiden Lärmschutzzonen besteht ein Bauverbot für Krankenhäuser, Altenheime, Schulen u.ä. schutzbedürftige Einrichtungen. Mit der Abgrenzung der beiden Lärmschutzzonen ist Ende 1973 begonnen worden.

Die Beeinträchtigung durch Verkehrsflugzeuge tritt vor allem beim Start- und Landevorgang auf. Während des eigentlichen Flugbetriebes befinden sich die Flugzeuge in so großer Höhe, daß ihre Lärmimmissionen vernachlässigbar sind.

316. Für neu zuzulassende Verkehrsflugzeuge mit Strahltriebwerken sind zur Kennzeichnung des Standes der Technik gemäß § 2 des Luftverkehrsgesetzes im Jahr 1970 erstmalig Emissionsgrenzwerte eingeführt worden, die auf internationalen Vereinbarungen beruhen. Seit 1973 müssen die Grenzwerte auch von neu in Betrieb zu nehmenden Flugzeugen eingehalten werden (Bekanntmachung über Lärmgrenzwerte bei Flugzeugen über 5700 kg Höchstgewicht mit Strahltriebwerken vom 6. 8. 1973, Nachrichten für Luftfahrer vom 30. 8. 1973, NfL II-65/73). Die Grenzwerte sind nachfolgender Tabelle 6 bzw. z. T. Abb. 8 zu entnehmen.

Tabelle 6: Emissionsgrenzwerte von Strahlflugzeugen

Meßpunkt	Grenzwert je nach Gewicht in dB(A) (umgerechnet aus EPN dB)
Überflug ¹⁾	ca. 81 bis 90
Anflug ²⁾ bzw. seitlicher Meßpunkt ³⁾	ca. 90 bis 96

¹⁾ Überflug-Lärmmeßpunkt auf der verlängerten Mittellinie der Startbahn in einer Entfernung von 6500 m vom Startrollpunkt.

²⁾ Anflug-Lärmmeßpunkt — der Punkt auf dem Boden, auf der verlängerten Landebahnmittellinie, 120 m senkrecht unter dem 3°-Gleitweg. Der Fußpunkt des Gleitwinkels liegt auf der Landebahn, 300 m von der Schwelle entfernt. In ebenem Gelände liegt der Meßpunkt 2000 m vor der Schwelle.

³⁾ Seitlicher Lärmmeßpunkt — der Punkt auf einer Linie parallel zur Landebahnmittellinie und 650 m entfernt von ihr, an der Stelle, an der während des Starts der Lärmpegel ein Maximum erreicht.

Quelle: Nach Nachrichten für Luftfahrer, NfL II-65/73.

Anhaltswerte für die tagsüber vorhandenen Schallpegel in der Umgebung von Verkehrsflughäfen enthält Tabelle 7.

Tabelle 7: Anhaltswerte für tagsüber vorhandene Schallpegel in der Nähe von Verkehrsflughäfen

Immissionsort	Mittelungspegel Leq in dB (A)	Mittl. Maximalpegel in dB(A)
5000 m Entfernung von der Start- und Landebahn in Richtung der An- und Abflugschneise	70 bis 75	85 bis 95
2000 m Entfernung seitlich der An- und Abflugschneise (auf Mitte bezogen)	60 bis 65	75 bis 85

Quelle: nach Roewer, H., 1969 sowie weiteren Unterlagen.

An den meisten Flughäfen wurden inzwischen verschiedene Lärminderungsmaßnahmen ergriffen. So bestehen z. B. an allen Verkehrsflughäfen Nachtflugbeschränkungen.

317. Nach der Prognose der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Verkehrsflughäfen (ADV) steigt die Zahl der beförderten Fluggäste bis 1985 auf etwa 120 bis 150 Mill. pro Jahr gegenüber etwa 30 Mill. im Jahr 1971, d. h. auf etwa das 4 bis 5fache. Unter Berücksichtigung eines zunehmenden Einsatzes von Maschinen mit größerem Beförderungsvolumen wird damit gerechnet, daß die Zahl der Flugbewegungen auf den Flughäfen auf etwa das 3fache wächst. Durch die Begrenzung der Emissionswerte und eine z. T. freiwillige Unterschreitung dieser Werte ist bis Anfang 1980 trotz der prognostizierten Steigerung des Fluggastaufkommens mit einer Beibehaltung des heutigen Mittelungspegels zu rechnen. Der mittlere Maximalpegel verringert sich um etwa 5 dB.

318. Zu erheblichen Beeinträchtigungen führen beim militärischen Flugbetrieb Tief- und Überschallflüge. Für militärische Flugzeuge bestehen keine Grenzwertregelungen. Die in der Umgebung von Militärflugplätzen vorhandenen Mittelungspegel betragen etwa 65 bis 75 dB(A). Bei Tiefflügen können Schallpegel bis zu 110 dB(A) auftreten. Überschallflüge dürfen nur in Höhen von über 11000 m durchgeführt werden. Dabei entstehen bei direktem Überflug Schallpegel (Knalle) von 110 bis 120 dB(A). In 15 km seitlicher Entfernung verringern sich die Werte um etwa 3 dB(A), in 30 km Entfernung um etwa 7 dB(A).

319. Propellerangetriebene Flugzeuge spielen heute nur noch auf Landeplätzen eine Rolle, wo sie für den Sport- und Reiseflug eingesetzt sind. In der Nähe von Sportflugplätzen verursachen motorgetriebene Sportflugzeuge häufig Belästigungen, weil diese vorwiegend in Erholungszeiten (nach 17.00 Uhr, an Wochenenden und Feiertagen), in Wohn- und Erholungsgebieten sowie in niedriger Höhe fliegen. Für sie legte der Gesetzgeber 1972 Grenzwerte fest (Bekanntmachung über Lärmgrenzwerte bei Propellerflugzeugen bis 5700 kg Höchstgewicht und Motorsegler vom 12. April 1972, Nachrichten für Luftfahrer vom 27. April 1972, NfL II-32/72). Die Grenzwerte betragen je nach Höchstgewicht 68 bis 87 dB(A) (s. auch Abb. 9). Die in der Umgebung von Sportflughäfen hervorgerufenen Mittelungspegel liegen bei etwa 45 bis 50 dB(A).

Z. Z. werden etwa 4000 propellerangetriebene Kleinflugzeuge benutzt. Für das Jahr 1990 ist mit einer Steigerung auf etwa 14000 zu rechnen (Flugsicherung der 80er Jahre, Systemstudie der Messerschmitt-Bölkow-Blohm GmbH).

Unter Berücksichtigung der vorgenommenen Begrenzung der Emissionswerte kann geschätzt werden, daß trotz steigender Zahl der Flugbewegungen der vorhandene Mittelungspegel in etwa beibehalten, der mittlere Maximalpegel etwas verringert wird.

Abb. 8:

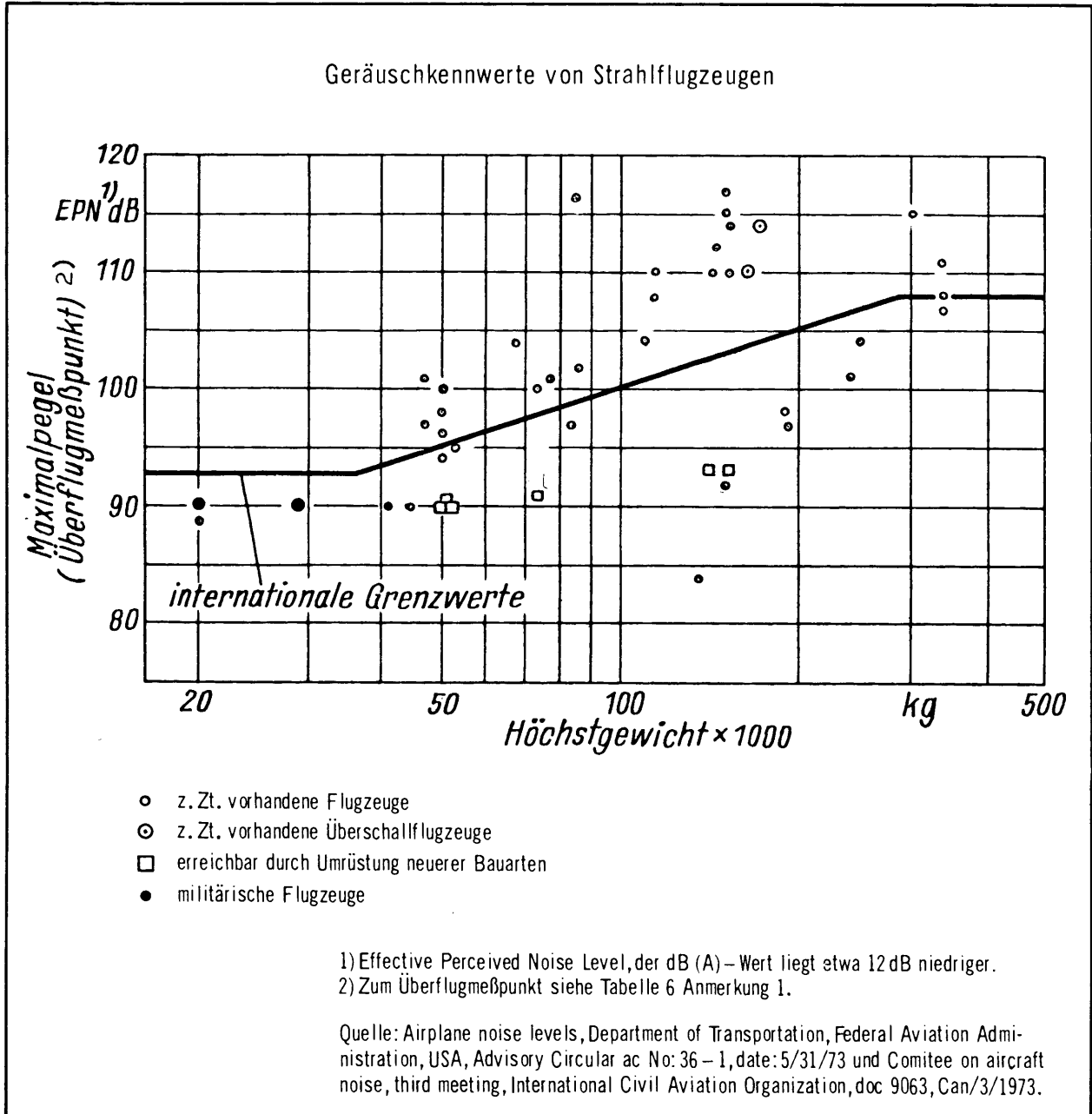
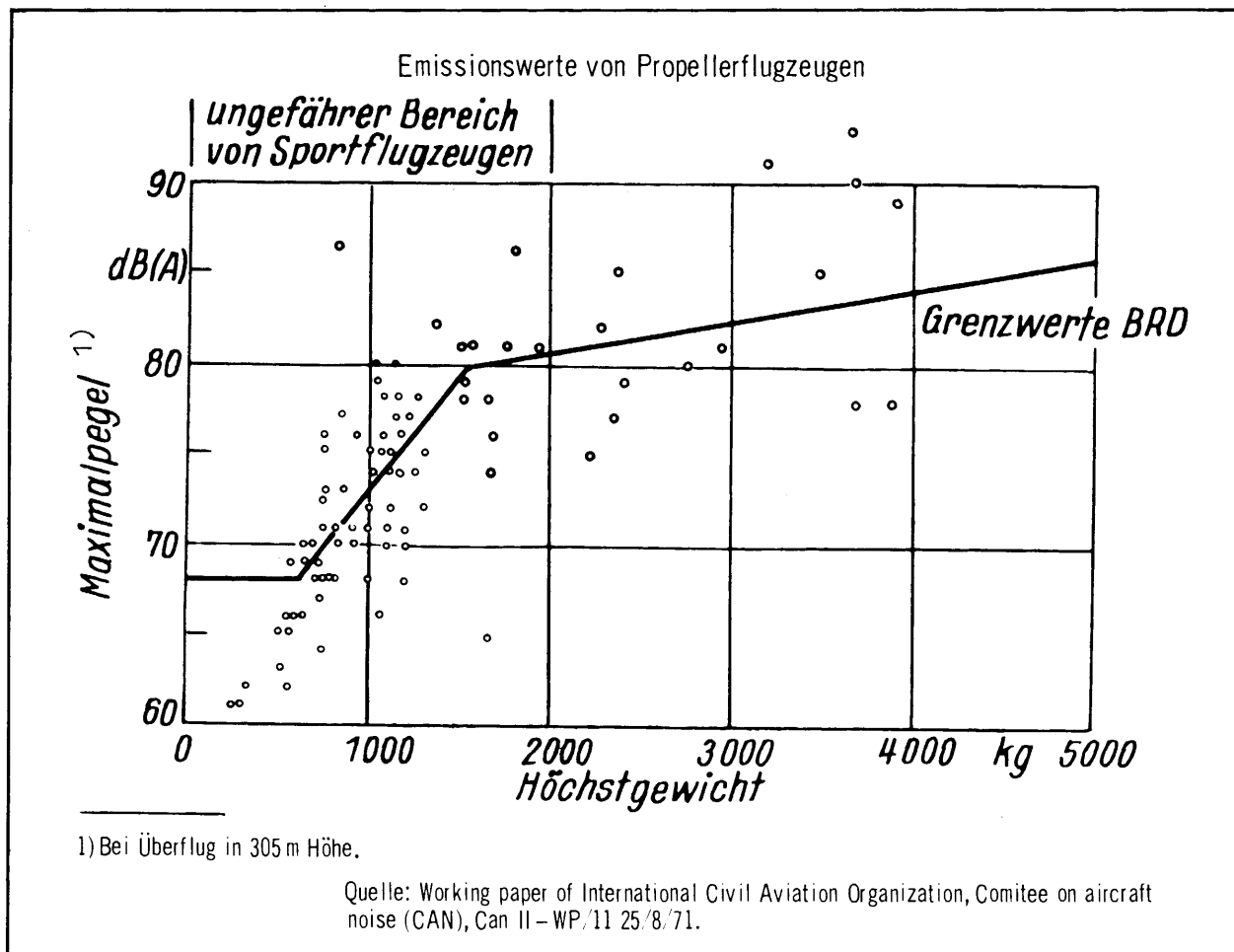


Abb. 9:



Wasserverkehr

Binnenschifffahrt

320. In den letzten Jahren ist im Bereich der Binnenschifffahrt eine Umstellung der Betriebsmethoden eingetreten. Die Schleppzüge mit Schleppmotorfahrzeugen sind mehr und mehr durch Selbstfahrer und vor allem durch den Schubbootbetrieb verdrängt worden. Während der Selbstfahrerverkehr hauptsächlich durch selbständige Schiffseigentümer betrieben wird, haben sich die Konzernreedereien auf den leistungsfähigeren Schubbootbetrieb umgestellt. So hat sich der Anteil der Schubschiffe an der auf den Binnenwasserstraßen des Bundesgebietes beförderten Tonnage von 4,3% im Jahre 1965 auf 14,8% im Jahre 1972 erhöht.

Bei dem Neubau dieser Boote sind erhebliche Entwicklungsarbeiten und Investitionen für Schallschutz aufgewendet worden, so daß diese Schiffe trotz Steigerung der Antriebsleistungen bis auf 6000 PS "leiser" geworden sind.

Den selbständigen Schiffseigentümern fällt es wegen der aufzuwendenden Kosten schwer, ihre Selbstfahrer nachträglich mit dem nötigen Schallschutz auszurüsten. Bei Neubauten wird dies jedoch mit einem Mehraufwand von schätzungsweise 2 bis 3% des Baupreises möglich sein.

Die Sicherung des Bestandes an Schiffsbesatzungen zwingt die Reeder dazu, bei Neubauten in den Schiffen die Räumlichkeiten derart mit Schallschutz auszustatten, daß der Besatzung Entspannung und tiefer Schlaf gewährleistet werden kann. Die Immissionen in den Wohn- und Schlafräumen der Schiffe neuerer Bauart liegen bei 48 bis 56 dB(A). Die Lärmsituation im Bereich der Binnenschifffahrt ist gekennzeichnet durch die von den Antriebsaggregaten ausgehenden Immissionen. Messungen auf dem Rheindamm im Orsoy-Gebiet haben einen Mittelungspegel von 52 dB(A) ergeben.

Auf Grund der "Untersuchungsordnung für Rheinschiffe und -flöße" (BGBl., I vom 14. 8. 1968, S. 811) darf der Schallpegel von Rheinschiffen in einer Entfernung von 25 m 75 dB(A) nicht überschreiten. Messungen der Lärmimmissionen durch Schiffe, die die Hessische Landesanstalt für Umwelt im Jahre 1972 durchgeführt hat, haben ergeben, daß dieser Grenzwert in 25 m Entfernung von etwa 30% der untersuchten 50 Schiffe überschritten wurde. Die Einhaltung des Grenzwertes kann für Schiffe, die auf Grund obiger Untersuchungsordnung zugelassen wurden, bei ordnungsgemäßer Wartung der Auspuffschalldämpfer keine Schwierigkeiten bereiten. Bei Neubauten wird der Forderung nach erhöhtem Schallschutz zur Minderung der Emissionen der Lärmquellen Rechnung getragen.

Motorsportboote

321. Einen anderen Trend zeigt die Entwicklung im Bereich des Motorbootports. Nicht nur die Zahl der Sportboote, sondern auch die Antriebsleistungen nehmen im Verhältnis zur Bootsgröße zwecks Steigerung der Fahrgeschwindigkeit stetig zu. Entsprechend steigen die Lärmemissionen. Auf Binnenseen, in deren Umgebung Erholungs- und Wohngebiete überwiegen und die in erster Linie der Erholung und dem Segel- und Rudersport vorbehalten bleiben sollten, werden die Lärmimmissionen der Sportboote in zunehmendem Maße zu unzumutbaren Lärmbelastungen.

c) Wohnlärm

322. Unter Wohnlärm werden die Schallquellen innerhalb der Wohngebäude verstanden. Die Belastung der Menschen durch Lärm im Beruf und im Verkehr ist so groß, daß ihm in seinen Wohn- und Schlafräumen die notwendige Ruhe gewährleistet sein muß. Der Mensch reagiert erfahrungsgemäß in seiner Wohnung erheblich stärker auf Geräusche aus der Fremdwohnung als auf Geräusche anderer Art, die von außen einwirken, z.B. Verkehrsgeräusche. Medizinische Untersuchungen haben ergeben, daß die Reizschwelle bereits bei +3dB(A) gegenüber dem Eigengeräusch liegen kann, wobei die persönliche Einstellung zum Geräusch verursachenden Nachbarn von Einfluß ist. Nach VDI-Richtlinie 2565 (Entwurf 1971) "Beurteilung von Lärm in Wohnungen" sollen Geräusche, die von Schallquellen in Wohngebäuden ausgehen, in fremden Aufenthaltsräumen 40 dB(A) tags und 30 dB(A) nachts nicht überschreiten.

In der DIN 4109 "Schallschutz im Hochbau", die gegenwärtig novelliert wird, sind die zu befolgenden Baubestimmungen festgelegt. Die Mindestforderungen dieser Norm sind von den Bundesländern durch Erlasse eingeführt.

323. Die wesentlichen Schallquellen sind: haustechnische Anlagen, Haushaltsgeräte, Trittschall, Sprache und Musik. Der heutige Stand der Technik ermöglicht es, haustechnische Anlagen und Haushaltsgeräte so herzustellen, daß wesentliche Belästigungen in Fremdwohnungen vermieden werden können. Die bei Heizungsanlagen zu beachtenden Maßnahmen werden in der VDI-Richtlinie 2715 (Entwurf) niedergelegt. In der VDI-Richtlinie 2566 "Lärminderung an Aufzugsanlagen" (Juni 1971) werden die erforderlichen Maßnahmen zur Minderung der Luft- und Körperschallausbreitung angegeben. VDI-Richtlinien bzw. DIN-Normen, in denen Emissionswerte für Küchenmaschinen festgelegt werden, sind in Vorbereitung.

Dagegen reicht der Schallschutz nach DIN 4109 zur Minderung stärkerer Geräuschemissionen wie von Trittschall, Musikinstrumenten, Gesang, Kindergeschrei nicht aus. In letzter Zeit häufen sich selbst bei Einhaltung der Mindestforderungen der DIN 4109 die Beschwerden über Störungen und Belästigungen durch Wohnlärm, insbesondere im Bereich von Reiheneigenheimen und von Wohnungseigentum. Die DIN 4109 enthält unter "Erhöhter Schallschutz" diesbezügliche Angaben. Die zusätzlichen Kosten werden bei etwa 2% der Bausumme liegen.

Es wird empfohlen, die Mindestanforderungen für Schallschutz zu erhöhen.

3.4.4 Empfehlungen

324. Die Belastung der Bevölkerung durch Lärm wird mit ständiger Zunahme des Verkehrs und weitergehender Industrialisierung stetig steigen, wenn es nicht gelingt, optimalen Schallschutz an Lärmquellen und im Bereich der vom Lärm Betroffenen zu verwirklichen. Die Bemühungen um Lärminderungen müssen an der Quelle beginnen, um die Lärmemissionen zu senken. Die Lärmimmissionen folgen den Gesetzmäßigkeiten der Schallausbreitung. Schutzmaßnahmen gegen Immissionen gestalten sich daher um so schwieriger, je näher der Betroffene der Lärmquelle ist.

3.4.4.1 Wirkungen und Richtwerte

325. Der durch weltweite, interdisziplinäre Forschung zur Konkretisierung des Gesundheitsbereiches unter dem Aspekt der Lärmwirkungen erreichte Stand der Kenntnisse gestattet es, Anhaltswerte als Grundlage für einen rationalen Lärmschutz zu entwickeln (Tab. 1). Solche Anhaltswerte werden eine gewisse, jedoch in engen Grenzen liegende Bandbreite für sich in Anspruch nehmen müssen und werden in ihrer psychosomatischen Wirkung schätzungsweise 90% der Betroffenen gerecht. Auch dem Prinzip der Vorsorge dürfte durch die vorgeschlagenen Anhaltswerte Rechnung getragen sein.

Es wird empfohlen, die medizinisch-soziologische Forschung mit Schwerpunkt auf die Aufgabe zu lenken, die Anhaltswerte der Tab. 1 in kurzer Zeit zu überprüfen, damit bei Bewährung Richtwerte festgelegt werden können.

326. Für die Beurteilung der Gefahr einer Hörschädigung durch Arbeitslärm schreibt die Arbeitsplatzlärmschutzrichtlinie des Bundesministeriums für Arbeit vom 10. November 1970 (siehe auch VDI-Richtlinie 2058 Blatt 2 "Beurteilung von Arbeitslärm am Arbeitsplatz") Überwachungs- und Gehörprüfungen bei der Erreichung oder Überschreitung des Mittelungspegels von 90 dB(A) am Arbeitsplatz vor. Dieser Richtwert ist auf Grund der bisher vorliegenden Erfahrungen festgelegt worden und findet auch in den Vereinigten Staaten und in Großbritannien Anwendung. Im Sinne der Vorsorge würde nach medizinischen Aussagen ein Grenzwert von 85dB(A) wünschenswert sein. Da die Gehörüberwachungsuntersuchungen auf Grund der Arbeitsplatzlärmschutzrichtlinie in Betriebsstätten mit Lärmbelastungen ab 90 dB(A) erst im Anlauf begriffen sind, sollte die Entscheidung über eine Herabsetzung des Grenzwertes auf 85 dB(A) zurückgestellt werden, bis genügend aussagefähige Untersuchungsergebnisse vorliegen. Aus pragmatischen Gründen wird für die angelaufenen Untersuchungen der Grenzwert 90 dB(A) zunächst beizubehalten sein, da die Herabsetzung eine gegenwärtig kaum beherrschbare Zahl von Gehörüberwachungsuntersuchungen zur Folge haben würde (siehe 3.4.3.2: Lärm am Arbeitsplatz).

3.4.4.2 Meß- und Beurteilungsverfahren

327. Weitere Voraussetzung für die Beurteilung von Lärmemissionen und von Lärmimmissionen ist ein Meßverfahren, das Vergleichbarkeit der Meßergebnisse bzw. der Beurteilungsgrößen gewährleistet. Ein Meßverfahren für Lärmemissionsmessungen von Maschinen ist in DIN 45635 beschrieben und festgelegt. Die gegenwärtig angewendeten Meßverfahren für die Erfassung und Beurteilung von Lärmimmissionen weichen zum Teil erheblich voneinander ab. In der TA-Lärm, in der VDI-Richtlinie 2058 Blatt 1, in dem Entwurf der 2. Novellierung des Bundesfernstraßengesetzes und im Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm werden verschiedenartige Meß- und Beurteilungsverfahren vorgeschrieben bzw. empfohlen.

Inzwischen hat das Bundesministerium des Innern eine Expertengruppe damit beauftragt, "einheitliche Verfahren und Größen zur Messung und Kennzeichnung der Stärke von Schallemissionen und -immissionen" zu erarbeiten. Hierdurch soll die Grundlage geschaffen werden, Emissionen und Immissionen so zu erfassen, daß zwecks einheitlicher Beurteilung vergleichbare Meßergebnisse anfallen.

Der Rat begrüßt diese Initiative und empfiehlt mit Nachdruck, ein solches einheitliches Meß- und Beurteilungsverfahren verbindlich für alle in Frage kommenden Rechtsverordnungen und Regelwerke vorzuschreiben.

3.4.4.3 Lärminderungsmaßnahmen

a) Arbeitslärm

328. Wirtschaftswachstum, fortschreitende Technisierung und wachsender Wohlstand eines Industriestaates sind in der Regel mit Leistungssteigerung, Drehzahlerhöhung und Gewichtsminderung von Maschinen und Fahrzeugen verbunden. Da diese Entwicklungen alle in Richtung auf ein erhöhtes Lärmaufkommen wirken, muß den Lärminderungsmaßnahmen größere Bedeutung beigemessen werden.

Die Bemühungen um Lärminderung in den vergangenen Jahren haben zwar Erfolge aufzuweisen, konnten jedoch mit dem wachsenden Lärmaufkommen nicht Schritt halten. Es wird großer Anstrengungen bedürfen, um die Lärmbelastung in unserer Umwelt auf ein Maß zurückzuführen, das dem Ziel nahe kommt, ein Mindestmaß an Gesundheitsgefährdung, Belästigung und Störung zu erreichen.

Minderungsmaßnahmen müssen im Schwerpunkt an der Lärmquelle einsetzen und sich aktiv oder passiv auf die Herabsetzung von Lärmemissionen erstrecken.

329. Als erste Maßnahme zur aktiven Lärminderung ist die Herabsetzung der Emission durch "lärmarm Konstruieren" zu fordern.

Die Ausbildung und die Tätigkeit des Konstrukteurs hatte in der Vergangenheit als Schwerpunkt das Ziel, unter Wahrung der erforderlichen Sicherheiten erfindungsreich und wirtschaftlich zu konstruieren. Das Wissen der Konstrukteure über Lärmentstehung und Lärminderung ist gegen-

wärtig noch gering. Es wird daher empfohlen, in die Lehrpläne der wissenschaftlich-technischen Ausbildungsstätten in der Pflichtfächer für Konstrukteure die Vermittlung der grundlegenden Kenntnisse über technische Akustik und über Methoden, schalltechnisch richtig zu konstruieren, aufzunehmen.

Neben den vom Käufer geforderten Garantien für Funktion und Leistung einer zu beschaffenden Maschine sollten auch die Angabe und Gewährleistung ihres Emissionswertes verlangt werden.

Auf Grund der AVV Baulärm werden gegenwärtig Emissionsrichtwerte für Baumaschinen festgelegt (s. 3.4.3.2: Baulärm), die die Hersteller veranlassen werden, ihre Erzeugnisse schalltechnisch zu verbessern.

Es wird empfohlen, die Festlegung von Emissionsrichtwerten auf die Produkte des gesamten Bereichs des Maschinenbaus auszudehnen.

In der VDI-Kommission Lärminderung werden entsprechende Richtlinien erarbeitet. Die VDI-Richtlinie 3720 Blatt 1 "Lärmarm konstruieren – allgemeine Grundlagen" wird in Kürze als Entwurf vorgelegt. Gemeinsam mit dem Deutschen Normenausschuß (DNA) werden Richtlinien über die Festsetzung von Emissionsrichtwerten von Maschinen erarbeitet. Die ersten Richtlinien werden in Kürze veröffentlicht. Es wird empfohlen, diese Arbeiten, für die in Einzelfällen die Vergabe von Forschungsaufträgen erforderlich sein wird, in verstärktem Maße zu unterstützen. Auch die Entwicklung neuer Technologien kann als aktive Maßnahme zur Lärminderung beitragen.

In den Fällen, in denen Arbeitsvorgänge dem Erfolg aktiver Maßnahmen Grenzen setzen, muß der Durchführung passiver Maßnahmen erhöhte Beachtung geschenkt werden. Als solche kommen in Frage: Kapseln, Schalldämpfer, schalldämmende Bauteile u.a. Auch hierfür sind VDI-Richtlinien erarbeitet worden bzw. in Bearbeitung.

330. Lärminderungsmaßnahmen im Bereich der Immissionen können nur passiver Art sein. Als solche kommen Abschirmungen durch Wälle, Schallschutzwände und als wirksamstes Mittel schalldämmende Fenster in Frage.

Entscheidend für die Ausbreitungsdämpfung von Emissionen ist der Abstand von Wohngebieten bis zur Lärmquelle. Mit Verdoppelung des Abstandes nimmt der Immissionspegel theoretisch um 6 dB(A) ab. Der Abbau hängt jedoch wesentlich von den meteorologischen Bedingungen ab. Je nach Wetterlage können Pegelschwankungen auftreten, die 15 bis 20 dB(A) betragen können und sehr störend wirken.

Um eine wirksame Ausbreitungsdämpfung hoher Lärmimmissionen zu erreichen, können bebauungsfreie Übergangszonen zwischen Lärmquelle und Wohngebieten von 1000 bis 3000 m erforderlich werden. Die Forderung solcher Abstände wird in vielen Fällen zu Konflikten führen. Baulandknappheit, zu erwartende Entschädigungsansprüche, etwaiges Eingreifen in Erholungs- und Schutzgebiete werfen Probleme auf, die es gerechtfertigt erscheinen lassen, bebauungsfreie Übergangszonen als passiver Lärminderungsmaßnahme eine nicht zu große Realisierungschance einzuräumen.

331. Die Immissionsrichtwerte der TA-Lärm und der VDI-Richtlinie 2058 Blatt 1 (Tab. 2) werden häufig als zu niedrig bemängelt. Die Berechtigung einer solchen Kritik wird von der erheblich abweichenden Beurteilung von Verkehrslärm abgeleitet. Der Verkehr verursacht in der Tat in vielen Wohngebieten Immissionen, deren Mittelungspegel 10 bis 30 dB(A) über den Immissionsrichtwerten der TA-Lärm liegen können. Dies kann jedoch kein Grund sein, die als angemessen erkannten Werte der TA-Lärm heraufzusetzen.

Die TA-Lärm läßt innerhalb eines Industriegebietes Mittelungspegel bis 70 dB(A) zu; sie können aber in vielen Fällen bis zur Grenze des Industriegebietes auf Grund bekannter und bewährter Minderungsmaßnahmen nicht so weit ausgebaut werden, daß in benachbarten Wohngebieten die vorgeschriebenen Immissionsrichtwerte erreicht werden. Dies gilt vor allem für vorhandene Anlagen und deren Erweiterung, wenn ausreichende Zwischenzonen nicht zu verwirklichen sind. Bei der Anwendung der TA-Lärm in Genehmigungsverfahren nach § 16 der Gewerbeordnung erscheint daher in solchen Fällen ein gewisser Spielraum für die Zuordnung einzelner Einwirkungsorte zu den in der Baunutzungsverordnung eingestuften Baugebieten berechtigt. Dieser Spielraum müßte sich an den nach dem Stand der Technik und der Adäquanz der Mittel möglichen Minderungsmaßnahmen aktiver und passiver Art orientieren.

Als Instrument für die Abgrenzung eines solchen Spielraumes bietet sich — in Übereinstimmung mit dem Beurteilungsverfahren im Bereich des Verkehrslärms — die Festlegung von Emissionsrichtwerten großflächiger Industrieanlagen an. Da die Lärmemissionen solcher Anlagen je nach ihrer Technologie in gewissen Grenzen schwanken, wird empfohlen, für die unterschiedlichen Industriebranchen Emissionsrichtwerte zu bilden, die nach dem Stand der Technik als erreichbar erkannt werden.

Solche Emissionsrichtwerte ermöglichen es, zu beurteilen, mit welchen Immissionen in benachbarten Einwirkungsorten unter Berücksichtigung vorliegender Abstände gerechnet werden muß.

Für einige Industriezweige liegen bereits VDI-Richtlinien für die Kennzeichnung der Lärmemissionen solcher Anlagen vor.

b) Verkehrslärm

Straßenverkehr

332. In dem Gutachten "Auto und Umwelt" werden Empfehlungen für die Minderung der Beeinträchtigung der Umwelt durch das Auto gegeben. Im Bereich der Lärmemissionen von Pkw ist die Minderung des Emissionspegels um ca. 5 dB(A) erreichbar. Daher sollten die mit der Richtlinie des Rates der Europäischen Gemeinschaft vom 6. 2. 1970 festgelegten Geräuschgrenzwerte um 5 dB(A) gesenkt werden.

Versuche mit Motorkapselung an Omnibussen haben zu dem Ergebnis geführt, daß der Emissionspegel um 10 dB(A) gesenkt werden kann. Die Kosten werden mit 2 bis 2,5% des Beschaffungspreises angegeben. Der Erfolg der Versuche hat dazu geführt, daß nunmehr Omnibusse mit Motor-

kapseln als Standardausführung angeboten werden, die bei neuer Anschaffung zu bevorzugen wären.

Es wird empfohlen, die Motorkapselung für Lkw weiter zu entwickeln. Die Senkung der Emissionswerte der Lkw um 10 dB(A) würde wesentlich zur Minderung der Straßenverkehrsgeräusche beitragen.

Nachfahrverbote für Lkw in Wohnbereichen bewirken eine wesentliche Minderung von Lärmimmissionen, da ein Lkw zum Mittelungspegel soviel beiträgt wie 10 Pkw.

Einen wesentlichen Beitrag, Lärmbelastungen in Häusern und Wohnungen im Stadtbereich so gering wie möglich zu halten, kann die Berücksichtigung schalltechnischer Gesichtspunkte bei der Bauleit- und Verkehrsplanung liefern (DIN 18005 Bl. 1 "Schallschutz im Städtebau" und VDI-Richtlinie 2573 (Februar 1974) "Schutz gegen Verkehrslärm").

Als Maßnahmen kommen in Frage:

*Bündelung von Verkehrswegen,
Lage von Kreuzungen und Anschlüssen im abgewogenen Verhältnis zwischen Verkehrsbedürfnis und Abstand zu schutzbedürftigen Objekten,
Vermeidung von Steigungen und starken Krümmungen, geräuscharme Fahrbahnen, Oberbauten und Brücken, Verkehrsbeschränkungen und Verkehrslenkung, Minderung der Schallausbreitung durch Abschirmung durch Mauern, Wälle, Gebäudezeilen und Geländestufen, abschirmende Anordnung von Baukörpern, geschlossene Häuserzeilen,
Schutzmaßnahmen gegen Eindringen von Schall ins Gebäudeinnere durch schalldichte Fenster und schalldämmende Fassaden.*

Schienenlärm

333. Es kann erwartet werden, daß durch das Ausbauprogramm der Bundesbahn bei Ausschöpfung bewährter Lärminderungsmaßnahmen keine Erhöhung der Lärmimmissionen gegenüber dem gegenwärtigen Zustand eintritt.

Fluglärm

334. Abb. 8 zeigt die international vereinbarte Grenzkurve für die Geräuschemission neu in Dienst zu stellender Verkehrsflugzeuge mit Strahltriebwerk und die Abweichung der Schallpegel gegenwärtig im Betrieb befindlicher Flugzeuge von dieser Kurve.

Nach dem Stand der Technik ist es möglich, die Schallpegel von im Verkehr befindlichen Strahlflugzeugen durch Umrüstung der Triebwerke zu senken. Für etwa 10% der Maschinen (Flugzeuge der ersten Generation) würden die Umrüstungskosten jedoch so hoch liegen, daß die zu erwartende Pegelminderung den Aufwand nicht rechtfertigt. An einer großen Zahl der für die Umrüstung geeigneten Flugzeugtypen sind bei einem Aufwand von etwa DM 0,5 bis 1,3 Mill. schalltechnische Verbesserungen von 2 bis 5 dB(A) erreichbar.

Bei einem geringeren Teil können sogar Pegelminderungen von 10 bis 20 dB erzielt werden. Die Kosten hierfür liegen

bei etwa DM 2,6 bis 6,6 Mill. (nach Comitee of Aircraft Noise, third meeting, International Civil Aviation Organization, Doc 9063, Can 13, 1973). Die Umrüstungssätze könnten innerhalb weniger Jahre zur Verfügung stehen.

Um die durch Triebwerkaustrüstungen möglichen Pegelsenkungen verwirklichen zu können, sollte die Bundesregierung darauf hinwirken, daß die Umrüstung durch internationale Vereinbarungen vorgeschrieben wird. Es wird empfohlen, als Mindestanforderungen die Grenzwerte für neu zuzulassende Flugzeuge festzusetzen. Auszunehmen sind die Strahlflugzeuge der ersten Generation.

335. Aus Abb. 8 ist zu entnehmen, daß neu entwickelte Flugzeugtypen die Grenzkurve erheblich unterschreiten. Daher sollte sich die Bundesregierung dafür einsetzen, daß die Grenzwerte bis Anfang 1980 um 5 dB gesenkt werden. Hierdurch wäre trotz der prognostizierten Steigerung der Flugbewegungen eine Beibehaltung bzw. sogar eine geringe Unterschreitung der heute vorhandenen Mittelungspegel erreichbar.

336. Es ist nicht zu erwarten, daß die Schallpegel von Überschallflügen (Knalle) zu verringern sind oder daß Flugwege in der Bundesrepublik Deutschland ermöglicht werden können, bei denen keine erheblichen Beeinträchtigungen auftreten. Daher sollte die Bundesregierung den Überflug der Bundesrepublik Deutschland mit Überschallgeschwindigkeit vorsorglich untersagen.

337. Eine große Zahl der propellerangetriebenen Sport- und Reiseflugzeuge liegt oberhalb der gesetzlich festgelegten Grenzwerte, weil diese vor dem Zeitpunkt der gesetzlichen Begrenzung (1972) zugelassen wurden, Abb. 9. Durch Umrüstung auf andere Propeller oder Verbesserung der Ansaug- und Auspuff-Schalldämpfung ist auch bei diesen Flugzeugen die Einhaltung der Grenzkurve möglich. Es wird daher empfohlen, eine Rechtsverordnung zu erlassen, in der eine nachträgliche Umrüstung auf die für neu zuzulassende Flugzeuge gültigen Grenzwerte gefordert wird.

Die Abb. 9 zeigt, daß bereits heute ein großer Teil dieser Flugzeuge entsprechend dem Stand der Technik die Grenzwerte unterschreitet. Daher sollte für die neuen Zulassungen eine Herabsetzung der Grenzwerte um 5 dB(A) vorgesehen werden, die nach einem Zeitraum von etwa 5 Jahren in Kraft tritt.

Den Sport- und Reiseflugzeugen sollte ferner ein Verbot für das Überfliegen von Wohn- und Erholungsgebieten in den Zeiten ab 18.00 Uhr und an den Feiertagen auferlegt werden.

Wasserverkehr

338. Die Lärmimmission durch Motorsportboote in der Umgebung von Binnenseen nimmt ständig zu. Die Ursachen sind nicht nur die Ausweitung des motorisierten Wassersports, sondern hauptsächlich die "Übermotorisierung", d. h. viel zu hohe Motorleistungen im Verhältnis zur Bootgröße.

Es wird empfohlen, unter Berücksichtigung der gesetzlich geregelten Höchstgeschwindigkeit auf Bundeswasserstra-

ßen die Motorleistung auf etwa 20 PS je Tonne Verdrängung durch Rechtsverordnung zu beschränken.

c) Wohnlärm

339. Die in der DIN 4109 festgelegten und durch Erlaß eingeführten Mindestanforderungen an den Schutz gegen Wohnlärm reichen bei einwandfreier Bauausführung für die normalen Wohngeräusche aus. Es wird empfohlen, den Bauaufsichtsbehörden die Überwachung bei der Bauausführung im Hinblick auf den Schallschutz in stärkerem Maße als bisher zur Aufgabe zu machen und praktisch zu ermöglichen. Zur Minderung stärkerer Geräuschemissionen wie von Trittschall, Musikinstrumenten, Gesang, Kindergeschrei sind dagegen erhöhte Forderungen an den Schallschutz notwendig. Es wird daher empfohlen, durch Erlaß der Baubehörden die Mindestanforderungen für Schallschutz zu erhöhen.

3.4.4.4 Planung

Abstände zwischen Industrie- und Wohngebieten

340. Gegenwärtig wird im Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Soziales des Landes Nordrhein-Westfalen ein Rund-erlaß erarbeitet, der zur Vereinheitlichung der Stellungnahme der Staatlichen Gewerbeaufsichtsämter im Bauleitverfahren dienen soll. Die Gewerbeaufsichtsämter sollen die von den Planungsbehörden vorgelegten Bauleitpläne daraufhin überprüfen, ob sie den Grundsätzen des Immissions-schutzes genügen. Zu diesem Zweck werden für über 200 Betriebsarten auf Grund von Erfahrungswerten Mindestabstände zwischen Industrie- bzw. Gewerbegebieten und Wohngebieten festgelegt, um Gefahren, erhebliche Nachteile und erhebliche Belästigungen durch Geräusche, Erschütterungen und Luftverunreinigungen zu vermeiden. Die in dem Erlaß-Entwurf für die verschiedenen Betriebsarten angegebenen Abstände liegen zwischen etwa 100 und max. 1500 m.

Die Abstandsliste gilt nur für die Planung in ebenem Gelände. Die Einflüsse von geographischen und meteorologischen Gegebenheiten auf die Größe erforderlicher, u. U. von der Liste abweichender Abstände bedürfen unter Berücksichtigung der Gesetze der Schallausbreitung von Fall zu Fall einer Sonderuntersuchung.

Im Bauleitplanverfahren hängt die Verwirklichung von Abständen allein von der Entscheidung der Gemeinde als Träger der Planungshoheit ab, die gemäß Bundesbaugesetz die Pflicht und die Verantwortung für die Abwägung der öffentlichen und privaten Belange trägt. Die Staatlichen Gewerbeaufsichtsämter haben lediglich das Recht, Bedenken und Anregungen geltend zu machen.

Ist bei der Ausweisung eines Industriegebietes bekannt, welche Betriebsarten angesiedelt werden sollen, so kann die Abstandsliste des vorgesehenen Runderlasses im Planungsverfahren zu einem wertvollen Instrument zur Vermeidung umweltschädlicher Einflüsse werden. Voraussetzung ist, daß die anzusiedelnden Industriebetriebe die Emissionswerte

einhalten, die bei der Aufstellung der Abstandsliste nach dem Stand der Technik zugrunde gelegt worden sind. Solche Emissionswerte werden in dem Erlaß-Entwurf nicht genannt.

Es wird empfohlen, die bei der Festlegung der Abstände zugrunde gelegten Emissionswerte in den Erlaß aufzunehmen.

Wenn die Betriebsarten eines im Bebauungsplan auszuweisenden Industriegebietes noch nicht bekannt bzw. vorauszusehen sind, so unterliegt der in der Planung von Wohngebieten vorzugebende Abstand zum Industriegebiet dem Ermessen der Gemeinde. Die zukünftige Nutzungsmöglichkeit einer als Industriegebiet auszuweisenden Fläche wird in diesem Falle eine Funktion dieses vorgegebenen Abstandes zur Wohnbebauung. Er schließt die Genehmigung durch die Gewerbeaufsichtsämter zur Ansiedlung solcher Betriebe aus, die nach der Abstandsliste einen größeren Abstand vom Wohngebiet erfordern als den im Bebauungsplan vorgegebenen Abstand, es sei denn, daß gutachtlich nachgewiesen und durch die Gewerbeaufsicht anerkannt wird, daß die zulässigen Immissionswerte nicht überschritten werden.

Das gleiche gilt für Erweiterungen und Änderungen von vorhandenen Anlagen innerhalb eines Industriegebietes, wenn sie eine Erhöhung der den Abständen zugrunde gelegten Emissionswerte verursachen.

Lärmkarten, Lärmkataster

341. Für die Darstellung von bestehenden Verkehrslärmsituationen in Städten sind in den letzten Jahren sogenannte "Lärmkarten" erstellt worden, so von Dortmund, der Innenstadt Hamburgs, von Düsseldorf, des Berliner Hansaviertels und von Köln. Sie wurden auf Grund von Schallmessungen an den der Straße zugewandten Häuserfronten entwickelt.

Solche Lärmkarten geben lediglich Auskunft über die Verkehrslärmsituation einer Straße bei der Verkehrsdichte zur Zeit der Messungen. Der heutige Kenntnisstand ermöglicht es jedoch, ohne Pegelmessungen aus der Verkehrsdichte die Lärmimmissionen an den die Straße begrenzenden Baukörpern für beliebige Straßenbreiten mit hinreichender Genauigkeit zu berechnen (s. DIN 18005 Bl. 1 "Schallschutz im Städtebau").

Der Wert der seinerzeit aufgestellten Lärmkarten für die Beurteilung von Verkehrslärm wird dadurch gemindert, daß die Ausbreitung der Lärmemissionen in Nachbargebieten — sei es durch Baulücken, sei es durch Nebenstraßen, sei es durch die verschiedenartige Gestaltung der Baukörper — nicht erfaßt wird.

Um das Zusammenwirken von Kraftwagen- und Schienenverkehr und ggf. von Gewerbebetrieben bei der Planung beurteilen zu können, muß die flächenhafte Schallpegelverteilung in einzelnen Gebietsteilen erfaßt werden. Zu diesem Zweck werden gegenwärtig im Auftrag des Ministeriums für Arbeit, Gesundheit und Soziales des Landes Nordrhein-Westfalen in Bonn vom TÜV-Rheinland Messungen und Untersuchungen durchgeführt, die die Aufstellung eines Emissionskatasters ermöglichen.

In einem flächenbezogenen Kataster werden alle Lärmquel-

len unter Berücksichtigung der Pegelhöhen und Frequenzen, der zeitlichen Verteilung, der Straßenbreiten, der Bebauungsarten, der meteorologischen Verhältnisse aufgelistet und in einer elektronischen Datenverarbeitungsanlage erfaßt.

Für die Aufstellung des Katasters werden Stadtteile unterschiedlicher Struktur so ausgewählt, daß sie als Modelle für immer wiederkehrende ähnliche Bebauungssituationen dienen können. Diese Modelle ermöglichen es dem Planer, die Lärmausbreitung in vergleichbaren Stadtgebieten mit Hilfe des Katasters mit ausreichender Genauigkeit vorauszubestimmen und durch zweckmäßige Wahl und Anordnung der Baukörper die Lärmimmissionen zu mindern.

342. Abb. 10 zeigt als Beispiel die Darstellung der Gesamtlärmsituation eines Stadtteils in Bonn in Form einer flächenbezogenen Lärmkarte. Für die Erstellung dieser Lärmkarte wurde durch Messungen im Gesamtbereich dieses Stadtteils das Zusammenwirken des Kraftwagen- und Straßenbahnverkehrs in mehreren Straßenzügen und des Eisenbahnverkehrs erfaßt. Aus der flächenmäßigen Kennzeichnung der verschiedenen Immissionspegel kann der Einfluß der Bebauungsart auf die Schallausbreitung quantitativ erkannt werden.

Flächenbezogene Lärmkarten gewinnen entscheidende Bedeutung als Hilfsmittel für die Aufstellung von Bebauungsplänen im gesamten Gemeindebereich.

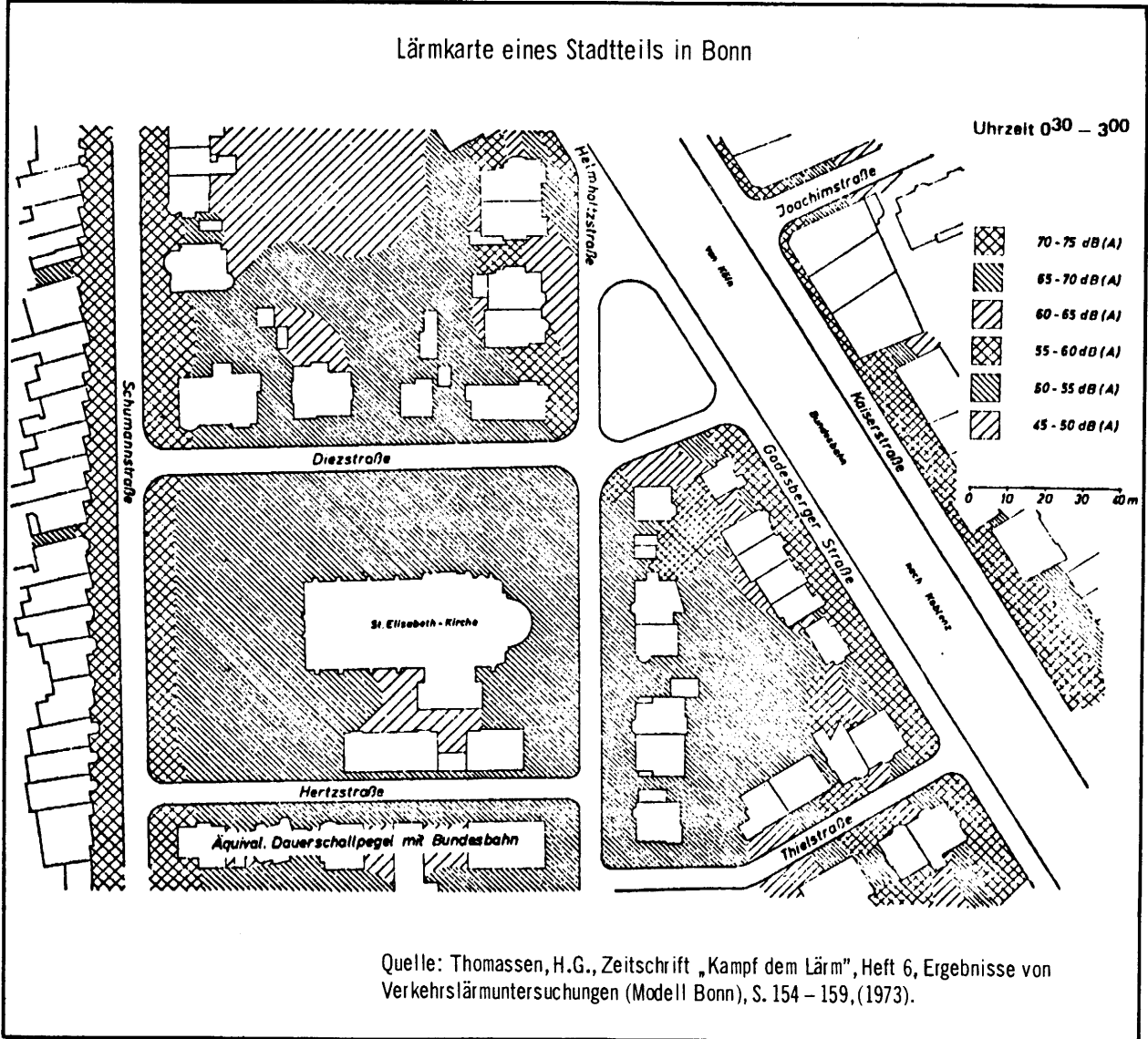
343. Neben detaillierten Lärmkarten vom Typ der Abb. 10 kann man großflächige Lärmkarten erstellen (z. B. BUCHTA, 1973, Gutachten für die Gemeinde Rheingebirg). In ihnen ist die gegenwärtige Lärmverteilung über das ganze Gebiet durch Eintragung der aus den Messungen gewonnenen Linien gleicher Schallpegel in 5 dB(A)-Abstufungen dargestellt und farbig gekennzeichnet. Der Wert einer solchen Karte besteht darin, daß nicht allein der Straßenverkehrslärm ermittelt worden ist, sondern auch alle anderen Lärmquellen (im Beispiel die Einflüsse des Rheinschiffsverkehrs und der vorhandenen Industriegebiete) in den ermittelten Linien gleicher Schallpegel miteinfaßt sind. Darüber hinaus gibt eine solche Karte Aufschluß über die flächenförmige Schallausbreitung der Emittenten der Industriegebiete.

Soweit vorhandene Industriegebiete flächenmäßig die Ansiedlung weiterer Produktionsstätten zulassen, ist zu empfehlen, diese Möglichkeit voll zu nutzen, bevor neue Industriegebiete erschlossen werden. Wenn die Emissionspegel solcher zusätzlicher industriellen Produktionsstätten bekannt sind, lassen sich auf Grund einer großflächigen Lärmkarte die durch die Ansiedlung weiterer industrieller Anlagen zu erwartenden Zunahmen der Lärmimmissionen an den Einwirkungsorten berechnen. Das Ergebnis der Rechnung ermöglicht eine Aussage darüber, ob die Gesamtimmissionen in vertretbaren Grenzen liegen bzw. ob sie sich durch geeignete Schallschutzmaßnahmen auf die zulässigen Werte mindern lassen.

Das gleiche gilt für die Festlegung von Fernstraßenrassen.

344. Der Wert großflächiger Lärmkarten unter Nutzung von Lärmkatastern läßt sich wie folgt zusammenfassen: Der Stand der Meßtechnik ermöglicht es, großflächige Lärmkarten mit verhältnismäßig geringem Aufwand zu er-

Abb. 10:



stellen. Der Kostenaufwand wird schätzungsweise bei 1000 bis 1200 DM/km² liegen. Die gemessenen Immissionswerte an den verschiedenen Einwirkungsorten schließen die Einflüsse der vorliegenden meteorologischen und geographi-

schen Gegebenheiten ein. Der Rat empfiehlt die Erstellung großflächiger Lärmkarten als Instrument für die Aufstellung von Bebauungsplänen; sie sollten in der Baunutzungsverordnung vorgeschrieben werden.

3.5 Feste Abfälle

3.5.1 Einführung

345. In der Bundesrepublik haben während der letzten beiden Jahrzehnte parallel zur wirtschaftlichen Entwicklung Menge und Vielfalt der Abfälle stark zugenommen. Zugleich hat sich die Zusammensetzung herkömmlicher Abfallarten, wie diejenige des Hausmülls, einschneidend verändert.

Abfälle haben oft nachteilige, teils sogar gefährliche Eigenschaften. Dennoch wird bis heute ein bedeutender Teil beseitigt, ohne daß dabei Folgeschäden vorgebeugt würde. Größtenteils werden diese Abfälle ungeordnet oder wild abgelagert.

346. Diese unsachgemäße Abfallbeseitigung führt einerseits zu direkten gesundheitlichen Gefahren durch Krankheitserreger, Ungeziefer und giftige oder anderweitig gefährliche Stoffe und zieht andererseits auch unsere Umwelt nachhaltig in Mitleidenschaft. Festzustellen sind vor allem:

- Gefährdungen und Verunreinigungen von Grundwasservorkommen, Binnengewässern und Meeresgebieten durch Sickerwässer, Abschwemmungen oder unmittelbares Einbringen von Abfällen.
- Luftverunreinigungen durch Geruchsentbindung, Schwelbrände, offenes Abbrennen und Staubentwicklung sowie Emissionen aus unzureichenden Verbrennungsanlagen.
- Einschränkungen der Bodennutzung durch Überschütten oder Kontamination.
- Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes durch unzureichende Abschirmung von Ablagerungsplätzen, achtlos im Gelände verstreute Abfälle, landschaftsfremde Ausformung von Abfallhalden, Aufhaltung nicht begrünbarer Abfälle u. a.

347. Die Übelstände bei der Abfallbeseitigung sind in den zurückliegenden Jahren immer spürbarer geworden. Mit Recht wird deshalb die Neuordnung der Abfallbeseitigung in den staatlichen Umweltprogrammen zu den vordringlichen Aufgaben gezählt. Die Hauptprobleme einer solchen Neuordnung stellen sich, mit Ausnahme der gesetzlichen Regelungen, heute nicht wesentlich anders dar als 1971 (sinngemäß zitiert nach dem Umweltprogramm der Bundesregierung):

- Zahl und Kapazitäten der Einrichtungen, die der schadlosen Beseitigung dienen, sind weit hinter dem Bedarf zurückgeblieben.
- Die Kosten, die bei den Gemeinden für die Abfallbeseitigung entstehen, werden durch die Gebührenerhebungen oft nicht gedeckt.
- In Bund, Ländern und Gemeinden sind die rechtlichen und organisatorischen Regelungen zersplittert und lückenhaft.
- Die für eine geordnete Planung benötigten Daten sind unvollständig.

- Ausreichende organisatorische und finanzielle Voraussetzungen für Forschung und Entwicklung fehlen.
- Die Ausbildungskapazitäten für Fachpersonal reichen nicht aus.

348. Wesentliche Bedeutung bei der Bewältigung dieser Probleme wurde im Umweltprogramm der schnellen Verabschiedung eines Bundesgesetzes über die Abfallbeseitigung beigemessen. Dieses Gesetz, das Abfallbeseitigungsgesetz (AbfG) vom 7. Juni 1972 (BGBl. I S. 873), ist am 11.6.1972 in Kraft getreten.

Das AbfG und die ergänzenden landesrechtlichen Regelungen haben inzwischen – vorzugsweise bei der öffentlichen Abfallbeseitigung – eine Vielzahl sachdienlicher Aktivitäten ausgelöst. Allerdings wird am Beispiel maßgebender Abfallgruppen noch deutlich werden (s. 3.5.2 und 3.5.3), daß der Vollzug sehr unterschiedlich ist und die bisherigen Maßnahmen zur Ordnung der Abfallbeseitigung dringend der Ergänzung bedürfen.

349. Die umweltpolitischen Aufgaben im Abfallbereich sind nicht auf die Abfallbeseitigung beschränkt. Für die Gesamtheit dieser Aufgaben ist seit einiger Zeit der Begriff Abfallwirtschaft gebräuchlich. Als Auftrag der Abfallwirtschaft läßt sich aus der grundsätzlichen Zielsetzung der Umweltpolitik ableiten,

sowohl das Abfallaufkommen als auch die Abfallbeseitigung so zu ordnen, daß die Gesundheit von Menschen nicht gefährdet und die gesellschaftlich gewünschte Nutzung von Umweltgütern nicht eingeschränkt wird.

Aus dieser Maxime läßt sich die folgende Zielhierarchie entwickeln, deren Teilziele auch in den Umweltprogrammen des Bundes und der Länder enthalten sind:

- (1) Verringerung der Abfallmengen und Verbesserung der Abfallstruktur.
 - Übergang zu Produktionsverfahren, die weniger und unproblematischere Abfälle verursachen.
 - Beibehaltung oder Einführung von Produkten, die nach Gebrauch umweltschonend wiederverwendet werden können, bzw. nach Ge- oder Verbrauch wenig und unkritische Abfälle ergeben.
 - Steigerung der umweltschonenden Weiterverwendung von Nebenprodukten.
- (2) Geordnete Beseitigung (einschließlich Wiederverwertung) der Abfälle.
 - Bereitstellung geeigneter Verfahren für alle anfallenden Abfälle.
 - Schaffung ausreichender Beseitigungskapazitäten.
 - Vollständige Zuführung der Abfälle zu den Beseitigungsanlagen.
 - Ordnungsgemäßer Betrieb der Beseitigungseinrichtungen.
- (3) Behebung der durch unsachgemäße Abfallbeseitigung entstandenen Schäden.

- Erfassen der Schäden.
- Bereitstellung geeigneter Verfahren und ausreichender Mittel.

350. Die Begriffe "Abfall" und "geordnete Beseitigung" sind hier im Sinne des Abfallbeseitigungsgesetzes zu verstehen.

In § 1 Abs. 1 AbfG werden Abfälle bestimmt als "bewegliche Sachen, deren sich der Besitzer entledigen will oder deren geordnete Beseitigung zur Wahrung des Wohles der Allgemeinheit geboten ist". Als das grundsätzliche Kriterium betrachtet der Sachverständigenrat dabei die unter einzelwirtschaftlichen Gesichtspunkten getroffene Entscheidung des Besitzers.

Unter diesen weitgefaßten Abfallbegriff fallen auch Abwässer, Schlämme aus der Abwasserreinigung und Abfälle aus Tierhaltungen. Diese Abfälle sind bereits unter 3.2 besprochen worden. Die übrigen werden im folgenden, nach der Konsistenz des überwiegenden Teils, zusammenfassend als "feste Abfälle" bezeichnet.

Geordnete Beseitigung liegt dann vor, wenn das "Einsammeln, Befördern, Behandeln, Lagern und Ablagern" von Abfällen den Anforderungen des § 2 AbfG genügt¹⁾.

Von Wiederverwertung wird gesprochen, wenn Abfälle, ggf. nach Behandlung, ganz oder teilweise dem Wirtschaftsprozess wieder zugeführt werden. Die Wiederverwertung wird somit als Teilbereich der Abfallbeseitigung aufgefaßt.

Der Begriff Wiederverwertung umfaßt im Anschluß an HÖSEL (1972 a) "die wiederholte Benutzung eines Produkts oder Materials für den gleichen Verwendungszweck".

Nebenprodukte werden dann nicht zu Abfall, wenn sie weiterverwendet, d.h. vermarktet, aufgearbeitet oder auf andere Weise genutzt werden. Recycling, also Kreislaufführung unter Aussparung des Naturhaushalts, umfaßt Wiederverwertung, Wiederverwendung und Weiterverwendung.

351. Die "festen Abfälle" können unter mannigfachen Gesichtspunkten (Erzeuger, Art von Sammlung und Abfuhr, Zusammensetzung, Beseitigungsmethode u.a.) aufgegliedert werden. Am zweckdienlichsten für seine Vorstellungen erscheint es dem Sachverständigenrat, in Anlehnung an SCHENKEL (1973) zunächst zwischen (1) produktions-spezifischen Abfällen und (2) Verbrauchsabfällen zu unterscheiden. Unter den schon gebräuchlichen Oberbegriff produktions-spezifische Abfälle stellt der Sachverständigenrat alle Abfälle, die bei fertigungstechnischen

Prozessen (Gewinnung, Be- und Verarbeitung) anfallen. Zu den Verbrauchsabfällen rechnet er formell alle übrigen Abfälle, d.h. nicht ausschließlich die Abfälle aus privaten Haushalten, sondern beispielsweise auch gewerbliche Abfälle, soweit sie nicht direkt mit der Produkterstellung zusammenhängen.

Bedeutsam für die Bewertung möglicher abfallwirtschaftlicher Maßnahmen ist, daß wesentliche Gruppen der Verbrauchsabfälle weitgehend unvermeidlich als Gemische verschiedener "abgelegter" Produkte anfallen. Hierzu zählen insbesondere diejenigen Abfälle, die sich als "Abfälle aus Haushaltungen und vergleichbare Abfälle" zusammenfassen lassen, also

- Haus- und Sperrmüll,
- haus- und sperrmüllähnliche Gewerbeabfälle sowie
- Straßenkehricht und Marktabfälle¹⁾.

Hingegen können etwa

- Autowracks und
- Altreifen

abfallwirtschaftlich als "sortenreine" Verbrauchsabfälle betrachtet werden²⁾.

3.5.2 Abfälle aus Haushaltungen und vergleichbare Abfälle als maßgebende Verbrauchsabfälle – Situation und Trends

3.5.2.1 Menge

352. Das Aufkommen an Abfällen aus Haushaltungen und vergleichbaren Abfällen ist in der Bundesrepublik insgesamt durch Erhebungen bisher nicht ermittelt worden. In einer jüngeren Studie (BATTELLE, 1973 a), die sich auf einzelne regionale und örtliche Erhebungen stützt, werden als

"Durchschnittswerte der letzten Jahre" ein

- Gesamtanfall von ca. 19 Mill. t/a, bzw. 95 Mill. m³/a und ein Anfall je Einwohner und Jahr von
- ca. 0,15 t (0,7 m³) für Landgemeinden und
- ca. 0,32 t (2 m³) für Großstädte

genannt. Das durchschnittliche spezifische Gewicht wird mit 0,2 t/m³ beziffert.

Die 1971 in der Bundesrepublik angefallenen Haus- und Sperrmüllmengen allein lassen sich nach den Erhebungen über den Stand der Abfallbeseitigung 1971 in Nordrhein-

¹⁾ "Abfälle sind so zu beseitigen, daß das Wohl der Allgemeinheit nicht beeinträchtigt wird, insbesondere dadurch, daß

1. die Gesundheit der Menschen gefährdet und ihr Wohlbefinden beeinträchtigt,
2. Nutztiere, Vögel, Wild und Fische gefährdet,
3. Gewässer, Boden und Nutzpflanzen schädlich beeinflusst,
4. schädliche Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigung oder Lärm herbeigeführt,
5. die Belange des Naturschutzes und der Landschaftspflege sowie des Städtebaus nicht gewahrt oder
6. die öffentliche Sicherheit und Ordnung sonst gefährdet oder gestört werden. Die Ziele und Erfordernisse der Raumordnung und Landesplanung sind zu beachten."

¹⁾ In den hier genannten Abfällen sind in der Regel auch die Gartenabfälle enthalten.

²⁾ Im einzelnen hat sich der Sachverständigenrat zu diesen beiden Abfallarten und zu Teilproblemen der Altölbeseitigung in seinem Gutachten "Auto und Umwelt" vom September 1973 geäußert. In Kürze wird auch die Bundesregierung einen Bericht über Autowracks und Altreifen vorlegen (s. auch BT-Drucksache VI/3154, S. 6).

Tab. 1: Haus- und Sperrmüllaufkommen 1971 in der Bundesrepublik Deutschland¹⁾

Gemeindegrößenklasse (von ... bis unter ... Einwohner)	Einwohner in der Bundes- republik	Hausmüllmenge 1971 je Einwohner in Nordrh.-Westf. (n. HENNINGS, 1973)		Hausmüllaufkommen in der Bundesrep. 1971 (hochgerechnet)		Sperrmüllmenge 1971 je Einwohner in Nordrhein- Westfalen (n. HENNINGS, 1973)	Sperrmüll- aufkommen der Bundesrep. 1971 (hoch- gerechnet)
		t	m ³	t	m ³			t	t
bis unter 20 000	29 591	0,189	0,805	5 592 699	23 820 755	0,040	1 183 640
20 000 bis unter 50 000	7 179	0,213	1,009	1 529 127	7 243 611	0,036	258 444
50 000 bis unter 100 000	4 238	0,239	1,230	1 012 882	5 212 740	0,024	101 712
100 000 und mehr	19 643	0,265	1,457	5 205 395	28 619 851	0,018	353 574
Insgesamt	60 651	0,234	1,190	13 340 103	64 896 957	0,027	1 897 370

¹⁾ Hochgerechnet nach Erhebungen in Nordrhein-Westfalen

Westfalen (HENNINGS, 1973)¹⁾ hochrechnen (s. Tab. 1). Daneben können etwa 4,7–6,3 Mill. t haus- und sperrmüll-ähnliche Gewerbeabfälle angenommen werden, wenn man dem bayerischen Umweltbericht von 1972 (S. 37) folgt. Danach beträgt der Anfall dieser Gewerbeabfälle im Mittel 30–40 Gew.-% der Haushaltsabfälle²⁾. Diese Angabe stimmt damit überein, daß 1972 in Hamburg ein Aufkommen an Haus- und Sperrmüll von 0,56 Mill. t und an "hausmüllartigen" Gewerbeabfällen von 0,21 Mill. t (das sind 37,5%) ermittelt wurde³⁾.

353. Mittelfristig wird bei den Abfällen aus Haushaltungen und vergleichbaren Abfällen insgesamt mit einer Steigerungsrate zwischen 3,5 Gew.-% (BATTELLE, 1973 a) und 5–6 Gew.-% (MÜLLER, 1973) gerechnet, wenn sich die Entwicklung der letzten Jahre unbehindert fortsetzen kann⁴⁾. Dann würde sich auch das spezifische Gewicht weiterhin verringern, das Abfallvolumen gegenüber dem Abfallgewicht also überproportional vergrößern.

Auch hier stehen, wie bei den Abfallmengen, die Großstädte an der Spitze der Entwicklung. In Hamburg (Wägung von 40% aller Abfälle) betrug das spezifische Gewicht von Haus- und Sperrmüll sowie "hausmüllartigen" Gewerbeabfällen 1972 im Durchschnitt 0,148 t/m³). Für Nordrhein-Westfalen galt 1971 (HENNINGS, 1973):

Gemeindegrößenklasse (von ... bis unter ... Einw.)	Spez. Gewicht des Hausmülls (t/m ³)
00 bis unter 20 000	0,235
20 000 – 50 000	0,211
50 000 – 100 000	0,194
100 000 und mehr	0,192
Durchschnitt	0,197

354. Einer derartigen Entwicklung des Abfallaufkommens sind die eingeführten Sammel- und Transportsysteme auf Dauer nicht gewachsen. Auch neue Technologien wie straßenunabhängige Transportsysteme oder Verdichtungseinrichtungen in Haushalten könnten letztlich nur eine "Phasenverschiebung" bewirken. Zumindest mittel- bis langfristig muß deshalb eine Stabilisierung (besser Verringerung) des Abfallaufkommens erreicht werden.

3.5.2.2 Zusammensetzung

355. Die Zusammensetzung des Hausmülls (einschließlich der in der Regel mitgesammelten Abfälle kleiner Gewerbebetriebe) ist (wie die Menge) abhängig von den Gemeindegrößen und den sozio-ökonomischen Strukturen der Einzugsgebiete sowie der Jahreszeit (SHIN, 1971; JÄGER, 1973 u.a.). Als Schwankungsbreiten werden angegeben (BATTELLE, 1973 a):

¹⁾ Die Erhebungen in Nordrhein-Westfalen haben auch ein detailliertes Zahlenmaterial über Sammlung, Transport, Behandlung und Ablagerung von Haus- und Sperrmüll geliefert. Eine Auswahl aus den Erhebungsergebnissen ist in Anhang II, 1 bis 3 enthalten.

²⁾ MÜLLER (1973) schätzt den Anfall an hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen auf etwa 20 Gew.-% des Hausmülls und den Sperrmüllanfall auf 4–10 Gew.-%. Bei Straßenkehrrecht rechnet er in Kleinstädten mit etwa 10–15 kg/E.a. in Mittelstädten mit etwa 30–45 kg/E.a. und in Großstädten mit 50–120 kg/E.a.

³⁾ Quelle: Baubehörde Hamburg.

⁴⁾ Für die einzelnen Abfallarten gelten dabei unterschiedliche Steigerungsraten, die zudem regional differenziert sind. Sehr große Steigerungsraten – MÜLLER (1973) nennt aus Stuttgart 40–50% – sind beim Sperrmüll zu beobachten.

(Hauptbestandteile in Gew.-% Trockensubstanz bei einem Wassergehalt von 25-35 %)	
Küchenabfälle	10-16 %
Druck- und Packpapier	30-40 %
Kunststoffe	3- 5 %
Textilien, Holz, Leder	3- 6 %
Glas, Steine	15-17 %
Metalle (davon über 90 % Eisen)	3-10 %
Feinanteil (Siebloch-Ø 8 mm Asche, Sand usw.)	10-36 %

Diese Zahlen stützen sich auf Einzeluntersuchungen, die in verschiedenen Gebieten und von unterschiedlicher Seite, d. h. als Gesamtheit nicht systematisch durchgeführt wurden. Für Sperrmüll, Straßenkehricht und Marktabfälle liegen vergleichbare Angaben nicht vor. Ebenso fehlen detaillierte prognostische Untersuchungen bezüglich der Zusammensetzung dieser Abfälle.

Der Sachverständigenrat unterstützt deshalb nachdrücklich die Forderung nach "Messungen über Zusammensetzung und Menge von Hausmüll, Sperrmüll und Straßenkehricht in definierten Untersuchungsgebieten nach einheitlichen Begriffsbestimmungen, Meßverfahren und Analysemethoden" (Mat. UPr. BReg. 1971, S. 41). Er empfiehlt darüber hinaus, alle den Haushaltsabfällen vergleichbare Abfälle in diese Messungen einzubeziehen.

356. Die Hausmüllzusammensetzung hat sich innerhalb der letzten 20 Jahre stark verändert. Diese Veränderung hat insbesondere der Beseitigungstechnik erhebliche Schwierigkeiten bereitet. Die wesentlichen Ursachen für die Veränderung der Zusammensetzung sind

- die Umstellung des Hausbrandes von Kohle auf Heizöl und Heizgas sowie
- die außerordentliche Zunahme der Verpackung allgemein, insbesondere der Einwegbehälter.

Die zukünftige Entwicklung ist unsicher. Es ist fraglich, ob sich die Umstellung des Hausbrandes wie bisher fortsetzen wird, was weiterhin auf eine überproportionale Zunahme der verbrennbaren Hausmüllanteile hinausläufe. Bestimmend für die Veränderungen der Zusammensetzung werden mittelfristig jedoch die Einwegverpackungen sein, wobei im Vordergrund steht, "ob und inwieweit die Einwegflasche für Massenkonsumgetränke eingeführt und aus welchem Material sie sein wird" (BATTELLE, 1973 a).

357. Um die spezifische Problematik der denkbaren Substituenten für die heute noch überwiegend verwandte Glas-Mehrwegflasche herauszustellen, sind in einer Studie (BATTELLE, 1973 a) die voraussichtlichen Auswirkungen eines Ersatzes aller Glas-Mehrwegflaschen durch jeweils nur einen Substituenten abgeschätzt worden. Bei vollständigem Ersatz durch Glas-Einwegflaschen wäre danach mit dem

Hausmüll ein Glasanfall von rd. 12 Mill. t/a zu erwarten bei gleichzeitigem Anstieg des Hausmüllanfalls auf 420–450 kg/E.a. Der Glasanteil im Hausmüll würde auf 50 Gew.-% ansteigen und damit die technische Grenze für Verbrennung und Kompostierung (40 Gew.-%) merklich überschreiten.

Die ausschließliche Einführung von Kunststoff-Einwegflaschen (CO₂-freie Getränke in Polyäthylen-Flaschen, CO₂-haltige Getränke in Flaschen aus Polyvinylchlorid und Pappe) ergäbe folgende Auswirkungen: Der Glasanteil im Hausmüll säne auf 5–6 Gew.-%, der Kunststoffanteil stiege von 4–5 auf etwa 12 Gew.-%, der Anteil von PVC allein von 0,45 auf etwa 6 Gew.-%. Letzteres hätte u. a. zur Folge, daß alle Müllverbrennungsanlagen mit einer (für große Anlagen noch nicht erprobten) Rauchgaswäsche ausgestattet werden müßten, die allerdings die Probleme nur zur Wasserseite hin verschieben würde. Für den gesamten Kunststoffanteil gilt nach REIMER (1972), daß "die Schwierigkeiten, die aus dem erhöhten Heizwert ... einerseits und dem niedrigen Schmelzpunkt andererseits für den Ablauf der Verbrennung entstehen können, ... bei den am Markt befindlichen Verbrennungssystemen so lange unerheblich" sind, wie er 10 Gew.-% nicht übersteigt. Bei vorangehender Homogenisierung (hierzu müßten bei vielen bestehenden Anlagen aber zunächst Einrichtungen geschaffen werden) ließe sich ein Gesamtanteil bis zu 20 Gew.-% noch einwandfrei verarbeiten.

358. Sicherlich ist der Ersatz der Glas-Mehrwegflasche durch einen Substituenten als wenig wahrscheinlich anzusehen, ebensowenig – angesichts der Preisentwicklung etwa bei Glas-Einwegflaschen und Kunststoffen – ein schnell voranschreitender Ersatz durch Einwegbehältnisse überhaupt. Dennoch wird durch die genannten Schätzungen sehr deutlich, daß künftig Instrumente zur Steuerung auch der Zusammensetzung von Abfällen wie des Hausmülls bereitstellen müssen. Eine solche Steuerung hat, wie jede andere im Abfallbereich, unter Optimierungsgesichtspunkten zu erfolgen, die sich über alle Umweltbereiche erstrecken. Im Falle der Verpackung für Massenkonsumgetränke spricht aber auch dann alles für die Glas-Mehrwegflasche (BATTELLE, 1973 b).

3.5.2.3 Sammlung und Transport

359. In der Bundesrepublik wird gegenwärtig der Hausmüll von rd. 80% der Bevölkerung regelmäßig gesammelt und abgefahren (SCHUBERT, 1973). Die regelmäßige Sperrmüllabfuhr ist weniger verbreitet. Geschäftsmüll wird häufig mit Haus- und Sperrmüll abgefahren. Generell nimmt der Anteil der öffentlich entsorgten Einwohner mit der Gemeindegröße zu. Die in Nordrhein-Westfalen (1971) ermittelten Zahlen für die Haus- und Sperrmüllabfuhr können deshalb in ihrer Tendenz als typisch angesehen werden:

Gemeindegrößenklasse (von . . . bis unter . . . Einw.)	Ange- schlossen an eine Haus- müllabfuhr	Ange- schlossen an eine Sperr- müllabfuhr
bis unter 2 000	78,4 %	52,8 %
2 000 – 5 000	88,2 %	81,8 %
5 000 – 10 000	91,2 %	88,5 %
10 000 – 20 000	95,2 %	95,2 %
20 000 – 50 000	97,2 %	96,6 %
50 000 – 100 000	99,0 %	99,0 %
100 000 und mehr	99,7 %	99,7 %
Insgesamt	97,1 %	96,0 %

Sammlung und Transport entsprechen teilweise nicht dem Stand der Technik, insgesamt sind sie jedoch die entwickeltesten Gebiete der Abfallbeseitigung. Ihr Anteil an den Gesamtbeseitigungskosten liegt gegenwärtig zwischen 60 und 80 %.

Als Folge des AbfG ist die Pflicht zum Sammeln und Transportieren zumindest der Abfälle aus Haushalten in den meisten Flächenstaaten auf die Landkreise und kreisfreien Städte übergegangen. Hieraus ist zunächst eine weitere Verbesserung der Situation zu erwarten, u. a. auch ein Zurückgehen der wilden Ablagerungen.

Bleiben jedoch die derzeitigen Zuwachsraten insbesondere von Hausmüll, Sperrmüll und hausmüllähnlichen Abfällen uneingeschränkt bestehen, so werden die heutigen Sammel- und Transportsysteme nicht nur – wie oben ausgeführt – an technische Grenzen stoßen. Auch ihre Kosten werden sich in wenigen Jahren vervielfachen (JUNGINGER, 1973). Diese Entwicklung sollte angesichts der drängenden anderen Aufgaben der Abfallwirtschaft – die bei Prioritätskonflikten wegen der weniger breiten und direkten Betroffenheit wahrscheinlich unterliegen würden – keineswegs als unabänderlich hingenommen werden.

3.5.2.4 Behandlung und Ablagerung

360. Eingeführte Verfahren zur Behandlung oder Ablagerung fester Abfälle aus Haushaltungen und vergleichbarer Abfälle sind

- geordnete und kontrollierte Ablagerung (Deponie)
- Verbrennung und
- Kompostierung.

Soweit die genannten Abfälle nach diesen Verfahren beseitigt werden und die Beseitigungsanlagen

- an geeigneten Standorten errichtet sind,
- dem Stand der Technik entsprechen sowie
- ordnungsgemäß betrieben werden

sind unvertretbare Einflüsse auf die Umwelt derzeit nicht zu befürchten.

Die eingeführten Behandlungsverfahren sind entweder bereits auf die Wiederverwertung von Abfällen oder Abfallanteilen gerichtet (Kompostierung), bzw. können damit verbunden sein (Verbrennung). Der Einsatz neuer Beseitigungsverfahren (auch ausgesprochener Wiederverwertungsverfahren) ist nur dann abfallwirtschaftlich sinnvoll, wenn bei mindestens gleichgeringer Inanspruchnahme von Umweltgütern eine günstigere Kosten-Nutzen-Relation erreicht werden kann. Auf die Verhältnisse in der Bundesrepublik abgestellte, großtechnisch erprobte Behandlungsverfahren, die diesem Anspruch genügen, stehen für die Abfälle aus Haushaltungen und die vergleichbaren Abfälle noch nicht zur Verfügung (BATTELLE, 1973 b).

Der Sachverständigenrat hält auch angesichts der gegenwärtigen Situation bei der Abfallbeseitigung eine staatliche Förderung von Entwicklungsarbeiten an solchen Verfahren für weniger dringlich, als Zuschüsse für die Sanierung von Ablagerungsplätzen, die Einrichtung geordneter Ablagerungsplätze sowie den Bau von Verbrennungs- und Kompostierungsanlagen.

Bei jeder Neuerrichtung einer Abfallbeseitigungsanlage wird darüber gestritten, welches der drei erprobten Verfahren das "umweltfreundlichste" sei. In diese Diskussion wird jedoch häufig nicht die Gesamtheit derjenigen Abfälle einbezogen, die nach verantwortlicher Anwendung des § 3 Abs. 3 AbfG¹⁾ bei der öffentlichen Abfallbeseitigung anfallen. Unter diesem Aspekt und dem des Umweltschutzes weisen aber sowohl die Verbrennung als auch die Kompostierung spezifische Vorteile und Nachteile auf. Das gleiche gilt für die Ablagerung. Sie ist zwar für bestimmte Abfälle und Reststoffe unumgänglich, bietet aber keineswegs in jedem Fall die beste Lösung für unbehandelte Abfälle der hier betrachteten Art. Optimale Abfallbeseitigung ist immer dann zu erwarten, wenn nach überörtlicher Planung ein Verbund von Anlagen mit unterschiedlichen Verfahren herbeigeführt wird (vgl. hierzu auch DUNZ, 1973).

361. Der Stand bei den Kompostierungsanlagen stellte sich im Juni 1973 nach Auskünften der Zentralstelle für Abfallbeseitigung (ZfA) folgendermaßen dar:

In der Bundesrepublik waren 18 Anlagen in Betrieb und 3 in Bau (Ennepetal, Heidelberg, Pinneberg), 6 weitere befanden sich in der fortgeschrittenen Planung (Geretsried, Groß

¹⁾ Die Absätze 1 bis 4 des § 3 AbfG lauten:

- (1) Der Besitzer hat Abfälle dem Beseitigungspflichtigen zu überlassen.
- (2) Die nach Landesrecht zuständigen Körperschaften des öffentlichen Rechts haben die in ihrem Gebiet angefallenen Abfälle zu beseitigen. Sie können sich zur Erfüllung dieser Pflicht Dritter bedienen.
- (3) Die in Absatz 2 genannten Körperschaften können mit Zustimmung der zuständigen Behörde solche Abfälle von der Beseitigung ausschließen, die sie nach ihrer Art oder Menge nicht mit den in Haushaltungen anfallenden Abfällen beseitigen können.
- (4) Im Falle des Absatzes 3 ist der Besitzer zur Beseitigung der Abfälle verpflichtet. Absatz 2 Satz 2 gilt entsprechend.

Gerau, Offenburg, Lampertheim, Hattenheim, Hameln). Ende 1973 sollte in 19 Kompostwerken der Hausmüll von 1,41 Mill. Einwohnern behandelt werden (dazu häuslicher Klärschlamm und z.T. Sperrmüll in Restverbrennungsanlagen), Ende 1974 in 22 Anlagen der Hausmüll von 2,09 Mill. Einwohnern. In den Abfallbeseitigungsplänen der Länder, die vorlagen, waren 34 weitere Anlagen vorgesehen.

362. Die Anzahl der 1973 in Betrieb befindlichen Müllverbrennungsanlagen ist Anhang II,4 zu entnehmen. Ihnen wurde der Hausmüll von rd. 15 Mill. Einwohnern (23%) zugeführt (ROSSI, 1973). In welchem Anteil Sperrmüll, Straßenkehricht und hausmüllähnliche Gewerbeabfälle mitverbrannt wurden, ist insgesamt nicht ermittelt worden.

363. Diejenigen Abfälle aus Haushaltungen und vergleichbaren Abfälle, die nicht verbrannt oder kompostiert werden (z.B. der Hausmüll von 75% der Bevölkerung), sowie Reststoffe von Kompostierung und Verbrennung werden abgelagert. Wie groß gegenwärtig der Anteil geordnet und kontrolliert abgelagerter Abfälle¹⁾ ist, läßt sich wegen der – vor allem durch die Landes-Abfallgesetze und das AbfG bestimmten – fortschreitenden Veränderungen nicht exakt angeben.

Zweifellos kann aus der Entwicklung in einzelnen Ländern auf eine Besserung in jüngster Zeit geschlossen werden. So wurden z.B. in Rheinland-Pfalz, wie eine Befragung der Landratsämter und kreisfreien Städte im Oktober 1973 ergab, die vorher rd. 3000 "öffentlichen" Ablagerungsplätze auf 59 offiziell betriebene Plätze reduziert (SPETH, 1973; s. Anhang II,5) und laut Umweltbericht der Hessischen Landesregierung (1973) von den rd. 3000 hessischen "Abfallkippen" 2500 geschlossen und teilweise rekultiviert.

Andererseits sollten derartige Zahlen bei dem Versuch einer Gesamtbeurteilung nicht überbewertet werden. Allein der Augenschein spricht allenthalben dafür, daß die ungeordnete und wilde Ablagerung der hier in Rede stehenden Abfälle die Größenordnung von 1970/71 (Mat.U.Pr.BReg., 1971, S.43: Haus- und Sperrmüll von 63% der Bevölkerung) bisher nicht entscheidend unterschritten hat.

Auch sagt der Umstand, daß sich die Anzahl offiziell betriebener Ablagerungsplätze verringert hat, nur bedingt etwas über deren jetzige Qualität aus. Welcher Nachholbedarf an Sanierungsmaßnahmen zugleich berücksichtigt werden muß, verdeutlichen die o.g. Erhebungen in Nordrhein-Westfalen. Für 1971 wurden dort von den Gemeinden 765 Ablagerungsplätze für Hausmüll gemeldet. Davon besaßen z.B. 56% keine vollständige Einzäunung, 81% keine Aufenthaltsräume und Sanitäreinrichtungen, 79% keine Feuer-schutz-einrichtungen und 90% keine Kontroll- und Beobachtungsbrunnen; auf 67% der Plätze wurden die Abfälle nicht täglich einplaniert und auf 78% nicht täglich abgedeckt (im einzelnen s. Anhang II,3).

Zu den unzureichend betriebenen offiziellen Ablagerungsplätzen kommen die wilden Müllkippen, die bei den Erhebungen in Nordrhein-Westfalen "mit Sicherheit in keinem Fall" (HENNING, 1973) angegeben wurden, und für die zumindest fraglich ist, wieweit sie in anderen Zusammen-

stellungen enthalten sind. Ohne Zweifel wird eine nicht unerhebliche Anzahl "geschlossener" aber noch nicht rekultivierter Ablagerungsplätze weiterhin wild benutzt. Nicht zuletzt läßt der erste bayerische Umweltbericht Rückschlüsse auf die derzeitige Gesamtsituation zu. Er gibt mit beispielhafter Offenheit an, daß Ende 1972 in Bayern die Abfälle von 70% der Bevölkerung ungeordnet beseitigt wurden.

364. Insgesamt tritt nach Einschätzung des Sachverständigenrates die Besserung bei der öffentlichen Abfallbeseitigung zögernder ein, als es geboten und möglich wäre. Zeithorizonte für eine Ordnung dieses Bereichs der Abfallwirtschaft, die bis 1990 reichen, erscheinen nicht akzeptabel. Die Investitionskosten für ausreichende Sammlungs- und Transporteinrichtungen sowie Anlagen zur geordneten Behandlung und Ablagerung sind (bezogen auf den Zeitraum 1972–1980/81) auf gut 2,5 Mrd. DM geschätzt worden (Mat.U.Pr.BReg., 1971, S.63; HÖSEL, 1972b). Danach erscheint eine Finanzierung gesamtwirtschaftlich durchaus darstellbar. Da auch hinreichende rechtliche (AbfG) und technologische Voraussetzungen gegeben sind, hält der Sachverständigenrat zur beschleunigten Neuordnung der öffentlichen Abfallbeseitigung vor allem für erforderlich:

- Verstärkte Bemühungen der beseitigungspflichtigen Körperschaften und deren nachhaltige Unterstützung durch die zuständigen Behörden.
- Erhöhte finanzielle Anreize zum Bau von Beseitigungseinrichtungen.
- Intensive Aufklärung der Bevölkerung, um den z.T. exzessiven Schwierigkeiten beim Durchsetzen von Standorten für neue Beseitigungsanlagen zu begegnen.

3.5.3 Produktionsspezifische Abfälle – Situation und Trends

3.5.3.1 Arten und Mengen

365. Im Zusammenhang mit den Vorbereitungen zu einem Gesetz über Umweltstatistiken (BT-Drucks. VII/988) werden beim Statistischen Bundesamt "Abfallartenkataloge" aufgestellt. Mit diesen – im Mai 1974 vollständig vorliegenden – Katalogen wird eine erste umfassende Übersicht über die Vielzahl der in der Bundesrepublik anfallenden Gruppen (z.T. auch Arten) produktionspezifischer Abfälle zur Verfügung stehen. Auszugsweise werden sie in Anhang II, 6 wiedergegeben.

Ein Abfallkatalog wird auch beim Bund-Länder-Ausschuß "Sonderabfälle" erarbeitet. Der Sachverständigenrat begrüßt, daß die Arbeiten des Statistischen Bundesamtes und des Bund-Länder-Ausschusses koordiniert erfolgen. Er hält eine Vereinheitlichung der Begriffe gerade in diesem Bereich für besonders dringlich.

366. Über die entstehenden Mengen produktionspezifischer Abfälle liegen regional sehr ungleichwertige, nur be-

¹⁾ Die Kriterien für eine geordnete und kontrollierte Ablagerung (Deponie) gehen aus dem Merkblatt 3 der ZfA (1969) und einer Anleitung des Regional Office for Europe der WHO (1973) hervor (s. Lit.-Verz.).

grenzt vergleichbare und insgesamt völlig unzureichende Informationen vor. Schätzungen des jährlichen Gesamtanfalls in der Bundesrepublik bewegen sich zwischen 27 Mill. t (Mat. UPr. BReg., 1971, S. 50) und 49 Mill. t. Von der regionalen Strukturierung produktionsspezifischer Abfälle geben neuere Erhebungen aus Hessen (Anhang II, 7) und Baden-Württemberg (Anhang II, 8) einen Eindruck. Die Angaben aus Baden-Württemberg über "voraussichtlich 1975 anfallende Abfallmengen" verdeutlichen zugleich die unterschiedlichen Trends bei den einzelnen Abfallgruppen.

367. Die Vielfalt der produktionsspezifischen Abfälle und ihre uneinheitliche Entwicklung führt zwangsläufig zu sehr verschiedenartigen abfallwirtschaftlichen Problemen. Diese sind bisher im einzelnen nur unvollkommen überschaubar. In diesem Gutachten ist in erster Linie auf die unterschiedliche "Umweltintensität" einzugehen. Dazu können die produktionsspezifischen Abfälle nach ihren stofflichen Eigenschaften grob in drei Gruppen eingeteilt werden:

Gruppe I — quasiinerte Abfälle,

Gruppe II — schädliche Abfälle,

Gruppe III — gefährliche und stark belästigende Abfälle.

Der vielfach verwendete Begriff "Sonderabfälle" ist hier zur besonderen Kennzeichnung ungeeignet. Er ist in seiner jetzigen Bestimmung durch § 3 Abs. 3 AbfG (Abfälle, die nach ihrer Art oder Menge von den zuständigen Körperschaften nicht mit den in Haushaltungen anfallenden Abfällen beseitigt werden können) naturgemäß kein Sammelbegriff für Abfälle mit näher bestimmten stofflichen Eigenschaften.

FÜRMAIER (1973) unterscheidet grundsätzlich drei Gruppen von Sonderabfällen:

(1) Sonderabfälle, die nicht dem AbfG unterliegen und aufgrund anderer Gesetze in jeweils besonderen Anlagen beseitigt, bzw. aufgearbeitet werden müssen (Altöle, radioaktive Abfälle, Tierkörper).

(2) Sonderabfälle, die dem AbfG unterliegen und aufgrund ihrer Art und Menge am zweckmäßigsten in jeweils besonderen Anlagen beseitigt, bzw. aufgearbeitet werden (Abfälle aus Massentierhaltungen, Schlachtabfälle, Altauos und Eisensperrmüll, Altreifen und Gumiabfälle, infektiöse Abfälle).

(3) Sonderabfälle produktionsspezifischer Art, die dem AbfG unterliegen und aufgrund ihrer Art oder Menge nicht mit Hausmüll beseitigt werden können.

Soweit im folgenden von "produktionsspezifischen Sonderabfällen" gesprochen wird, liegt dem die Abgrenzung nach FÜRMAIER zugrunde. Für die Zuordnung der oben unterschiedenen Abfallgruppen gilt dabei: Gegenwärtig können in der Regel die "gefährlichen und stark belästigenden Abfälle" allein wegen ihrer Art durch die zuständigen Körperschaften nicht geordnet mit den Abfällen aus Haushaltungen beseitigt werden. Darüber hinaus sind zu den produktionsspezifischen Sonderabfällen noch örtlich unterschiedliche, von den jeweiligen Gegebenheiten abhängige Anteile der "schädlichen" und streng genommen auch "quasiinerten Abfälle" zu rechnen.

In den Mat. UPr. BReg. (1971, S. 50) ist der Anfall an "Sondermüll" mit 2 Mio. t/a angegeben worden. Als "Sondermüll" werden dabei "Abfälle aus gewerblichen Betrieben" bezeichnet, die "wegen ihrer toxischen oder anderweitig nachteiligen Eigenschaften nicht ohne besondere Vorbehandlung oder Vorsichtsmaßnahmen allein oder mit Hausmüll beseitigt werden können". Die Mengenangabe kann deshalb nur als roher Richtwert für den Teil der produktionsspezifischen Sonderabfälle in Anspruch genommen werden, auf den diese Kennzeichnung zutrifft.

(I) Quasiinerte Abfälle

368. Die überwiegende Menge der produktionsspezifischen Abfälle¹⁾ besitzt stoffliche Eigenschaften, die weder gefährlich noch stark belästigend sind und Schäden an Wasser, Boden und Luft allenfalls bei besonders sachgemäßer Beseitigung erwarten lassen. Diese im strengen Sinne oft nicht inert²⁾ Abfälle können als "quasiinert" angesprochen werden.

Das eigentliche Problem der quasiinerten Abfälle liegt in ihrer Menge (s. u.), die zunehmend Schwierigkeiten bei einer geordneten Unterbringung zu vertretbaren Kosten (Transportentfernungen) bereitet. Geordnete Beseitigung bedeutet in diesem Fall vor allem auch landschaftsgerechte Gestaltung bei der Ablagerung.

Typische und zugleich maßgebende Abfälle dieser Gruppe sind u. a.: Abfälle aus der Stahlerzeugung, Schlacken und Aschen der Energieerzeugung, Bauschutt und Abbruchmaterial.

Abfälle aus der Stahlerzeugung

Rohstahl und produktionsspezifische Rückstände stehen heute in einem Gewichtsverhältnis von rd. 1:1. 90% der Rückstände werden entweder verkauft, als Kreislaufstoffe wieder eingesetzt oder einer anderweitigen Verwendung zugeführt. Als Abfälle (Restschlacken, verbrauchte feuerfeste Zustellungen, Bauschutt, Stäube u. a.) verbleiben ca. 100 kg je t Rohstahl (HAUCKE, 1970). Das entspricht gegenwärtig einer Gesamtmenge von rd. 5 Mill. t/a.

Vom Einsatz neuer und größerer Produktionseinheiten wird ein Rückgang der spezifischen Rückstandsmengen, zugleich aber auch der Kreislaufführung erwartet. Das künftige Abfallaufkommen wird davon abhängen, wie weit bisherige Kreislaufstoffe weiterhin rückgeführt oder auch auf andere Art weiterverwendet werden können.

Schlacken und Aschen aus der Energiegewinnung

1970 sind bei der Stromerzeugung und der übrigen Energieindustrie rd. 12 Mill. t Aschen und Schlacken angefallen (Mat. UPr. BReg., 1971, S. 538 ff.), dabei etwa die Hälfte aus der Verwendung von Steinkohle. Die Schätzungen über den künftigen Gesamtanfall (1980 rd. 12,3 Mill. t) gingen von erheblich abnehmendem Steinkohleinsatz aus. Sie müssen angesichts der jüngsten Ereignisse auf dem Energiemarkt voraussichtlich nach oben korrigiert werden.

Bauschutt und Abbruchmaterial

Als Anfall in der Bundesrepublik wurden für 1970 5 Mill. t (Mat. UPr. BReg., 1971, S. 50) angegeben. Generell ist mit einer Zunahme dieser Abfälle zu rechnen. Im (Ballungs-)Gebiet des Siedlungsverbandes Ruhrkohlenbezirk rechnet SCHENKEL (1973) mit einem Wert von 60–80 kg/E. a bei "normaler Bautätigkeit", zeitweisen Steigerungen bis zu 1 t/E. a und langfristig mit einem Bauschuttanfall von 1,5–2,5 Mill. t/a.

(II) Schädliche Abfälle

369. Bestimmte produktionsspezifische Abfälle können zwar ihrer Art nach Umweltschäden hervorrufen, sind jedoch nicht ausgesprochen gefährlich oder stark belästigend. Diese hier als "schädlich" rubrizierten Abfälle können, wenn ihre Konsistenz es zuläßt und bestimmte Relationen

¹⁾ Ohne Berücksichtigung der Schlämme aus der Brauchwasseraufbereitung und der Abwasserreinigung sowie der Abfälle aus Tierhaltungen.

²⁾ Hier in dem Sinne gebraucht, daß keine Austauschvorgänge mit der Umgebung stattfinden.

eingehalten werden¹⁾, in der Regel auch ohne Vorbehandlung gemeinsam mit Abfällen aus Haushaltungen beseitigt werden. Schwerwiegende, zumeist auch spezifische Beseitigungsprobleme bereiten diese Abfälle erst dann, wenn sie in großen Mengen anfallen. Zu diesen solcherart problematischen Abfällen zählen u. a.: Rotschlamm, Salzabfälle der Kalirohsalzverarbeitung und Abfallgipse.

Rotschlamm

Bei der Verarbeitung²⁾ von Bauxit zu Tonerde, dem Rohstoff der Aluminiumherzeugung, entsteht als Nebenprodukt sogenannter Rotschlamm³⁾. Trotz vielfältiger Versuche ist es bis heute nicht möglich, merkliche Mengen dieses Rückstandes wirtschaftlich weiterzuverwenden. Zur Zeit fallen deshalb in der Bundesrepublik fast 1 Mill. t/a Rotschlamm als Abfall an. Dieser Anfall kann in den nächsten Jahren mit der Aluminiumproduktion stark ansteigen.

Versuche, Rotschlamm in die Nordsee zu verbringen, sind negativ verlaufen. Entsprechende Anträge sind inzwischen zurückgezogen worden. Heute wird der Rotschlamm überwiegend auf gesonderten Plätzen abgelagert. Besonders wegen der hohen Alkalität aber die Ablagerung auch nur als Zwischenlösung mit sehr eingegrenzten künftigen Möglichkeiten anzusehen.

Salzabfälle

Bei der Verarbeitung von Kalirohsalz entstehen u. a. große Mengen fester Salzurückstände, von denen 4–5 Mill. t/a (Mat. UPr. BReg., 1971, S. 362) nicht zum untertägigen Versatz verwendet, sondern aufgehaldet werden. Die Halden (in der Hauptsache Kochsalz) sind potentielle Gefahrenquellen für die Gewässer (Versalzung). Sie können nicht begrünt werden und bilden weithin sichtbare landschaftsfremde Elemente.

Abfallgipse

Bei der Produktion von Naßphosphorsäure entsteht Gips, der nur zu einem geringen Teil weiterverwendet wird. Abgelagerter Gips kann zu einer Aufhärtung des Grundwassers führen, deshalb sind bei der Ablagerung besondere Schutzmaßnahmen erforderlich.

¹⁾ Über die "zulässigen" Relationen kann nur im Einzelfall (Beseitigungsanlage, Abfallart) entschieden werden. Angesichts der lückenhaften Bewertungsgrundlagen ist ausdrücklich davor zu warnen, hierbei etwa das "Reinigungspotential der Böden" oder ein wie auch immer verstandenes "Absorptionsvermögen des Hausmülls" großzügig einzukalkulieren.

²⁾ Speziell nach dem BAYER-Verfahren, nach dem heute ca. 95% der Tonerde gewonnen wird.

³⁾ Der Rotschlamm eines Werkes, das jeweils fünf Bauxitsorten verarbeitete, hatte folgende jahresdurchschnittliche Zusammensetzung (bezogen auf Trokensubstanz):

	1971	1972	1. Halbjahr 1973
% SiO ₂	11,88	11,48	11,76
% Fe ₂ O ₃	35,51	41,19	39,44
% TiO ₂	5,64	7,01	5,57
% CaO	0,85	0,64	0,34
% Al ₂ O ₃	26,86	22,44	24,33
% Na ₂ O, lösl.	0,78	0,69	0,46
% Na ₂ O, total	7,55	7,79	8,26
% MnO	0,19	0,13	0,04
% Glühverlust	10,13	7,86	9,14
% Rest	1,39	1,46	1,12

Der durchschnittliche Feuchtigkeitsgehalt war 40%, 37% und 37%, der pH-Wert lag zwischen 11 und 14.

Ein sehr viel weitergehender Einsatz der Abfallgipse erscheint realisierbar und auch deshalb wünschenswert, weil andererseits landschaftlich wertvolle Gebiete durch fortschreitenden Gipsabbau zerstört werden.

(III) Gefährliche und stark belästigende Abfälle

370. Zu einer dritten Gruppe können diejenigen produktionsspezifischen Abfälle zusammengefaßt werden, die der Art nach – und weitgehend unabhängig von der Menge – besondere Gefahren oder starke Belästigungen hervorzurufen vermögen. Hierzu zählen¹⁾:

- giftige Abfälle (z. B. cyanidische Härtesalzurückstände, Salzschlacken und cyanidische Salze, Galvanikschlämme und andere Galvanikrückstände, Beizbäderrückstände, Abfallsäuren und -laugen, toxische Rückstände aus Abluftreinigungsanlagen, ein Teil der Rückstände, Fehlchargen und Retouren der chemischen und pharmazeutischen Industrie),
- brand- und explosionsgefährliche Abfälle (z. B.: Magnesiumstaub, pyrotechnische Abfälle, ein Teil der nichtwässrigen Lösungsmittel),
- geruchsintensive Abfälle (z. B.: Rückstände aus der Häute- und Rohfellbearbeitung und aus Gerbereien, Sudkessel- und Leimkesselrückstände, Lack- und Farbschlämme), ausgesprochen
- wassergefährdende Abfälle (z. B.: Lösungsmittel und lösungshaltige Schlämme, Schlämme aus Öl- und Fettabscheidern, Ölemulsionen, Bleicherden, Säureharze, Säureteere, mit Phenolen beladene verbrauchte Laugen, Metallkrätzen aus der Raffination von NE-Metallen und andere NE-metallhaltige Abfälle) und
- radioaktive Abfälle²⁾.

Die Gesamtmenge der gefährlichen und stark belästigenden Abfälle läßt sich gegenwärtig kaum genauer abschätzen. Sie liegt sicher aber erheblich unter derjenigen der quasiinerten und schädlichen produktionsspezifischen Abfälle.

3.5.3.2 Beseitigung

371. Der Sachverständigenrat verkennt nicht, daß vor allem in jüngster Zeit die Bemühungen um eine geordnete Beseitigung auch der produktionsspezifischen Abfälle verstärkt worden sind. In der Praxis hat sich aber in diesem Bereich seit Inkrafttreten des AbfG entschieden zu wenig verändert³⁾. Nach wie vor bleibt die Beseitigung solcher Abfälle,

¹⁾ Mit der Auswahl der Beispiele aus den folgenden Gruppen ist keine besondere Bewertung gegenüber nicht genannten Abfällen beabsichtigt.

²⁾ Die bestehenden Sicherheits- und Schutzvorschriften und die Beseitigung in staatlichen Einrichtungen unter ständiger Kontrolle schließen eine Gefährdung durch die gegenwärtig in der Bundesrepublik Deutschland entstehenden radioaktiven Abfälle weitestgehend aus. Die Ausführungen über Menge und Beseitigung gefährlicher Abfälle beziehen sich deshalb nicht auf radioaktive Abfälle.

³⁾ Eine Zusammenstellung der z. Z. vorhandenen Anlagen zur Beseitigung produktionsspezifischer Abfälle wird in Anhang II. 9 und 10 gegeben. Die dort verzeichneten Kapazitäten können aufgrund der berücksichtigten Anlagearten zu einem überschlägigen Vergleich mit dem Gesamtanfall an "Sondermüll" (im Sinne d. Mat. UPr. BReg., s. o.) von rd. 2 Mill. t/a herangezogen werden.

insbesondere auch schädlicher, gefährlicher und stark belästigender Abfälle, sehr häufig den Besitzern und den von ihnen beauftragten Dritten überlassen, obgleich

- die meisten dieser Abfälle zumindest kurz- bis mittelfristig zwangsweise fortlaufend entstehen,
- vor allem viele mittlere und kleinere Betriebe ihre Abfälle nicht selbst geordnet beseitigen können,
- Dritte, die eine zugeordnete Beseitigung übernehmen könnten, sehr oft nicht zur Verfügung stehen und
- eine wirksame staatliche Überwachung der privaten Abfallbeseitigung nur sehr begrenzt erfolgt und auch solange kaum erfolgen wird, wie Möglichkeiten zur geordneten Beseitigung nicht nachgewiesen werden können.

372. Ein Schlaglicht auf die Folgen dieses Zustands hat zuletzt im Herbst 1973 ein "Giftmüll-Skandal" in Hessen geworfen: Von einem Hanauer Unternehmen wurden bis 1973 mehrere 10000 t produktionspezifischer Abfälle wie cyanidische Härtesalzlückstände, chlorierte Kohlenwasserstoffe und Salzsäure mit Arsen, auf ungeordnete und unzureichend überwachte Ablagerungsplätze verbracht, wild abgelagert oder sonstwie ordnungswidrig beiseite geschafft.

373. Diese Vorfälle haben zwar wie ähnliche vorher (Hamburg, Bochum) eine Reihe zusätzlicher und begrüßenswerter Initiativen ausgelöst (z. B. Beteiligung des Landes Hessen an der "Hessischen Industriemüll-GmbH"). Der Sachverständigenrat hat aber weiterhin den Eindruck, daß es im politischen Bereich noch allzuoft an dem Willen mangelt, sich der produktionspezifischen Abfälle in ihrer gesamten Problematik konsequent anzunehmen. Nach der sich jeder Abwägung entziehenden Mindestzielsetzung der Umweltpolitik, den Schutz der menschlichen Gesundheit, kommt aber einer Ordnung der Verhältnisse bei den gefährlichen und stark belästigenden Abfällen, also auch bei entsprechenden produktionspezifischen Abfällen, unbedingte Priorität zu.

Dabei folgt der Sachverständigenrat grundsätzlich der Argumentation, daß optimale Lösungen vornehmlich durch Veränderungen der Produktionsstruktur und (oder) Ausweitungen beim Recycling zu erwarten sind. Er begrüßt deshalb sachdienliche Aktivitäten von Abfallerzeugern wie die Abfallbörse des VCI¹⁾. Es muß nach seiner Einschätzung aber davon ausgegangen werden, daß auf diese Weise die akuten Mißstände keineswegs so schnell beseitigt werden können, wie es geboten wäre. Der Sachverständigenrat ist deshalb der Ansicht, daß kurz- bis mittelfristig der Einsatz öffentlicher Mittel auch hier darauf konzentriert werden sollte, zusätzliche Kapazitäten zur Beseitigung der Abfälle zu schaffen. Die Investitionskosten für ausreichende Beseitigungsanlagen (Neutralisations- und Entgiftungsanlagen, Dekantier- und Emulsionsspaltungen, Schlamm-trocknungsanlagen, Verbrennungsanlagen und Deponien) dürften mittelfristig 300 Mill. DM wahrscheinlich nicht übersteigen.

374. Hinsichtlich weiterer Empfehlungen zum Problemkreis der produktionspezifischen Abfälle wird auf den folgenden

¹⁾ Nach KEUNE (1974) hat die VCI-Abfallbörse in den ersten zehn Monaten ihres Bestehens über 400 000 t Produktionsrückstände der chemischen Industrie (jährlicher Anfall 6,7 Mill. t Rückstände) vermittelt.

Abschnitt (3.5.4) verwiesen. Einen Hinweis hält der Sachverständigenrat aber an dieser Stelle noch für angebracht:

Die zügige Neuordnung dieses Sektors der Abfallwirtschaft wird auch durch die Schwierigkeiten erschwert, die von staatlicher und privater Seite bereitet werden, wenn es um Standorte für Abfallbeseitigungsanlagen geht. Nicht selten entsteht der Eindruck, daß Behörden dabei ihre Untätigkeit auf anderen Gebieten der Abfallwirtschaft überkompensieren. Auf die engagierte Mitwirkung der Behörden wie der Betroffenen kann nicht verzichtet werden, wenn es sicherzustellen gilt, daß solche Anlagen sachgerecht und verantwortungsbewußt eingerichtet und vor allem betrieben werden. Überspitzte Auflagen sowie Versuche, die Anlagen aus jeweils der eigenen Nachbarschaft zu verdrängen, tragen hingegen nur zur Fortdauer der Übelstände bei.

3.5.4 Empfehlungen

375. Der Sachverständigenrat war, als er Zweckmäßigkeit und Dringlichkeit möglicher abfallwirtschaftlicher Maßnahmen zu beurteilen hatte, häufig auf Plausibilitätsüberlegungen angewiesen. Dies ist in einem Mangel an Daten begründet, der vor allem auch abfallwirtschaftliche Planungs- und Überwachungsaufgaben nachhaltig behindert.

Um dieses Informationsdefizit bald spürbar zu verringern, empfiehlt der Sachverständigenrat alle Möglichkeiten zur Informationsgewinnung, die sich aus bestehenden und absehbaren rechtlichen Regelungen ergeben, ohne Verzug und koordiniert zu nutzen.

So sollten die Länder sicherstellen, daß zusammen mit den ersten Erhebungen nach dem im Entwurf vorliegenden Umweltstatistikgesetz (BT-Drucksache VII/988) alle notwendigen ergänzenden Erhebungen für die Abfallplanung durchgeführt werden können. Diese ergänzenden Erhebungen sollten so abgestimmt werden, daß sich die Daten aus allen Ländern vergleichen lassen. Der Sachverständigenrat betrachtet mit Sorge die Tendenz zu unterschiedlich gestalteten Erhebungen in einzelnen Ländern.

Anzuraten ist auch, vom Ausschluß nach § 3 Abs. 3 AbfG¹⁾ durch Satzung nur zurückhaltend und bei gefährlichen Abfällen keinen Gebrauch zu machen. Durch den damit gegebenen Andienungszwang ist ein besserer Überblick über die tatsächlich anfallenden Abfallarten und -mengen zu erwarten.

Nach Ansicht des Sachverständigenrates wäre es ferner von erheblichem Vorteil, wenn bei der Durchführung der Rechtsverordnung nach § 11 Abs. 3 AbfG bundeseinheitlich festgelegte Bezeichnungen und Schlüssel für die Abfallarten angewendet würden. Die Entwicklung effizienterer Planungs- und Überwachungsverfahren könnte auf diese Weise erleichtert und beschleunigt werden.

376. Zweckdienlich wäre es auch in diesem Zusammenhang unverzüglich mit den Arbeiten an der "Technischen Anleitung Abfallbeseitigung" zu beginnen, die von der Bundesre-

¹⁾ Vgl. 3.5.2.3

gierung in Form Allgemeiner Verwaltungsvorschriften angekündigt worden ist (BT-Drucksache VI/2401, S. 27). Zwar dürften diese Arbeiten insgesamt wegen zahlreicher offener Probleme nur mittel- bis langfristig zu bewältigen sein. Schneller regelbare Teilbereiche könnten aber vorläufig eine gesonderte Regelung erfahren.

Der Sachverständigenrat hält z. B. die Aufstellung eines systematischen Katalogs der Abfallarten und -gruppen mit eindeutigen Begriffsbestimmungen für kurzfristig realisierbar. Wesentliche Voraussetzungen sind u. a. durch die Arbeit des Bund-Länder-Ausschusses "Sonderabfälle" und die Vorbereitungen zum Gesetz über Umweltstatistiken geschaffen worden.

Ein solcher, in der gesamten Bundesrepublik verbindlicher Katalog ist eine unabdingbare Grundlage für das Zusammenführen abfallwirtschaftlich notwendiger und besonders in Anwendung des AbfG auch erzielbarer (s. o.) Informationen. Er könnte und müßte laufend ergänzt und schrittweise durch zusätzliche Angaben (Analysen- und Meßverfahren, zulässige Beseitigungsverfahren u. a.) erweitert werden.

3.5.4.1 Kurz- und mittelfristige Maßnahmen

377. Zwei Grundtatbestände erscheinen unstrittig und sollten nach Auffassung des Sachverständigenrates in der Bundesrepublik für die Reihenfolge der Maßnahmen auf dem Gebiet der Abfallwirtschaft bestimmend sein:

(1) Die Beseitigung eines sehr großen Teils der Abfälle genügt gegenwärtig den Anforderungen des § 2 AbfG nicht oder nur unvollkommen. Die Folgewirkungen verlangen, daß dieser Übelstand schnell behoben wird.

(2) Durch Änderung der Produktionsstruktur oder gesteigertes Recycling können die Mißstände bei der Abfallbeseitigung in naher Zukunft nur begrenzt ausgeräumt werden.

Es kommt demnach kurz- bis mittelfristig vor allem darauf an, die geordnete Beseitigung aller anfallenden Abfälle sicherzustellen und gravierende Folgeschäden unsachgemäßer Beseitigung zu beheben. Letzteres verlangt nicht nur spontane Aktionen bei unmittelbaren Gefahren, sondern vor allem auch die systematische Sanierung oder Rekultivierung ungeordneter — und wenn "geschlossen" häufig wild benutzter — Ablagerungsplätze.

Wird gleichzeitig konsequent durchgesetzt, daß alle betriebswirtschaftlichen Kosten einer geordneten Beseitigung den Letztbesitzern von Abfällen angelastet werden, tritt auch schon ein erheblicher Anreiz zur Veränderung der Produktionsstruktur und Ausweitung des Recyclings im erwünschten Sinne ein. Im Gegensatz zu Ansichten, die auch in der Vorstudie zum Abfallwirtschaftsprogramm der Bundesregierung (ECOSYSTEM, 1973) einen gewissen Niederschlag gefunden haben, ist der Sachverständigenrat der Meinung, daß eine staatliche Totalplanung nicht zur Lösung der Abfallproblematik führen kann. Sie wäre auch mit der gegebenen Wirtschaftsordnung unvereinbar. Vielmehr kommt es darauf an, solche Rahmenbedingungen zu setzen, daß es aus einzelwirtschaftlicher Sicht am vorteilhaftesten

wird, sich an den Zielen der Abfallwirtschaft zu orientieren und dazu den in den einzelnen Unternehmen (und weitgehend nur dort) vorhandenen Sachverstand zu aktivieren (siehe auch 3.5.4.2).

378. Bei der Ordnung der Abfallbeseitigung kommt denjenigen Abfällen Priorität zu, die z. Z. von der öffentlichen Abfallbeseitigung nicht erfaßt werden und darunter insbesondere den schädlichen, gefährlichen und stark belästigenden Abfällen. Nach Ansicht des Sachverständigenrates, der im übrigen Novellierungsvorschläge zum AbfG hier nicht bewerten will, sollte deshalb das Abfallbeseitigungsgesetz um einen Passus ergänzt werden, der die Länder dazu verpflichtet, sich an der Beseitigung der nach § 3 Abs. 3¹⁾ ausgeschlossenen Abfälle zu beteiligen.

379. In der öffentlichen Diskussion nach dem "Fall Hanau" haben auch die insgesamt noch ausstehenden Rechtsverordnungen zum AbfG eine Rolle gespielt.

Das AbfG vom 7. Juni 1972 hat die Bundesregierung ermächtigt, mit Zustimmung des Bundesrates fünf Rechtsverordnungen zu erlassen:

§ 11 Abs. 3 — Abfall-Nachweis-Verordnung,

§ 12 Abs. 3 — Abfall-Beförderungs-Verordnung,

§ 13 Abs. 6 — Abfall-Einfuhr-Verordnung,

§ 14 — Verordnung über Verpackungen und Behältnisse.

§ 15 Abs. 2 — Verordnung über das Aufbringen von Abwasser und ähnlichen Stoffen auf landwirtschaftlich genutzte Böden.

Die Entwürfe von drei Verordnungen (nach §§ 11, 12 und 13) werden z. Z. innerhalb der Bundesregierung und mit den Ländern abgestimmt. Der Sachverständigenrat mißt diesen Rechtsverordnungen eine wesentliche Bedeutung für die Errichtung wirksamer Kontrollsysteme bei. Er fordert deshalb alle Beteiligten auf, dafür Sorge zu tragen, daß die drei Verordnungen zum nunmehr vorgegebenen Zeitpunkt (Mitte 1974) erlassen werden können.

Der Sachverständigenrat hält auch eine Beschleunigung der Arbeiten an der Rechtsverordnung nach § 15, Abs. 2 AbfG für geboten.

Eine Rechtsverordnung zu § 14 AbfG hält der Sachverständigenrat gegenwärtig nicht für empfehlenswert. Er vertritt die Ansicht, daß die Reduzierung der Abfallmengen und die Verbesserung der Abfallstruktur zunächst nicht durch Auflagen und Verbote, sondern durch Abgabenlösungen angestrebt werden sollten, deren Ausgestaltung allerdings noch zu untersuchen ist.

380. Das Teilziel, die geordnete Beseitigung (einschließlich ggf. Wiederverwertung) aller anfallenden Abfälle sicherzustellen, ist anfangs in vier Unterziele (geeignete Verfahren, ausreichende Kapazitäten, vollständige Zuführung, ordnungsgemäßer Betrieb) aufgegliedert worden. Die weiteren Maßnahmen, die der Sachverständigenrat kurz bis mittelfristig für ausdrücklich empfehlenswert hält, seien im folgenden diesen Zielen unmittelbar zugeordnet.

Wegen gelegentlicher Mißverständnisse in der öffentlichen

¹⁾ Vgl. 3.5.2.3

Diskussion erscheint noch der Hinweis angebracht, daß die Wiederverwertung von Abfällen nicht als ein Ziel neben anderen Zielen der Abfallwirtschaft angesehen werden kann. Sie besitzt vielmehr Mittelcharakter und die Entscheidung, ob bestimmte Abfälle wiederverwertet oder i. e. S. beseitigt werden, sollte allein aus Optimierungsüberlegungen unter umweltpolitischen, ökonomischen und zeitlichen Gesichtspunkten erfolgen.

381. (1) Im Hinblick auf Verfahren und auch Kosten bereiten Aufarbeitung, Behandlung und (oder) Ablagerung bei vielen Abfällen schon heute keine unlösbaren Schwierigkeiten mehr. Zumindest bieten sich vertretbare Zwischenlösungen an, wie die Untertage-Deponie hochtoxischer Abfälle in Salzbergwerken oder die Verbrennung stark chlorhaltiger Abfälle auf hoher See.

Bei der öffentlichen Förderung von Forschungs- und Entwicklungsarbeiten kann auch in Rechnung gestellt werden, daß sich für die Abfallbeseitigung bereits eine Industrie formiert hat, die aus Eigeninteresse eine erhebliche, dem Umweltschutz komplementäre Aktivität entfaltet. Der Sachverständigenrat empfiehlt deshalb, bei der Förderung von Forschungs- und Entwicklungsarbeiten folgenden Fragen Vorrang einzuräumen:

- Grundlagen für Verfahrens- und Systemvergleiche auf dem Gebiet der Abfallbeseitigung.
- Folgewirkungen der eingeführten Verfahren. Weiterentwicklung dieser Verfahren und Entwicklung neuer Verfahren, sofern erheblich breitere Anwendungsbereiche und reduzierte Folgewirkungen zu erwarten sind.

382. (2) Eklatant ist der Mangel an ausreichenden Kapazitäten zur geordneten Beseitigung insbesondere der produktionspezifischen Abfälle. Die verborgenen "Müllskandale" dieser Tage haben ihre Ursache sicher nicht zuerst in unzureichenden Strafbestimmungen. Allzuoft ist es vielmehr Besitzern von Abfällen nicht möglich, sich ihrer Abfälle ordnungsgemäß zu entledigen.

Bund und Länder sollten deshalb im Bereich Abfallwirtschaft verstärkt Mittel für Zuschüsse und zinsverbilligte Darlehen zum Bau von Beseitigungsanlagen bereitstellen. Unbedingte Priorität sollte dabei Anlagen für gefährliche und stark belastigende Abfälle zuerkannt werden. Wegen der bestehenden Unsicherheiten bei der Planung und häufig zu erwartender Anfangsschwierigkeiten beim Betrieb hängt der Bau solcher Anlagen auch erheblich davon ab, inwieweit staatliche Stellen zur Übernahme von Bürgschaften bereit sind.

383. (3) Das derzeit entstehende System der Abfallbeseitigung setzt insonderheit ein Bündel wirksamer Überwachungsmaßnahmen voraus, wenn die Zuführung aller Abfälle zu ordnungsgemäßen Beseitigungsanlagen gewährleistet werden soll.

Der Sachverständigenrat weist darauf hin, daß ihm nicht nur in diesem Zusammenhang die Frage der Überwachung besondere Sorge bereitet. Er fordert deshalb vor allem die gewerbliche Wirtschaft auf, aus eigener Verantwortung und im eigenen Interesse eine geordnete Beseitigung ihrer Abfälle sicherzustellen und eigene Beseitigungsanlagen ordnungsgemäß zu betreiben. Anhaltende Mißstände werden

die Möglichkeiten, solche Anlagen (z. B. Sonderdeponien) einzurichten, weiter einengen und vor allem die Tendenz zu dirigistischen Eingriffen erheblich verstärken.

Im Hinblick auf ein effektives Überwachungssystem sollte auch eine Zersplitterung der behördlichen Zuständigkeiten, wie sie in einigen Bundesländern aus den Ausführungsbestimmungen zum AbfG folgt, unbedingt vermieden werden. Die Behandlung und Ablagerung der von der öffentlichen Abfallbeseitigung ausgeschlossenen Abfälle durch Dritte kann nach Meinung des Sachverständigenrates nur bei staatlicher Beteiligung ausreichend kontrolliert werden.

Voraussetzung für jede Überwachung (wie Planung) ist die möglichst vollständige Erfassung der Abfälle. Besonders erfolgversprechend erscheinen dem Sachverständigenrat hierzu Vorgehensweisen, die nach der Zuordnung von Produkten oder Branchen und spezifischen Rückstandsarten eine Korrelation zwischen verfügbaren Daten (Umsatz, Anzahl der Beschäftigten, Energieverbrauch u. ä.) und den Rückstandsmengen herzustellen versuchen (siehe z. B. einschlägige Bemühungen beim Siedlungsverband Ruhrkohlenbezirk oder KREISCHER, 1972). Entsprechende Untersuchungen sollten nachdrücklich gefördert werden. Gleiches gilt für Forschungs- und Entwicklungsarbeiten an personalsparenden Überwachungssystemen.

384. (4) Im Hinblick auf den Anteil, den die Deponie auch in Zukunft unter den Beseitigungsverfahren einnehmen wird, sollte nach Meinung des Sachverständigenrates die Anzeigepflicht nach § 11 AbfG auch auf Ablagerungsplätze ausgedehnt werden.

Um den noch verbreiteten Kenntnismangel über praktische Einzelheiten einer geordneten Abfallbeseitigung zu verringern, sollte die Bundesregierung (vor allem auch bei der öffentlichen Abfallbeseitigung) Lösungen mit Modellcharakter allgemein bekannt machen. Der Sachverständigenrat hält in diesem Zusammenhang Aktivitäten wie den geplanten Wettbewerb "Abfalldéponie in der Landschaft" im Grundsatz für begrüßenswert.

385. Über die Frage des ordnungsgemäßen Betriebes von Abfallbeseitigungsanlagen weit hinaus erscheint es dem Sachverständigenrat unerlässlich, daß bei denjenigen Disziplinen, die Teilbereiche der naturgemäß interdisziplinären Abfallwirtschaft umfassen, die Möglichkeiten spürbar erweitert werden, sich während der Ausbildung abfallwirtschaftlichen Fragen vertiefend zuzuwenden.

3.5.4.2 Längerfristige Maßnahmen

386. Die Abfallwirtschaft wird ihren Beitrag zur Umweltpolitik auf Dauer nur leisten können, wenn die Reduzierung der Abfallmengen und die Verbesserung der Abfallstruktur in hohem Maße erreicht werden.

Als geeignetstes Instrument erscheint dem Sachverständigenrat hierzu grundsätzlich das Verursacherprinzip (siehe 2.3.1). Es kann zwar auch im Bereich der Abfallwirtschaft nur schrittweise durchgesetzt werden. So wird etwa zum beschleunigten Ausbau von Beseitigungsanlagen auf Zuschüsse und Zinsverbilligungen aus öffentlichen Mitteln nicht verzichtet werden können oder die Angleichung der

Gebühren an die Beseitigungskosten dort "gestreckt" werden müssen, wo unerwünschte Ausweichreaktionen (wildes Ablagern) nicht zu verhindern sind. Hierin ist aber insofern kein Nachteil zu sehen, als auch schwerwiegende andere Gründe (z.B. Zeitbedarf bei der Entwicklung und Einführung neuer Verfahren und Produkte, keine z.Z. denkbaren Substituenten für bestimmte Produkte, gesamtwirtschaftliche Nachteile von Maßnahmen, die auf spürbare Produktionseinschränkungen hinauslaufen, Unwirtschaftlichkeit vieler bisheriger Verfahren zur Wiederverwertung) einer schnellen Zielerfüllung entgegenstehen.

Mittelfristig sollte jedoch zielstrebig darauf hingearbeitet werden, die "pagatorischen" Vermeidungskosten (hier: betriebswirtschaftliche Kosten einer geordneten Beseitigung) uneingeschränkt den Letztbesitzern von Abfällen anzulasten. Zugleich sind in diese Abfallbeseitigungskosten soziale Zusatzkosten möglichst weitgehend einzubeziehen. Deshalb sind Empfehlungen, die bezüglich der einzelnen Umweltmedien (Wasser, Luft u. a.) auf eine Internalisierung sozialer Zusatzkosten auch bei der Abfallbeseitigung abzielen, immer auch Empfehlungen im Sinne der abfallwirtschaftlichen Zielsetzung. Als Beispiel wäre hier ein Abwasserabgabensystem zu sehen, in das die Betreiber von Ablagerungsplätzen mit anderen Grundwassereinleitern einbezogen würden.

Von einer geordneten Abfallbeseitigung mit insoweit ko-

stendeckenden Gebühren ist, wie schon ausgeführt, bei wirksamer Überwachung bereits ein nachhaltiger Anreiz in Richtung auf die oben genannten Ziele zu erwarten. Dies gilt vor allem für die "sortenreinen" Verbrauchsabfälle und die produktionspezifischen Abfälle.

387. Als späterer und ergänzender Schritt erscheinen dem Sachverständigenrat — besonders wegen der "gemischten" Verbrauchsabfälle — gesetzliche Regelungen notwendig, die schon auf der Produktionsebene eine differenzierte Belastung von Produkten und Abfällen zulassen. Die erwünschten Allokationswirkungen solcher Ausgleichsabgaben sind nicht zwangsläufig an die volle Kenntnis der sozialen Zusatzkosten gebunden. Vielmehr kommen unter diesem Gesichtspunkt prinzipiell sämtliche Lösungen in Betracht, die eine Erhöhung der Produktionskosten dann bewirken, wenn durch Produktionsverfahren und (oder) Produkte der Abfallwirtschaft erhebliche Nachteile entstehen.

Durch eine Kennzeichnungspflicht für Ausgleichsabgaben (Abgabenhöhe je Fertigprodukt) dürfte deren beabsichtigte Wirkung auf das Verbraucherverhalten spürbar zu verstärken sein. Überhaupt sollten alle abfallwirtschaftlichen Maßnahmen von einer nachdrücklichen Öffentlichkeitsarbeit, die über die Wirkungszusammenhänge zwischen Produktion, Konsum, Abfällen und Umwelt aufklärt, begleitet werden.

3.6 Umweltchemikalien und Ökosysteme

3.6.1 Ökosysteme und ihre Veränderungen

388. Die Biosphäre oder Ökosphäre (= von Lebewesen besiedelter Teil der Erde) ist aus zahlreichen mosaikartig angeordneten, größeren oder kleineren ökologischen Grundeinheiten ("Ökosystemen") aufgebaut, die sich den Lebensräumen Land, Süßwasser und Meer zuordnen lassen.

Ein Ökosystem ist eine räumlich mehr oder weniger scharf abgegrenzte funktionelle Einheit aus Organismen ("Lebensgemeinschaft" aus Pflanzen und Tieren, Biozönose) und unbelebter Umwelt ("Lebensraum", Biotop) (vgl. Abb. 1). Der Mensch kann Glied eines Ökosystems sein. Die belebten und unbelebten Komponenten des Ökosystems sind durch allseitige Wechselbeziehungen verknüpft und bilden ein im beweglichen ("dynamischen") Gleichgewichtszustand befindliches Funktionsgefüge. Wichtig ist die Tatsache, daß ein Ökosystem eine gewisse Regulationsfähigkeit und damit Stabilität besitzt. Z. B. reguliert sich der Bestand einzelner Arten infolge der wechselseitigen Beziehungen zwischen den Organismen gegenseitig, wobei die Bestandsdichte in einer bestimmten Zeitspanne um gewisse Mittelwerte schwankt; auch die sogenannte biologische Selbstreinigung von Gewässern ist ein Regulationsprozeß. Versagt die Regulationsfähigkeit, so verändert sich das Ökosystem; es kann seinen strukturellen und funktionellen Aufbau und damit seinen Gesamtcharakter verändern, in extremen Fällen völlig zusammenbrechen und seine belebte Komponente weitgehend verlieren. Ein typisches Beispiel ist die Zerstörung der Lebensgemeinschaft in einem Fluß oder See durch extreme Abwasserbelastung, wodurch die Selbstreinigungskraft, d. h. die Regulationsfähigkeit überfordert wird.

389. Ökosysteme sind offene Systeme, d. h. in ihrer Energiezufuhr direkt oder indirekt vom Sonnenlicht abhängig. Außerdem stehen die verschiedenen Ökosysteme in einem gewissen, teils stärkeren, teils schwächeren Stoffaustausch und Energieverbund, z. B. können durch Abschwemmen und Auswaschen anorganische und organische Materialien aus Landökosystemen in Seen oder ins Meer gelangen.

Wesentliche Kennzeichen des Beziehungsgefüges im Ökosystem sind Energiefluß und Stoffkreislauf. Alle Energie, die in einem Ökosystem zur Verfügung steht, stammt letztlich aus der pflanzlichen Aufbauleistung, d. h. der Bildung organischer Substanz aus anorganischem Material mit Hilfe der Sonnenenergie. Die energiehaltige pflanzliche Substanz wird von pflanzenfressenden Tieren genutzt, diese dienen ihrerseits Fleischfressern als Energielieferant. Die verfügbare Energie nimmt auf dem Weg durch diese Nahrungskette stetig ab; auch der Mensch ist Glied in dieser Kette. Während die Energie sozusagen auf einer Einbahnstraße durch das Ökosystem geschleust wird, unterliegen Kohlenstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Phosphor, Schwefel u. a. einem mehr oder weniger vollständigen Kreislauf, d. h. die primär von der Pflanze in organische Bindung überführten Elemente werden im Rahmen der Verarbeitung in der Nahrungskette wieder freigesetzt. Die Verwertung organischer Abfälle (Reste von Tieren und Pflanzen, Kot u. a.) durch

Bakterien stellt die Endphase in diesem Mineralisationsprozeß dar. Die Aufrechterhaltung der funktionellen Stabilität eines Ökosystems hängt weitgehend von dem Funktionieren des Stoffkreislaufs ab. Im Idealfall liegt ein vollständiger Kreislauf der Stoffe vor, d. h. Aufbau und Abbau halten sich die Waage. Voraussetzung hierfür ist ein ausgewogenes Verhältnis von Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen (Bakterien, Pilze).

Dem funktionellen Gleichgewicht kommt für die Stabilität eines Ökosystems ganz allgemein die größte Bedeutung zu. Ein positiver Einfluß auf die Stabilität wird auch der Artenmannigfaltigkeit ("diversity") zugeschrieben, d. h. einem artenreichen Organismenbesatz mit zahlreichen ökologischen Typen.

390. Durch die Tätigkeit des Menschen können unmittelbar oder mittelbar zahlreiche Stoffe in ein Ökosystem gelangen, die das Spektrum der natürlichen "abiotischen" Umweltfaktoren qualitativ und quantitativ verändern. Umweltchemikalien sind diejenigen Stoffe, deren Mengen oder Konzentrationen geeignet sind, Lebewesen, (d. h. Mikroorganismen, Pflanzen, Tiere und Menschen) zu gefährden. Nach ihrer Herkunft lassen sich die Umweltchemikalien gliedern in primäre Nutstoffe (Pestizide, Wachstumsregler, Düngemittel, Streusalze) und primäre Abfallstoffe (PCB's, Luftverunreinigungen, manche Schwermetalle), ohne daß damit eine Aussage über die ökologische Wirkung, z. B. die Belastung eines Ökosystems, möglich ist. Derartige Belastungen können aus ökologischer Sicht in zwei Komplexen zusammengefaßt werden:

- (a) die Auswirkungen der vom Menschen verursachten Überdosierung von Faktoren, die normalerweise zu einem Ökosystem gehören (z. B. Düngemittel wie Nitrate; CO₂),
- (b) die Einwirkung eines normalerweise nicht zum Ökosystem gehörenden Faktors (oder Faktorenkomplexes), der direkt oder indirekt anthropogenen Ursprungs ist (z. B. Pestizide oder deren Metaboliten).

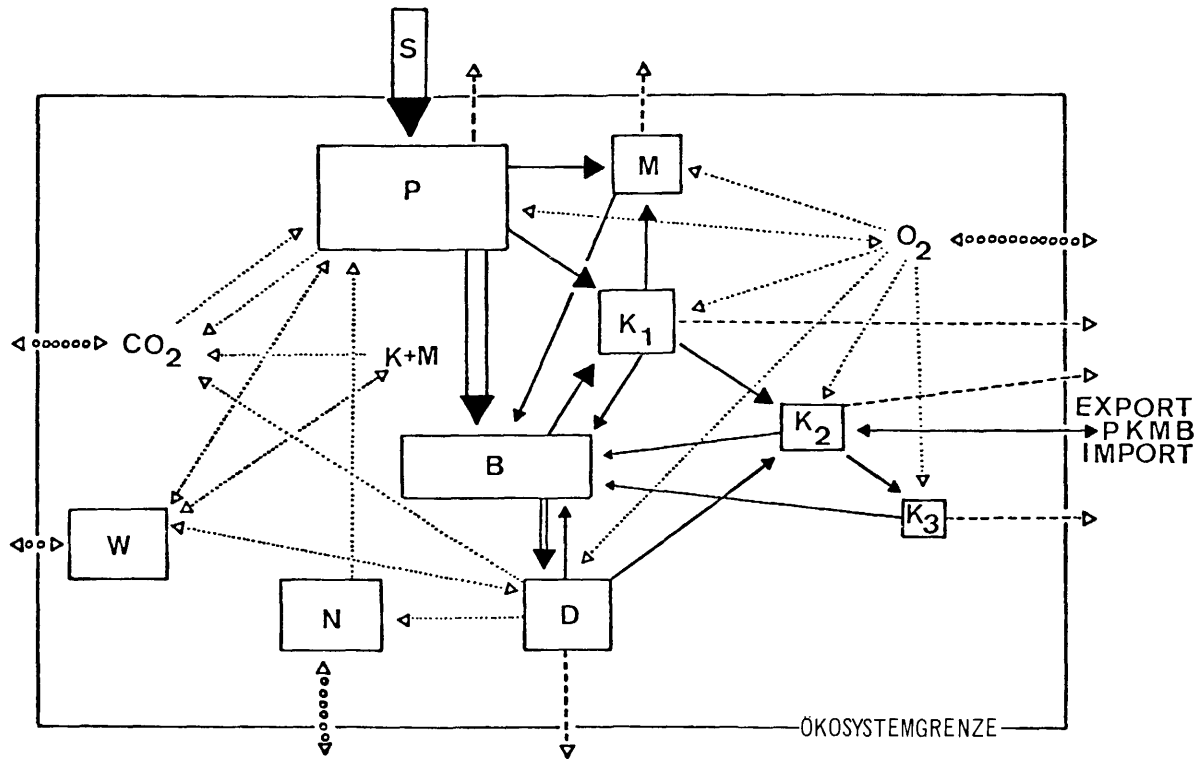
Während bei der ersten Gruppe Voraussagen über mögliche Wirkungen aufgrund bestehender Erfahrungen und Kenntnisse verhältnismäßig leicht sind, stellen sich bei der zweiten Gruppe zahlreiche neue und oft schwer überschaubare Probleme.

391. Die möglichen Veränderungen eines Ökosystems durch Belastung mit Umweltchemikalien lassen sich beispielhaft wie folgt umreißen:

- Schädigung oder Ausmerzungen einzelner Pflanzen- oder Tierarten
- Veränderung oder Zerstörung von Lebensgemeinschaften
- Störung von Stoffkreisläufen
- Unterbrechung von Nahrungsketten
- Beeinflussung der Produktivität eines Ökosystems
- Anreicherung von Umweltchemikalien oder Folgeprodukten im Boden oder im Wasser und in Organismen.

Abb. 1

Schema eines Ökosystems



- B = Bestandsabfall
- D = Destruenten
- K = Konsumenten 1. Ordnung (Pflanzenfressende Tiere)
- K = Konsumenten 2. Ordnung (Fleischfressende Tiere)
- K = Konsumenten 3. Ordnung (Fleischfressende Tiere)
- M = Mensch
- N = Nährsalze und Spurenelemente
- P = Produzenten (Grüne Pflanzen)
- S = Sonnenenergie
- W = Wasser
- ⇒ Energiefluß in Form organischen Materials
- - - - -> Wärmeverluste
-> anorganische Teilkreisläufe
-> Ex- oder Import von anorganischen Komponenten

392. Bei einer Bewertung der belastungsbedingten Veränderungen muß grundsätzlich berücksichtigt werden, ob es sich vom Ökosystemtyp her um

- (1) Stadtkösysteme ("Urban-industrielle Ökosysteme"),
- (2) Agrarökosysteme oder
- (3) Natürliche oder naturnahe Ökosysteme

handelt. Was in einem Agrarökosystem beispielsweise erwünscht ist, etwa die Ausmerzungen bestimmter, vom Nutzungsziel her schädlicher Organismen, kann in einem natürlichen Ökosystem starke Beeinträchtigung bedeuten.

Die Entwicklung von Zielvorstellungen für den Schutz von Ökosystemen vor Umweltchemikalien muß auf diesen Sachverhalt Rücksicht nehmen, d. h. innerhalb des im Umweltprogramm der Bundesregierung aufgezeigten Rahmens müssen spezielle Ziele für die einzelnen Ökosystembereiche formuliert werden.

(1) In Stadtkösystemen ist der Mensch dominierendes Glied im System; hier wird der unmittelbare Schutz des Menschen vor schädigenden Umweltfaktoren sowie die Vermeidung von Schadstoffemissionen, die andere Ökosysteme belasten können, zu den vorrangigen Zielen gehören.

(2) In Agrarökosystemen ist der Mensch wesentliches Glied im System, da er ökologisch gesehen, die oberste Position in der Nahrungskette einnimmt. Ziel des Ökosystemschutzes in diesem Bereich ist die Optimierung der Produktion, d. h. die Gewinnung möglichst großer Mengen qualitativ hochwertiger Nahrungsmittel für den menschlichen Konsum, wobei die Erzeugung schadstofffreier ("rückstandsfreier", vgl. 3.3) Nahrung anzustreben ist. Als weiteres Ziel ist die Erhaltung des funktionsfähigen Subsystems "Boden" zu nennen.

(3) In natürlichen oder naturnahen Ökosystemen geht der unmittelbare Anteil des Menschen am Stoff- und Energiehaushalt des Systems zurück. Ziel des Umweltschutzes muß hier Schutz des Ökosystems vor menschlicher Aktivität und speziell vor verändernden Wirkungen von Umweltchemikalien sein. Ziel ist dabei einmal der Ressourcenschutz, vor allem auf dem Gewässersektor, und zum anderen die Erhaltung naturbelassener oder naturnaher Ökosysteme verschiedenster Typen mit größtmöglicher Artenmannigfaltigkeit zu Forschungs- und Lehrzwecken, zur Sicherung von "genepools" oder als ökologische Ausgleichsräume (vgl. im übrigen 4.1). Da hinsichtlich des Funktionsgefüges in speziellen Ökosystemen und der Wirkung von Umweltchemikalien auf Ökosysteme allgemein noch viele Wissenslücken bestehen, muß zur Vermeidung von nicht wieder gut zu machenden Fehlern der Kreis der zu schützenden Ökosysteme möglichst groß gehalten werden, er darf nicht auf die Naturschutzgebiete im engeren Sinne beschränkt bleiben.

393. Für den Ökosystemschutz kommt der Voraussage über die ökologische Wirkung von Umweltchemikalien oder anderen belastenden Faktoren sowie der Angabe von quantifizierbaren Schwellenwerten der Belastung große Bedeutung zu; gerade hier klaffen aber noch große Wissenslücken.

Die Schwierigkeit eindeutiger Antworten sei an einigen Beispielen dargestellt:

Bis zu einem gewissen faktor- und systemspezifischen Grenzwert kann ein Ökosystem belastet werden, ohne daß es seinen Artenbestand und

sein Funktionsgefüge ändert. Diese Belastbarkeit des Ökosystems ist abhängig von (1) der Widerstandsfähigkeit der einzelnen Glieder der Lebensgemeinschaft, vor allem der das System prägenden Arten, gegen die spezifische Belastung und (2) der Regulationsfähigkeit des Systems bei Erreichung der Schadschwelle. Beide Eigenschaften, sowohl Widerstandsfähigkeit als auch Regulationsfähigkeit, sind wiederum abhängig von den abiotischen Standortfaktoren (klimatische Faktoren, geologische Verhältnisse; Disposition im Sinne von ELLENBERG, 1972). Mit anderen Worten, ein Ökosystemtyp kann regional verschiedene Reaktionen auf gleiche Belastung zeigen. Angaben zur Belastbarkeit eines Ökosystems können demnach vielfach nur generalisierend gemacht werden und müssen für individuelle Systeme modifiziert werden. Zahlenmäßige Angaben zur Belastbarkeit sind gegenwärtig nur in Einzelfällen verfügbar (z. B. SO₂-Immission im Nadelwald). Meist sind lediglich pauschalierte Aussagen zum Grad der Belastbarkeit mit Einzelfaktoren zu machen (gering, mittel, groß oder dergleichen). Ein besonderes Problem ergibt sich z. B. aus der Tatsache, daß manche Umweltchemikalien zwar in geringen Dosierungen unschädlich sind, daß aber durch Anreicherungs- und längerer Anwendungszeit doch Schädwirkungen auftreten können. Dazu kommen zusätzliche Schwierigkeiten der Belastungsvoraussage durch Kombinationswirkungen oder Wirkungsverstärkung unter bestimmten ökologischen Bedingungen, oder Schäden durch Umwandlungs- und Folgeprodukte. Vor allem aus den zuletzt genannten Gründen ergeben sich erhebliche Schwierigkeiten bei der Aufstellung von Schwellenwerten der Belastbarkeit.

Unter besonderen Umständen, z. B. bei der schon erwähnten SO₂-Belastung von reinen Nadelwäldern, läßt sich aus der Kenntnis der Immissionsschwellenwerte einer einzelnen Pflanzenart auf die Reaktion des gesamten Systems schließen. In der Mehrzahl aller Fälle lassen sich nach heutiger Kenntnis höchstens Schwellenwerte für einzelne Organismenarten einer Lebensgemeinschaft angeben. Die exakte Voraussage darüber, welche Reaktion das ganze Ökosystem nach Schädigung einzelner Systemglieder zeigen wird, ist meist nicht ohne weiteres möglich.

394. Die ökologischen Wirkungen, die sich aus der Belastung von Ökosystemen durch Umweltchemikalien ergeben, werden in Form eines Problemaufrisses im folgenden an Hand von Beispielen für verschiedene Stoffgruppen dargestellt. Ausgewählt wurden Umweltchemikalien, die wegen ihrer Anwendung, Entstehung oder Beschaffenheit zu weiträumiger Verbreitung gelangen. Dabei werden, soweit möglich, jeweils der gegenwärtige Belastungsstand, die mutmaßliche weitere Entwicklung und die notwendigen Schutzmaßnahmen erörtert. Die hier behandelten Umweltchemikalien lassen sich nach ihrer Zweckbestimmung, ihrem stofflichen Aufbau und der Art und Weise, in der sie in ein Ökosystem gelangen, in folgende Gruppen zusammenfassen, ohne mit der Reihung eine Gewichtung vorzunehmen:

- (1) Pestizide, die zur Organismenbekämpfung hergestellt und als primäre Nutzstoffe vor allem in Agrarökosystemen eingesetzt werden, diese aber teilweise als Emission wieder verlassen;
- (2) Wachstumsregler, die zur Beeinflussung des Wachstums von Nutzpflanzen verwendet werden;
- (3) Polychlorierte Biphenyle (PCB's), primäre Abfallstoffe, die im chemischen Aufbau und in der ökologischen Wirkung gewisse Ähnlichkeiten mit manchen Pestiziden haben;
- (4) Schwermetalle verschiedenster Herkunft, teils aus primären Nutzstoffen, teils aus Abfallstoffen stammend;
- (5) Gasförmige und partikuläre Immissionen aus Luftverunreinigungen;

- (6) Pflanzennährstoffe, eutrophierende Stoffe, die in bestimmten Konzentrationen natürlicherweise in Ökosystemen vorkommen, in Form von Düngemitteln als primäre Nutzstoffe eingesetzt;
- (7) Streusalze als regional ins Gewicht fallende primäre Nutzstoffe.

3.6.2 Pestizide

395. Pestizide sind Umweltchemikalien, die zur Bekämpfung schädlicher und unerwünschter Lebewesen eingesetzt werden. Als Pflanzenschutzmittel stellen sie zum Schutz der Nutzpflanzen vor Schädlingen ein wesentliches und unverzichtbares Betriebsmittel der Landwirtschaft dar. Neben der gezielten Einbringung in ein Ökosystem gelangen durch unsachgemäße Anwendung, Unachtsamkeit oder Unfall, durch Windverdriftung oder Wasserverfrachtung Pestizide auch in andere, unbeteiligte Ökosysteme.

Besonderes Ausmaß können Pestizidverfrachtungen nach Versprühung durch Flugzeuge oder Hubschrauber erreichen; derartig behandelte Flächen sind aber z. Z. mit ca. 60 000 ha Reb-, Acker- und Forstfläche (1971) in der Bundesrepublik Deutschland verhältnismäßig klein.

Zum Verständnis der Wirkung von Pestiziden in Ökosystemen ist die Unterscheidung zwischen unmittelbaren und mittelbaren Wirkungen wichtig: Eine unmittelbare Wirkung liegt beim Absterben derjenigen Organismen vor, gegen die sich eine Bekämpfungsaktion richtet. Da die Mittel aber sehr oft nicht selektiv wirken, d. h. nicht nur einzelne Arten ausmerzen, kommt es daneben auch zu (ungewollten) direkten Schädigungen anderer, oft nützlicher Formen. Pauschale Urteile über Wirkungen von Pestiziden insgesamt auf Organismen können nicht gemacht werden. Mittelbare Wirkungen im Ökosystem ergeben sich durch die Veränderung des Artengefüges; z. B. durch Ausfall der Nahrungspflanzen und -tiere bestimmter Arten. Durch Fressen abgetöteter, giftiglicher Organismen oder ihrer Reste werden weitere Gruppen gefährdet. Durch Ausfall von konkurrierenden Arten oder Feinden können andere in ihrer Entwicklung gefördert und ihrerseits sogar zu Schädlingen werden.

Ein besonderes Problem stellt die Bildung resistenter Stämme oder Rassen dar, d. h. wachsende Populationen bestimmter Schadorganismen zeigen keine Reaktion auf ein bestimmtes Pestizid mehr. Die Konsequenz ist meist der Einsatz neuer Pestizidtypen, gegen die sich aber wiederum Resistenz einstellen kann.

396. *Von großer Bedeutung für die Beurteilung der Ökosystembelastung ist die Frage, ob und wie ein Pestizid eliminiert wird. Der Schadstoff kann auf verschiedene Weise verschwinden; flüchtige Produkte entweichen in die Luft, durch Auswaschung kann eine Verlagerung vom terrestrischen in den aquatischen Bereich erfolgen, in Abhängigkeit von der Bodenbeschaffenheit können kleinere oder größere Anteile durch Adsorption inaktiviert werden, der Stoff kann durch Lichteinwirkung oder chemische Reaktion zerlegt oder aber durch Organismen abgebaut werden.*

Die Pestizide lassen sich nach ihrer Stabilität grob in zwei Gruppen teilen: 1. leicht abbaubare Verbindungen, die mit oder ohne Beteiligung von Organismen relativ schnell zerlegt werden; 2. dauerhafte (persistente) Mittel, die in ihrer Ausgangsform oder in Gestalt von Umwandlungsprodukten (Metaboliten), die auch giftig sein können, über lange Zeit im Ökosystem nachweisbar sind. Die langlebigen Mittel und ihre Abbauprodukte können in Organismen gespeichert werden. Die Speicherfähigkeit ist bei einzelnen Arten verschieden; vielfach wird der Fremdstoff in bestimmten Geweben oder Organen angereichert (z. B. Fettgewebe, Eidotter, Leber). Die Pestizide werden entweder unmittelbar aus dem umgebenden Milieu oder mit der Nahrung

aufgenommen. Besonders starke Anreicherungen können sich in Nahrungsketten ergeben, wobei die Schadschwelle erst im Endverbraucher erreicht wird. In Agrarökosystemen und bei aquatischen Ökosystemen (Fisch) kann der Mensch als Endverbraucher betroffen sein. Ein bekanntes Beispiel aus der Tierwelt ist die schädigende Wirkung des Insektizids DDT bzw. dessen Umbauprodukts DDE auf die Eischalenbildung bei einigen Vogelarten.

397. Zur Abwendung von Schäden, die bei der Anwendung von Pestiziden im Pflanzenschutz insbesondere für die Gesundheit von Mensch und Tier entstehen können, werden Pflanzenschutzmittel erst nach einer Prüfung durch die Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft zugelassen. Angaben über das Verhalten der zu prüfenden Mittel in Böden und Gewässern, über Abbau und Rückstände sollen im Prüfverfahren erstellt werden (Pflanzenschutzgesetz; Verordnung über die Prüfung und Zulassung von Pflanzenschutzmitteln; Anhang II, 15). Eine besondere Prüfung erstreckt sich auf Bienengefährlichkeit eines Mittels (Bienenschutzverordnung). Anwendungsverbote und -beschränkungen betreffen einige besonders belastende Präparate, insbesondere aus der Gruppe persistenter Pestizide (VO vom 23.7.71; vgl. Anhang II, 15).

Die Erteilung der Zulassung als Pflanzenschutzmittel läßt nicht grundsätzlich eine Schlußfolgerung auf die Ungefährlichkeit für Ökosysteme zu. Abgesehen von unsachgemäßer oder leichtfertiger Anwendung können sich durch Pestizideinsatz sowohl in Agrarökosystemen als auch ganz besonders in naturnahen Ökosystemen Beeinflussungen der Organismenbesiedlung und des Funktionsgefüges ergeben, die aus ökologischer Sicht als Belastung aufzufassen sind.

398. Eine Darstellung der charakteristischen Probleme gliedert zweckmäßig nach den Anwendungsbereichen, d. h. der Zielgruppe von Organismen, und nach den in der Bundesrepublik Deutschland ausgebrachten Mengen:

- A. Mittel gegen unerwünschte Pflanzen (Herbizide)
- B. Mittel zur Pilzbekämpfung (Fungizide) und Saatgutbehandlungsmittel (Beizmittel)
- C. Mittel gegen tierische Schädlinge (Zielgruppe jeweils in Klammern):

Insektizide	(Insekten)
Akarizide	(Milben)
Nematizide	(Nematoden, "Älchen")
Rodentizide	(Nagetiere)
Molluskizide	(Schnecken)
Wildschadenverhütungsmittel.	

Insgesamt sind in der Bundesrepublik Deutschland etwa 1550 Präparate (Anhang II, 1) mit rund 265 verschiedenen Wirkstoffen zugelassen. Mengenmäßig (nach Wirkstoff) dominieren die Herbizide (61%), es folgen Fungizide und Saatgutbehandlungsmittel (22%), sowie schließlich Insektizide (6,7%), (Anhang II, 2).

- A. Mittel gegen unerwünschte Pflanzen (Herbizide)

399. Sie werden zur Unkrautbekämpfung in der Landwirtschaft (nach HANF, 1973, werden fast 80% der Getreideschläge, über 90% aller Zuckerrüben- und Maiskulturen und um 50% aller Obstplantagen behandelt), weiter zur Be-

seitigung von Wasserpflanzen in Abflußgräben, zur Freihaltung von Bahndämmen und Straßenrändern, zu forstlichen Pflegemaßnahmen und zur Manipulation von Pflanzengesellschaften in der Landschaftspflege eingesetzt.

Bei den Herbiziden überwiegen organische Verbindungen (Anhang II, 4) und unter diesen wiederum Wuchsstoffpräparate (43%), die gegen zweikeimblättrige Pflanzen ("Blattpflanzen") eingesetzt werden. Andere Präparate wirken selektiv gegen Gräser; einige sind Totalherbizide, die alle Pflanzen töten. Die Mehrzahl der Herbizide ist relativ schnell abbaubar. Rückstände von einigen Triazin- und Harnstoffderivaten (insgesamt um 5% aller Herbizide, HANF, 1973) bleiben länger als 1 Jahr im Boden (EDWARDS & THOMPSON, 1973) und gefährden die Folgekulturen.

400. Unmittelbare Schädwirkungen auf Mikroorganismen und Tiere treten bei Herbizidanwendung relativ selten auf. Durch die Mittel DNOC und Dinoseb werden die Bodenmikroorganismen, besonders Nitrifikanten, gehemmt, d. h. der Stickstoffkreislauf im Ökosystem wird zeitweise unterbrochen (DOMSCH, 1972). DNOC und Dinoseb sind ferner sehr bienengefährlich und in verhältnismäßig niedrigen Dosen toxisch für Säugetiere, Vögel und Fische. Gegen mehrere Herbizide, die in der Bundesrepublik Deutschland zugelassen sind, werden toxikologische Bedenken erhoben und Schädigungen bei Mensch und Tier befürchtet (AN DER LAN, 1969; HAPKE, 1970; SCHUPHAN, 1973). Das gilt z. B. für Amitrol und Monuron, von denen Amitrol wegen des Verdachtes krebserregender Wirkungen in Schweden verboten wurde (EMMELIN, 1972), ferner für einige Wuchsstoffpräparate, wie MCPA, 2,4,5-T und 2,4-D (ROLL, 1971; PREISS et al., 1972). Der komplexe Bereich wurde vor kurzem durch eine in der Presse veröffentlichte "Gemeinsame Erklärung unabhängiger Wissenschaftler zum Einsatz chemischer Unkrautbekämpfungsmittel" und die folgende Pressekonferenz des Industrieverbandes Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel der Allgemeinheit besonders bewußt gemacht. Daß hier Vorsicht in der Beurteilung angebracht ist und gewisse Bedenken bestehen, ergibt sich schon aus der zeitlich beschränkten Zulassung von 2,4,5-T bis 31. 12. 1974; andererseits ist aber hierdurch auch eine baldige Überprüfung des Falles gewährleistet (zum mengenmäßigen Anteil der fraglichen Stoffe siehe Anhang II, 4).

Ökologisch am bedenklichsten sind die indirekten Wirkungen von Herbiziden; die Ausmerzungen ganzer Pflanzengruppen in bestimmten Ökosystemen schädigt alle ernährungsmäßig von diesen abhängigen Tiere. Typisches Beispiel: Rückgang der Rebhuhnbestände, da wegen der Ausrottung von Unkräutern bestimmte von diesen lebende Insektenarten fehlen, die ihrerseits die Kükennahrung darstellen (BLASZYK, 1966; LAUDIEN, 1972). Bestandsrückgänge betreffen viele Insektenarten, darunter auch zur natürlichen Regulation von Schadformpopulationen wichtige Arten. In selteneren Fällen können einzelne Tierarten gefördert werden (LAUDIEN, 1972).

401. Da die Gefahr großräumiger, irreversibler Schäden durch Herbizideinsatz besteht, bedarf es Untersuchungen zur Aufdeckung ökologischer Wirkungen dieser Maßnahmen. Bei deutlich steigender Tendenz des Herbizidabsatzes in der Bundesrepublik Deutschland (Anhang II, 3) werden

derzeit schon auf 1 und 35% der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche Herbizide ausgebracht, wobei in einzelnen Kulturarten der Anteil bis 100% ansteigt (Anhang II, 7a + b). Außerdem werden zahlreiche Wegraine, Böschungen, Bahndämme, Wassergräben usw. behandelt, wodurch ökologisch bedeutsame Lebensräume zerstört werden. Besonders bedenklich erscheint trotz vergleichsweise geringer Flächenbelastung der Herbizideinsatz in Wäldern, vor allem auch wegen der ungeklärten Wirkungen des hier besonders viel verwendeten 2,4,5-T. (Auch der Mensch kann durch Rückstandsbildungen auf Beeren belastet werden.)

402. Da der Einsatz von Herbiziden eine erhebliche Einsparung an Arbeitskräften auf vielen Sektoren bedeutet, werden sie innerhalb der Pestizide ihre dominierende Rolle beibehalten. Soweit Mittel mit kurzer Lebensdauer und toxikologischer sowie ökologischer Unbedenklichkeit verwendet werden, ist einem Einsatz im landwirtschaftlichen Bereich mit Rücksicht auf den Arbeitskräftemangel nichts entgegenzuhalten. In der Landschaftspflege (z. B. bei Brachflächenbehandlung) oder in der Verkehrswegeunterhaltung sollte die Herbizidanwendung auf ein Minimum beschränkt und in naturnahen Ökosystemen (Wald) ganz unterlassen werden. Sowohl hinsichtlich der Wirkungen auf das Ökosystemgefüge als auch der toxikologischen Wertung von Herbiziden und ihrer Abbauprodukte sind umfangreiche Detailuntersuchungen notwendig.

B. Mittel zur Pilzbekämpfung (Fungizide) und Saatgutbehandlungsmittel (Beizmittel)

403. Fungizide werden zur Prophylaxe oder zur Bekämpfung von Pilzkrankheiten an Nutzpflanzen angewendet, während Beizmittel vor Aussaat oder Pflanzung auf Samen, Knollen oder Zwiebeln aufgebracht werden, um verschiedene Krankheiten, meist pilzlicher Ursache, zu verhindern. Vielfach werden dem fungiziden Wirkstoff Insektizide zur Vermeidung von Schadfraß während der Keimung zugegeben.

1972 waren Fungizide mit 22% am Pestizidumsatz in der Bundesrepublik Deutschland beteiligt. In dieser Mittelgruppe (Anhang II, 5) sind neben organischen Verbindungen (63%), anorganische schwefelhaltige (24%) und kupferhaltige (13%) Präparate enthalten. Quecksilberhaltige organische Verbindungen (0,4%) dienen als Beizmittel überwiegend im Getreidebau (HANF, 1973); ihr Mengenanteil (Anhang II, 3) zeigt abnehmende Tendenz. Das Quecksilber kann in Nahrungsketten eintreten (siehe Tz. 425).

Fast dreiviertel aller Fungizide werden im Wein-, Obst- und Hopfenbau eingesetzt, d. h. auf knapp 2% der landwirtschaftlichen Nutzfläche ausgebracht. Der Rest wird überwiegend im Getreide- und Kartoffelbau verwendet. In diesen Agrarökosystemen ist der Mensch wichtigster Endkonsument und muß vor schädlichen Rückständen geschützt werden.

404. Ökologisch relevante direkte Schädigungen an Wirbeltieren sind von Hühnern bekannt, die im Versuch auf Thiramgaben (WAIBEL et al., 1955) mit Störungen bzw. Einstellen der Eiablage reagierten. Ähnliche Effekte treten nach Aufnahme von Thiocarbamaten ein (BÖRNER, 1971). Es ist nicht bekannt, ob entsprechende Beeinträchtigungen in der freilebenden Vogelwelt auftreten.

Anorganische Fungizide haben ein relativ breites Wirkungsspektrum, es können z.B. Pflanzen geschädigt oder Milben getötet werden, wobei nützliche und schädliche Arten betroffen werden. Kupferfungizide führen nach RHEE (1969) zum Aussterben der Regenwürmer.

Die meisten organischen Fungizide wirken sehr spezifisch und verlieren durch Zersetzung oder biologischen Abbau relativ rasch ihre Wirksamkeit; Rückstandsprobleme bestehen im allgemeinen nicht. Schwer abbaubar ist aber Hexachlorbenzol (HCB), das in kleinen Mengen als Beizmittel eingesetzt wird; HCB wurde in Muscheln, Fischen, Vögeln und Hasen nachgewiesen, ohne daß die Herkunft eindeutig geklärt ist (Ernährungsbericht 1972).

Einige Stoffe, z.B. die Thiocarbamate, beeinflussen den Stoffhaushalt von Pflanzen in wirtschaftlich positiver Weise, etwa durch Förderung der Fruchtausfärbung. Auf diese Weise werden zusätzliche Anwendungsbereiche erschlossen, wie fruchtkosmetische Behandlung oder Manipulation von Reifung und Haltbarkeit von Früchten. Ob allerdings diesen ökonomischen Vorteilen medizinische Nachteile entgegenstehen, wäre zu überprüfen.

405. HANF (1973) rechnet bei Fungiziden mit beachtlich steigender Verbrauchstendenz, vor allem im Getreidebau, da keine brauchbare Alternative besteht. Ein besonderes Problem stellen die Beizmittel dar, auf die in der modernen Landwirtschaft gleichfalls nicht mehr verzichtet werden kann. Hier wird wegen der relativ umweltgefährdenden Eigenschaft quecksilberhaltiger Präparate nach neuen Mitteln gesucht. Das offenbar schwierige Problem ist noch nicht zufriedenstellend gelöst, da vom Einsatzzweck her geeignete Hg-freie Wirkstoffe in einigen Fällen starke Toxizität für andere Organismen zeigten. Im Interesse einer Verringerung der Hg-Belastung der Umwelt sollte hier intensiv nach einer Lösung gesucht werden.

C. Mittel gegen tierische Schädlinge

406. Hier handelt es sich um Gifte mit präparatabhängigen physiologischen Wirkungen auf tierische Organismen, die mit 14,5% des gesamten Pestizidumsatzes in der Bundesrepublik Deutschland einen vergleichsweise geringen Anteil ausmachen (absolute Mengen siehe Anhang II, 2+6). In der Weltproduktion stellen sie vor allem wegen des starken Insektizideinsatzes in Subtropen und Tropen zum Zwecke des Ernteschutzes und der Bekämpfung krankheitsübertragender Insekten einen sehr viel größeren Anteil.

Insektizide und Akarizide (Anhang II, 6) stellen mit 6,8% vom Gesamtpestizidabsatz die größte Gruppe dar. Der Schwerpunkt der Anwendung betrifft Agrarökosysteme, vor allem Obst-, Wein-, Hopfen- und Rapsbau (Anhang II, 7); der behandelte Anteil der landwirtschaftlichen Nutzfläche wird auf 4% geschätzt (HANF, 1973). (Zum Komplex Rückstände in der Nahrung siehe 3.3). Starker Einsatz kann für Haus- und Kleingärten angenommen werden, während im Wald der Anteil der behandelten Flächen gering ist (Anhang II, 7).

407. In gewissem Umfang ist eine Belastung naturnaher Ökosysteme durch falsche Anwendung, Fahrlässigkeit oder

windbedingte Verfrachtungen möglich. So starben nach der Phosphamidonbehandlung eines Lärchenwaldes in der Schweiz fast alle Jungvögel und etwa 70% der Altvögel (BLASZYK, 1972 a). Ökologische Probleme ergeben sich beim Insektizideinsatz vor allem daraus, daß neben der zu bekämpfenden Art weitere, vielfach ausgesprochen nützliche Insektenarten (z.B. Honigbiene; Raubinsekten, die Schädlinge fressen) geschädigt werden. Auch toxische Wirkungen auf Bodentiere (Regenwürmer), Vögel, Säugetiere und Fische sind möglich. Ferner können bestimmte Arten durch Ausfall ihrer Nahrungstiere geschädigt werden.

408. Durch Gesetze und Verordnungen der letzten Jahre (Anhang II, 15) ist der Anteil der ökologisch besonders belastenden (Anreicherung in Nahrungskette!) persistenten Insektizide stark zurückgegangen (Anhang II, 3; DDT). Die Tendenz wird sich fortsetzen; infolge der sehr langen Abbauphase gewisser Stoffe (DDT bis 30 Jahre; Dienverbindungen bis 25 Jahre) muß aber hier noch über längere Zeit mit Rückständen gerechnet werden. Ebenso werden die an sich geringen im Luftstaub (WEIL et al., 1973) nachweisbaren Mengen von DDT und verwandten Produkten wegen der weltweiten Verfrachtung aus anderen Regionen erhalten bleiben.

Der Anteil von DDT¹⁾ und Dienverbindungen (siehe zum Folgenden Anhang II, 6) liegt (1972) bei rund 2% aller Insektizide. Der Anteil weiterer mehr oder weniger schwer abbaubarer Chlorkohlenwasserstoffe liegt zwischen 10 und 15%.

409. 37% des Insektizidumsatzes nehmen organische Phosphorverbindungen ein; diese sind nicht persistent und reichern sich nicht in Nahrungsketten an. Sie weisen aber ein breites Wirkungsspektrum gegen Insekten auf, zum Teil auch Wirbeltiertoxizität (Vögel, Fische). In den Boden gelangende Mittel schädigen Regenwürmer und andere Bodentiere. Da es nach dem Abbau des Pestizids zu schneller Wiederbesiedlung aus der Nachbarschaft kommt, treten keine signifikanten Dauerschäden im Ökosystem auf (DOMSCH, 1972). Organophosphorverbindungen werden in Agrarökosystemen in großem Umfang im Obst-, Wein-, Gemüse- und Ackerbau eingesetzt.

410. Mengenmäßig von Bedeutung sind auch die insektiziden Carbamate (8%); sie sind abbaubar und stellen ähnliche ökologische Probleme wie die vorhergehende Gruppe.

411. Von praktischem Interesse wegen geringer Giftigkeit für Säugetiere sind Pyrethrine, die aus Pflanzen gewonnen werden. Der Marktanteil ist wegen hoher Produktionskosten leider sehr gering. Eine Förderung des Produktes wäre aus ökologischer Sicht zu begrüßen.

412. Der Einsatz spezifisch wirkender Akarizide erfolgt in Agrarökosystemen (Obst-, Gemüse-, Wein-, Hopfenbau); hinsichtlich der ökologischen Wirkung gelten prinzipiell ähnliche Überlegungen wie bei den nicht persistenten Insektiziden.

413. Nematizide werden vor allem in landwirtschaftlichen Monokulturen gegen pflanzenfressende Fadenwürmer (Nematoden) eingesetzt. Einige Mittel dieser Gruppe töten zusätzlich andere Schadformen, so daß sie zur Bodenentseu-

¹⁾ Einsatz bis Ende 1974 im Wald unter bestimmten Bedingungen zugelassen.

chung Verwendung finden. Aus ökologischer Sicht sind die Nematizide sehr umweltbelastend, ihre Anwendung ist aber flächenmäßig beschränkt.

414. Rodentizide werden zur Bekämpfung von Nagetieren sowohl im Vorratsschutz (z. B. Ratten) als auch in der Landwirtschaft (Feldmaus, Wühlmaus) eingesetzt. Die meisten Rodentizide sind auch für andere Warmblüter giftig. Schädigen in Ökosystemen sind deshalb bei unsachgemäßer Applikation möglich; vor allem können bei großflächigen Bekämpfungsaktionen erhebliche Tierverluste durch direkten Giftkontakt, aber auch durch Fressen von vergifteten Nagnern auftreten.

415. Die Schneckenbekämpfung richtet sich im terrestrischen Bereich gegen pflanzenfressende Formen und im Gewässer gegen eine als Zwischenwirt von Wiederkäuserparasiten (Großer Leberegel) wichtige Form. Als Molluskizide werden verschiedene Wirkstoffe verwendet, die in mehr oder weniger starkem Umfang auch andere Organismen schädigen können; exakte Belastungsdaten sind ebensowenig wie bei den vorgenannten Mittelgruppen greifbar.

416. Bei der Abschätzung der voraussichtlichen Entwicklung der Ökosystembelastung durch die zuletzt genannten Pestizidgruppen muß man grundsätzlich von einer Unverzichtbarkeit auf den Einsatz chemischer Bekämpfungsmittel gegen tierische Schadformen ausgehen, da weltweiter Nahrungsbedarf, derzeitige Produktionsmethoden, Arbeitskräftemarkt und weitgehend auch fehlende Alternativen zum Pestizideinsatz zumindest in absehbarer Zeit keinen anderen Weg erlauben. Die stellenweise Anwendung anderer Praktiken (z. B. der sog. Biologische Landbau) zeigt zwar neue Wege, wird aber aus verschiedenen Gründen kaum allgemeine Verbreitung finden.

Bei den Mitteln gegen tierische Schädlinge ist im Gegensatz zu Herbiziden und Fungiziden keine wesentlich steigende Absatztendenz zu erkennen. Speziell bei den Insektiziden reichen die Prognosen von geringer Steigerung bis Stagnation. Hinsichtlich der einzelnen Stoffe wird gemäß den neuen Bestimmungen der Anteil persistenter Produkte zugunsten vor allem der organischen Phosphorverbindungen zurückgehen; das Rückstandsniveau von DDT und anderen wird damit in den nächsten Jahren stetig abnehmen. Ökosystembelastung und Kontamination menschlicher Nahrungsmittel sind damit aber nicht ausgeschlossen.

417. Eine Verbesserung hinsichtlich des Schutzes von Ökosystemen vor Insektiziden kann durch verstärkte Entwicklung möglichst selektiv wirkender Mittel mit rascher, rückstandsloser Abbaubarkeit erreichbar werden. Als Nahziel wäre eine Beschränkung auf ökosystemfreundliche Typen der organischen Phosphorsäureester, der Carbamate und Pyrethrine denkbar. Die Weiterentwicklung bzw. Einführung neuer und noch wenig verbreiteter Methoden erscheint wichtig, zum Beispiel der Einsatz von Duftfallen mit artspezifisch wirkenden Sexuallockstoffen oder Aggregationspheromonen (d. h. Anlockstoffe, die z. B. bei Borkenkäfern die Masseninvasion geeigneter Brutbäume auslösen), oder der Einsatz von Viruspräparaten und Bakterien zur Insektenbekämpfung.

Diese Maßnahmen können Teil eines integrierten Pflanzenschutzes (FRANZ & KRIEG, 1972; BÖRNER, 1971) sein;

hierzu gehören u. a.: Verzicht auf Routinespritzungen, Pestizideinsatz nur oberhalb der Schadensschwelle, Verzicht auf Mittel mit großer Wirkungsbreite, Schutz von nützlichen Systemgliedern, die als natürliche Regulatoren wirken. Voraussetzungen dieser Strategie sind freilich umfangreiche ökologische Kenntnisse und Erfahrungen, Prognose-Verfahren für Populationsbewegungen von Schädlingen, und Kosten-Nutzen-Analysen, die der Festlegung der tragbaren Schadensschwelle dienen können. Hinzu kommen sachgerechte Ausbildung und intensive Beratung als weitere Voraussetzungen des Gelingens. Nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand ist ein integrierter Pflanzenschutz zumindest in größeren Obstbaubetrieben erfolgreich anzuwenden. Einzelne Prinzipien können aber schon heute allgemein verwirklicht werden, mit Sicherheit zum Beispiel in Hausgärten.

418. Allgemeine Bedeutung bei der erstrebten Verringerung des Pestizideinsatzes kommt der Züchtung resistenter Pflanzenrassen zu, die gegen Schädlingsbefall unempfindlich sind. Das aussichtsreiche, wenn auch schwierige Forschungsgebiet sollte intensiv gefördert werden.

3.6.3 Wachstumsregler

419. Diese Stoffe dienen zur gezielten Veränderung des Habitus und bestimmter Eigenschaften von Nutzpflanzen. Im größeren Umfang wird Chlorcholinchlorid (CCC) (Anhang II, 2) im Getreidebau eingesetzt, wo es eine Halmverkürzung bewirkt und damit das Umknicken ("Lagern") bei starker Stickstoffdüngung oder ungünstiger Witterung verhindert. CCC wird zu den Düngemitteln (6. VO zum Düngemittelgesetz) gerechnet; eine Höchstmengenregelung von Rückständen besteht nicht. Über ökologische Wirkungen liegen keine Untersuchungen vor. Im Getreide konnten Rückstände im ppm Bereich festgestellt werden (unveröffentlichtes Gutachten beim Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten).

3.6.4 Polychlorierte Biphenyle (PCB's)

420. PCB's sind vielseitig verwendbare Industrieprodukte, die Gemische verschieden stark chlorierter Biphenyle darstellen, woraus sich eine unterschiedliche Toxizität ergeben kann. In einigen Fällen sind Verunreinigungen mit anderen stark toxischen Verbindungen beobachtet worden (PEAKALL, 1972). PCB's gelangen z. B. bei der Müllverbrennung mit Abwasser, durch Verflüchtigung aus Produkten oder durch Unfälle ("YUSHO" Krankheit, Japan; UMEDA, 1972) in die Umwelt. PCB's sind – wie DDT und Metaboliten – weltweit verbreitet. Bei Rückstandsbestimmungen kommen beide Stoffgruppen häufig nebeneinander vor. DDT kann sich unter bestimmten Bedingungen in PCB umwandeln.

PCB's sind äußerst stabil, werden von Organismen schnell aufgenommen (SANDERS & CHANDLER, 1972) und in Tieren im Fettgewebe, Nervensystem und in Keimdrüsen stark angereichert (HUTZINGER, SAFE & ZITKO, 1972). In Nahrungsketten erhöht sich die Konzentration um mehrere Zehnerpotenzen.

PCB-Rückstände in Organismen einer marinen Nahrungskette (Ostsee, JANSSON, 1972)

Planktonmischproben	0,038 ppm
Hering	1 ppm
Schweinswal	bis 101 ppm

Süßwasseralgen nehmen PCB's in so großem Maße auf, daß sie zur Entfernung des Schadstoffes aus Gewässern genutzt werden könnten (BAUER, 1972).

Bei Meeresdiatomeen hingegen sank die Populationswachstumsrate bei 10–25 ppb PCB (MOSSER et al., 1972). Hinsichtlich der Umweltbelastung durch PCB's kann derzeit nur gesagt werden, daß zwar die akute Toxizität gering ist, aber chronische Wirkungen auftreten können: Keimschädigungen (PEAKALL, 1972), Leberschäden und Störungen von Enzymsystemen (HAMMOND, 1972). Die Bedeutung für Ökosysteme kann noch nicht klar beurteilt werden (BLASZYK, 1972 b).

Die allgemeine Belastungssituation wird nach der freiwilligen Beschränkung der Hauptproduzenten auf PCB-Einsatz in kontrollierbaren Anwendungsbereichen zumindest nicht zunehmen. Wegen der hohen Persistenz wird das Rückstandsniveau erst langsam zurückgehen. Eine weitere sorgfältige Prüfung der Situation erscheint wichtig.

3.6.5 Schwermetalle

421. Blei (Pb) gelangt aus verschiedenen Emissionsquellen in die natürlichen Ökosysteme, deren Böden Normalwerte von 2–10 ppm zeigen, während an Straßen (Autoabgase) Werte über 100 ppm und im Bereich von Industrieemissionen bis 3000 ppm (KLOKE, 1973) auftreten. Ebenfalls stark erhöhte Werte treten um Hochspannungsmasten auf (Mennigeanstrich; KLOKE, 1973). Blei ist für Organismen nicht lebensnotwendig. Die Pflanzen der belasteten Standorte zeigen stark erhöhte Bleigehalten, da sich bleihaltige Schwebstoffe auf ihnen ablagern und außerdem Blei aus dem Boden aufgenommen werden kann (WAGNER & SIDDIQI, 1973); in extremen Fällen kommt es zu Pflanzenschäden (Wuchsdepressionen, Chlorosen; GARBER, 1973).

Die ersten meßbaren Wirkungen auf Säugetiere (reversible Störungen von Enzymsystemen) wurden bei längerer Verfütterung von Pflanzen mit 17,8 ppm Blei in der Trockensubstanz beobachtet (ROSENBERGER, 1973). Zum Vergleich: 10 ppm Blei in der Trockensubstanz bilden nach KLOKE (1973) die Obergrenze natürlicher Gehalte in Pflanzen; der gleiche Wert ist als duldbare Höchstmenge 1973 in den Richtlinien der EWG zur Futtermittelbeschaffenheit z. B. für Heu festgelegt worden¹⁾.

Nach ROSENBERGER (1973) sind bei gesteigerter Bleiaufnahme die Schäden zunächst voll reversibel (bis 50 ppm); bei 250 ppm treten klinische, ab 360 ppm chronische Vergiftungen auf (jeweils 4 Wochen lange Belastung).

¹⁾ Richtlinien des Rats über die Festlegung von Höchstgehalten an unerwünschten Stoffen und Erzeugnissen in Futtermitteln; verabschiedet am 17.12.1973.

Die Aufstellung von Grenzwerten wird durch eine teilweise Gewöhnung an Blei erschwert (HAPKE, 1973). Da Kumulation in einzelnen Geweben auftritt, muß unter Umständen mit Spätschäden oder Schäden bei Nachkommen gerechnet werden. Ausreichendes Datenmaterial steht zur Klärung dieser Fragen nicht zur Verfügung.

422. Welche Wirkung Blei auf die Bodenorganismen und den Stoffumsatz im Boden ausübt, ist nicht in allen Einzelheiten zu übersehen. Nach Erfahrungen im aquatischen Bereich, wo 0,5 ppm Blei die Nitrifikation verlangsamen (LIEBMANN, 1960), muß auf relative Empfindlichkeit dieses Teiles des Stickstoffkreislaufs geschlossen werden. Nach Befunden von TYLER (1972) in Schweden hat sich der Verdacht verstärkt. Darüber hinaus kommt es durch Bleiakкумуляtion im Bestandsabfall und Humus von Wald und Grasland zu einer potentiellen Gefährdung der bei Abbau organischer Substanz maßgeblich beteiligten Bakterien, so daß der Stoffkreislauf beeinträchtigt werden kann (TYLER, 1972). Aus Befunden des gleichen Autors ergibt sich, daß durch Analyse bestimmter Moosarten, die Blei stark akkumulieren, detaillierte Zahlenwerte über die Immission von Blei (und anderen Schwermetallen) in Waldökosystemen gewonnen werden können.

423. Das für Organismen nicht lebensnotwendige Cadmium (Cd) gelangt zusätzlich zu der natürlicherweise vorkommenden geringen Menge (0,01–0,3 ppm; HAPKE, 1973) durch Industrieemission und als Verunreinigung von Phosphatdünger (je nach Herkunft in Rohphosphaten < 10–100 ppm Cd; SWAINE, 1962) in terrestrische Ökosysteme. Als Verbrennungsrückstand von Dieselmotoren erfolgt in straßennahen Böden eine Anreicherung bis 2 ppm (KLOKE, 1973). In Galmeiböden in der Umgebung von Zinkervorkommen finden sich relativ hohe natürliche Konzentrationen.

In Gliedern terrestrischer und aquatischer Ökosysteme kann eine Anreicherung erfolgen. Die ökologischen Konsequenzen, z. B. Effekte auf tierische Glieder der Nahrungskette, sind aber nicht bekannt.

Anreicherung von Cadmium in Pflanzen und organischem Material in einem durch Industrieemission belasteten schwedischen Fichtenwald

Bezogen auf Trockengewicht. Basiswert für Moos aus unbelastetem Areal < 0,1 ppm

<i>Fichtennadeln (je nach Alter)</i>	0,4 – 1,0 ppm
<i>Heidelbeere</i>	4,4 ppm
<i>Epiphytische Flechten</i>	12 ppm
<i>Moos</i>	30 ppm
<i>Nadelstreu</i>	24 ppm
<i>Rohhumus</i>	44 ppm

Quelle: Nach TYLER 1972.

Pflanzenschäden durch Cadmium treten zwar auf (z. B. Rettich ab 25 ppm; JOHN, 1972, in GARBER, 1973), doch konnte der letztgenannte Effekt durch Calciumgaben verhindert werden. Die allgemein in Ökosystemen sehr komplexen Beziehungsgefüge erlauben z. Z. keine generalisierenden Aussagen.

Bei Tieren reicht der potentielle Schaden durch Cadmium von Nierendefekten und Schäden an Keimdrüsen bis zu krebszerzeugenden Effekten (WHO 1972).

424. Kupfer (Cu) ist ein essentielles Spurenelement, dessen natürlicher Gehalt im Boden 2–100 ppm beträgt. Kupferdüngung erfolgt zum Ausgleich erntebedingter Verluste.

Ökosystembelastungen mit Cu gehen vor allem von Industrieemissionen und Fungiziden aus. In Hopfenkulturen der Hallertau gelangen durch bis zu 15 Spritzungen pro Jahr rund 150 kg Cu/ha auf das Feld, woraus sich Anreicherungen auf 500 ppm Cu im Oberboden (gegenüber normal 10 ppm) ergeben. Folgekulturen zeigten erhöhte Kupferaufnahme (RIEDER, 1971). Anreicherungen finden sich ferner unter Hochspannungsleitungen und in Böden, die mit Schweinegülle aus Beständen gedüngt werden, deren Futter aus diätetischen Gründen mit Cu versetzt wird.

Überhöhter Kupfergehalt kann bei Pflanzen zu Keimungsschäden führen (GARBER, 1973). Informationen über Ökosystemschäden liegen nicht vor.

425. Das für Organismen nicht lebensnotwendige Quecksilber (Hg) ist in Ökosystemen teils natürlicher Herkunft, teils vom Menschen eingeführt (SAHA, 1972). Entsprechend dem natürlichen Vorkommen gibt es geringe Hg-Gehalte ("Rückstände") in vielen Organismen. Wasserlebende Organismen, vor allem auch Fische, nehmen aus dem umgebenden Wasser und mit der Nahrung besonders stark Methylquecksilber auf, das von Mikroorganismen unter bestimmten Bedingungen aus anorganischen Hg-Verbindungen aufgebaut wird (GAVIS & FERGUSON, 1972).

Im Bereich von Süßwasser und Meer kann durch Verunreinigung mit Hg-haltigen Abwässern ein hohes Rückstands-niveau im Schlamm und in Organismen (Anreicherung in Nahrungsketten) auftreten (vgl. 3.2 und 3.3). Ein kleiner Teil der Belastung kann über die Nahrungskette (Fisch – fischfressende Vögel oder Mensch) an den terrestrischen Bereich weitergegeben werden.

In terrestrischen Ökosystemen kommt es zu anthropogener Hg-Zufuhr durch Rückstände aus der Kohleverbrennung und – in Agrarökosystemen – durch Hg-haltige Fungizide und Beizmittel (siehe Anhang II, 5). Nach HANF (1973) beträgt auf Getreideanbauflächen die Zufuhr an Hg aus Beizmitteln etwa 5 g/ha · Jahr. Der Wert entspricht größenordnungsmäßig der Hg-Zufuhr mit den Niederschlägen: Regenwasser enthält 0,2–2,0 ppb Hg (LYRE, 1973); bei 0,5 ppb und 1000 mm Jahresniederschlagshöhe ergibt sich z. B. eine Zufuhr von 5 g Hg/ha · Jahr.

Hinsichtlich der tatsächlichen Belastung von Ökosystemen sind eingehende Untersuchungen nötig. Bei der starken Hg-Anreicherung in aquatischen Nahrungsketten ist der Mensch als Fischkonsument gefährdet (vgl. 3.3). Vögel können durch gebeiztes Saatgut geschädigt werden. Die Photosynthese von pflanzlichen Planktonorganismen kann schon durch sehr geringe Hg-Konzentrationen (0,1 µg/l) gehemmt werden (HARRIS et al., 1970). Bei Tieren ist zu berücksichtigen, daß Schäden nicht unmittelbar manifest werden müssen, sondern über Störungen im Fortpflanzungsverhalten und durch Brutverluste nachhaltige Populations-schäden (sozusagen ohne sichtbare Leichen) möglich sind (Laborbefunde an Ratten und Mäusen;

HAPKE, 1970). Derartige Effekte werden dadurch gefördert, daß Quecksilber von Organismen nur sehr langsam ausgeschieden wird. Unklar ist, in welchem Umfang Fische und andere Wassertiere durch das im Körper angereicherte Quecksilber geschädigt werden.

426. Zink (Zn) gehört zu den für Pflanzen und Tiere wichtigen Spurenelementen und liegt in Böden normalerweise im Bereich von 10–300 ppm vor. Zinkverbrauch (bei Getreide im Mittel 150 g Zn/ha · Jahr) wird durch Düngung kompensiert, ebenso Zinkmangel auf bestimmten Böden.

Belastungen von Ökosystemen gehen von Zinkgewinnungs- und Verarbeitungsanlagen aus. In der Umgebung von Zinklagerstätten kommt es zu starker Zinkanreicherung im Boden: Sogenannte Galmeiböden enthalten über 500 ppm. Die Pflanzenbesiedlung wird hier beeinträchtigt, und es kommt zur Ausbildung der Galmeiflora mit schwermetallverträglichen Arten. Die Mehrzahl der Pflanzen wird durch überhöhte Zinkgehalte des Bodens geschädigt (Chlorosen); eine Angabe von einheitlichen Grenzwerten ist nicht möglich, da die toxische Wirkung von den verschiedensten abiotischen Milieufaktoren im Boden abhängt. Kombinationswirkungen (z. B. Zink und Blei) sind möglich. Zinkhaltiger Staub ruft ebenfalls Pflanzenschäden mit Ertragsminderung hervor.

Daten über Schäden an Wildtieren liegen nicht vor; man muß aber davon ausgehen, daß Säugetiere (auch der Mensch) schon von pflanzenverträglichen Mengen geschädigt werden (KLOKE, 1973). 50 ppm Zn führen bei Jungschweinen zu Erkrankungen, die durch Haut-, Muskel- und Nervenschäden gekennzeichnet sind.

427. Eine Voraussage über die Tendenz der Schwermetallbelastung der Ökosysteme ist schwer zu erstellen, da einerseits steigende Produktionszahlen (z. B. Cadmium) potentielle Erhöhungen der Belastung signalisieren können, andererseits mit Erfolgen emissionseinschränkender Maßnahmen (Benzin-Blei-Gesetz, Recycling) zu rechnen ist. Generell kann man davon ausgehen, daß die Schwermetallbelastung der terrestrischen Ökosysteme sich auf Straßenränder und den Umkreis einschlägiger Industrien sowie einiger spezieller Schadstoffquellen konzentriert. Im aquatischen Bereich stellen spezielle Industrieabwässer die Belastungsquelle dar.

3.6.6 Immission durch Luftverunreinigung

428. Die schon in Abschnitt 3.1 im einzelnen aufgeführten Emissionen aus Industrie, Heizanlagen und Verkehr stellen im allgemeinen für alle Ökosysteme mehr oder weniger starke Belastungen dar. Die Skala der Beeinflussung reicht von Veränderungen des pH-Wertes im Boden (oder in Gewässern) über Düngewirkungen bis zu Beeinträchtigungen des Stoffhaushaltes und Absterben von Pflanzenteilen oder ganzen Organismen. Neben direkten Wirkungen treten zahlreiche indirekte Effekte über das gesamte Beziehungsgefüge des Ökosystems auf. Besonders wichtig und in Einzelheiten wenig bekannt sind Kombinationswirkungen verschiedener Immissionen.

Absolute Daten über die Höhe der Immissionen an belasteten und unbelasteten Meßstationen sind im Anhang II, 8 zusammengestellt. Im Bereich der naturnahen Ökosysteme sind nach OLSCHOWY (1971) in der Bundesrepublik Deutschland 50000 ha Wald immissionsgeschädigt (bei $7,2 \times 10^6$ ha Wald insgesamt).

Die ökologischen Wirkungen der verschiedenen luftverunreinigenden Stoffe werden im folgenden Abschnitt kurz behandelt, wobei eine Grobgliederung in (a) gasförmige und (b) partikuläre Immissionen vorgenommen wird. Radioaktive Immissionen werden zunächst nicht behandelt¹⁾.

(a) Gasförmige Immissionen

429. CO₂ (Kohlendioxid) gehört zu den essentiellen abiotischen Komponenten eines Ökosystems; es wird von Pflanzen bei der Photosynthese verarbeitet und von allen Organismen bei der Atmung abgegeben. Insbesondere setzen Mikroorganismen beim Abbau organischer Substanz CO₂ frei. Der Mensch vermehrt den CO₂-Gehalt durch Verbrennung fossiler Bestandsabfälle (Kohle, Erdöl) in solchem Maße, daß der CO₂-Gehalt der Luft seit 1900 (290 ppm) stetig ansteigt: er liegt z. Z. global bei 322 ppm (in Städten 550 ppm; Anhang II, 8) und er wird bis zum Jahr 2000 auf schätzungsweise 375 ppm ansteigen (FLOHN, 1973). Von der derzeitigen CO₂-Produktion verbleiben 50% in der Atmosphäre, der Rest wird in terrestrischen Ökosystemen und im Ozean gebunden.

Da die gegenwärtigen CO₂-Werte der Atmosphäre weit unterhalb des für die pflanzliche Photosynthese optimalen Bereichs liegen (ROSS, 1973), kann auch eine stärkere Steigerung keine Schädigung des Pflanzenwachstums bedeuten. Eine theoretisch zu erwartende Förderung der Photosyntheseleistung kommt aber global aus verschiedenen Gründen (z. B. Klima) nicht zustande, so daß die Pflanzenwelt die anthropogene CO₂-Vermehrung nicht kompensieren kann. Ökologische Wirkungen der Erhöhung des CO₂-Gehaltes werden auf globaler Ebene vorausgesagt, weil CO₂ die Wärmerückstrahlung von der Erde ins Weltall behindert und somit Temperaturerhöhung eintreten kann. Diese Frage kann nur im klimatologischen Rahmen diskutiert werden, da sie mit verschiedenen anderen Problemen verknüpft ist (FLOHN, 1973).

430. CO (Kohlenmonoxid) wird unter natürlichen Bedingungen in geringer Menge von Ozeanen abgegeben (Abbauprodukte organischer Substanz; SEILER & JUNGE, 1970). Mikroorganismen im Boden sind zur Verarbeitung von CO befähigt; auf diese Weise kann ein erheblicher Teil des in die Atmosphäre anthropogen emittierten CO wieder eliminiert werden. Über die Rolle des CO in Ökosystemen liegen keine weiteren Kenntnisse vor. Belastungsdaten: Reinluftgebiete 0,1 ppm; Städte bis 20 ppm (siehe hierzu und zum folgenden 3.1).

431. Gasförmige Fluorimmissionen können im Bereich um $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Luft Pflanzenschäden verursachen, indem das toxische Material sich vor allem im Blattrandbereich anreichert und eine Zerstörung der Assimilationsfläche bewirkt (GU-

DERIAN, 1972). Die Anreicherung von Fluor im Pflanzmaterial führt zur Weitergabe in der Nahrungskette, wodurch Fluorosen bei Pflanzenfressern auftreten können. Details Aussagen über die Belastung von Ökosystemen sind momentan nicht möglich, vor allem deshalb, weil verschiedene Fluorverbindungen auftreten, die unterschiedliche Giftigkeit haben. Die Möglichkeit von Kombinationseffekten wurde schon früher erwähnt.

Die Mittelwerte des Fluorgehaltes in der Luft betragen 1969 in einem unbelasteten Gebiet (Schaumburg) $0,065 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (RÖNISCHE, 1971), in belasteten Arealen (Ruhrgebiet; Anhang II, 9) dagegen 1972 z. T. mehr als $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (BUCK & IXFELD, 1973b).

432. Stickoxide (NO_x) gelangen durch natürliche Prozesse in kleinsten Mengen in die Atmosphäre, z. B. NO bei der bakteriellen Nitrat-Atmung. Die Konzentration dieser Spurenstoffe wird durch Abgase verschiedener Herkunft stark erhöht. Potentielle Belastungen von Ökosystemen können einmal von NO_x selbst ausgehen, zum anderen aber auch durch das in der Endphase photochemischer Smog-Bildung entstehende Peroxyacetylnitrat (PAN) und andere Photooxidantien.

1970 betrug die NO₂-Konzentration in der Luft an Reinluftstationen im Mittel $3,4 - 9,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, an einer belasteten Station $52 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (KÖHLER, 1973).

In welchem Umfang Ökosysteme durch Stickoxide geschädigt werden, ist z. Z. nicht zu erkennen. NO übt offenbar in den vorhandenen Konzentrationen keine pflanzenschädigende Wirkung aus; NO₂ ist für Vegetationsschäden von untergeordneter Bedeutung.

NO₂ stellt einen wesentlichen Faktor bei der photochemischen Bildung von Smog dar; dieser ist in den Vereinigten Staaten eine wichtige pflanzenschädigende Komponente im Komplex Luftverunreinigung. Wieweit mitteleuropäische Ökosysteme durch Smog geschädigt werden, ist ungeklärt. Sowohl PAN (s. o.) als auch Ozon können prinzipiell Zellschäden bei Pflanzen hervorrufen (GUDERIAN, 1972).

433. SO₂ (Schwefeldioxid) gelangt überwiegend durch Emissionen von Verbrennungsanlagen in Ökosysteme. Aus dieser besonderen Situation ergeben sich deutlich ausgeprägte Tages- und Jahresgänge, wobei die winterlichen Maxima eine besondere Gefährdung von wintergrünen Pflanzen (Nadelwäldern) darstellen.

In den letzten Jahren sind die Spitzenbelastungen durch SO₂ z. B. durch zentrale Wärmeversorgung, Bau höherer Schornsteine, u. a. zurückgegangen. Entsprechend verhielt es sich mit extremen Vegetationsschäden; allerdings hat die allgemeine Gefährdung von Dauerkulturen (z. B. Wäldern) flächenmäßig zugenommen.

Schädigungen der pflanzlichen Komponenten im Ökosystem beginnen mit der Beeinträchtigung der Photosynthese zunächst ohne sichtbare Schäden. Stärkere SO₂-Konzentrationen führen zur Chlorophyllzerstörung, zu Störungen der Transpiration mit letaler Wasserabgabe und schließlich zum Absterben der Blätter bzw. Nadeln (GUDERIAN, 1972; SUNDSTRÖM & HÄLLGREN, 1973). Subletale Immissionen können die physiologischen Reaktionsbreiten der

¹⁾ Dieser Bereich wird zu gegebener Zeit im Rahmen eines geplanten Gutachtens über Umweltschutz und Energieversorgung behandelt.

Pflanze verändern, z. B. die Frostresistenz verringern. Bei der Abschätzung der Belastung eines Ökosystems sind die biologisch besonders wirksamen kurzzeitigen Spitzenbelastungen ebenso zu berücksichtigen, wie mögliche Kombinationswirkungen (SO_2 + Feinstaub; SO_2 + Fluor).

434. Neben der direkten Pflanzenschädigung, die bei starker Belastung zur Veränderung des Vegetationsaspektes führt, gehen von SO_2 -Belastungen folgende weitere Veränderungen aus: Geschwächte Bäume bieten Ansatzpunkte für Befall mit Insekten (Borkenkäfer u. a.) oder Pilzen. Luftverunreinigung mit SO_2 führt zur Bildung von Schwefliger Säure und Schwefelsäure in Niederschlägen. Diese sauren Niederschläge beeinträchtigen vor allem in schlecht gepufferten Böden und Gewässern nachhaltig den pH-Wert, so daß Hemmung oder völliger Ausfall der N_2 -Bindung (SUNDBLÖM & HÄLLGREN, 1973), sowie des Nitrifikationsprozesses auftreten, also der Stickstoffkreislauf gestört wird. Darüber hinaus ergeben sich Verschiebungen im Artgefüge. Mit sinkendem pH-Wert steigt die Auswaschung lebensnotwendiger Spurenelemente, wodurch Ernährungsschäden auftreten können. Im stark sauren Bereich kommt es zu Aluminium- und Mangantoxizität für Pflanzen infolge veränderter Löslichkeit dieser Elemente.

Das Ausmaß der großräumigen Ansäuerung der Niederschläge, an denen neben Schwefelsäure auch Salzsäure (z. B. aus PVC-Kunststoffverbrennung) beteiligt ist, ergibt sich aus Werten der Meßstation Schauinsland. An dieser "unbelasteten Station" sank 1965 bis 1970 der pH-Wert um 0,9 Einheiten.

Hinsichtlich eines nachhaltigen Schutzes von Ökosystemen vor SO_2 ist ein MIK-Wert (vgl. 3.1) anzustreben, der auch empfindliche Pflanzen vor Immissionsschäden schützt. MIK-Werte für sogenannte widerstandsfähige Arten stellen nur einen Kompromiß zwischen derzeitigen technischen bzw. finanziellen Möglichkeiten und dem Ökosystemschutz dar.

b) Partikuläre Immissionen

435. Von natürlichen partikulären Luftverunreinigungen (Blütenstaub, Flugasche von Waldbränden) gehen nur zeitlich und räumlich begrenzte Wirkungen auf Ökosysteme aus. Stäube und Aschen anthropogenen Ursprungs können hingegen zu großräumigen Belastungen führen, die vor allem das Pflanzenwachstum beeinträchtigen. Es ist dabei zu unterscheiden zwischen den mechanischen Wirkungen der Staubablagerung (Minderung von Lichteinfall und Gasaustausch) und Schädigungen von beispielsweise Schwermetallen oder ätzenden Partikeln, die im Staub enthalten sind. Neben direkten Pflanzenschäden ist grundsätzlich auch mit Veränderungen im Boden zu rechnen, woraus sich völlige Umgruppierungen im Pflanzenbesatz ergeben können.

Eine generalisierende Aussage über die Wirkung von Staubimmissionen in Ökosystemen ist wegen der Vielzahl der Komponenten nicht möglich; vor allem erschweren Kombinationswirkungen und die unterschiedliche Dispositionslage der individuellen Ökosysteme die Festlegung von Grenzwerten.

In den letzten Jahren hat die Staubbelaftung durch techni-

sche Verbesserungen erheblich abgenommen; im Ruhrgebiet z. B. von 1963 bis 1972 um 39% (Anhang II, 10).

Waldökosysteme, aber auch kleinere Baum- oder Gebüschgruppen in anderen Systemen, spielen wegen ihrer Filterwirkung eine große Rolle bei der Beseitigung von Staub aus der Luft und können Schutzfunktionen für empfindliche Ökosysteme oder Wohnbereiche übernehmen. Diese Funktion der "grünen Lunge" ist bedeutungsvoller als die Sauerstofflieferung aus dem Photosyntheseprozess, die im Vergleich zum Sauerstoffgehalt der Atmosphäre nur unbedeutende Nettogewinne erbringt.

436. Zusammenfassend kann zum Komplex Immissionen aus Luftverunreinigungen festgestellt werden, daß in vielen Fällen mehrere, oft zahlreiche Faktoren zusammen die Veränderungen eines Ökosystems bewirken. Das macht die Festsetzung von allgemeinen Grenzwerten der Belastbarkeit sehr schwierig. Hier sind umfangreiche Untersuchungen notwendig.

Das Vorliegen einer Belastung kann durch Testpflanzen, vor allem Flechten, festgestellt werden, so daß Vergleiche einzelner Regionen möglich sind. Insbesondere kann die aktuelle Immissionswirkung in einem Untersuchungsgebiet mit Hilfe von dort ausgebrachten ("exponierten") Testpflanzen erfaßt werden; außerdem sind aus pflanzensoziologischen Befunden langfristige Einwirkungen festzustellen. Während im ersten Fall die Reaktion einzelner Testarten als Maß der Schädigung dient, nutzt man im zweiten Fall das Vorkommen oder Fehlen bestimmter Arten oder Artengruppen als Indiz der Belastung.

So konnten TRAUTMANN et al. (1971) im Umkreis eines Industriegebietes drei Zonen unterschiedlicher Immissionsbelastung nach Leitpflanzen (Indikatoren) abgrenzen; in Abhängigkeit vor allem von dem immissionsbedingt stark veränderten Stickstoffhaushalt des Bodens ergaben sich auffällige Veränderungen im Pflanzenbestand mit Förderung stickstoffliebender (nitrophiler) Pflanzen in der Nähe der Emissionsquellen.

Die Möglichkeit des Schutzes von Ökosystemen vor schädlichen Immissionen gasförmiger oder partikulärer Natur sind im wesentlichen durch technische Normen bei der Reinigung von Verbrennungsrückständen, Abgasen und Industrieemissionen verschiedenster Art begrenzt. Hinsichtlich dieses Problembereiches und der zukünftig zu erwartenden Belastungen vgl. Abschnitt 3.1. Bei der Beurteilung der bisherigen Maßnahmen gegen Immissionsschäden ist zu berücksichtigen, daß die stellenweise erzielten Erfolge zum Teil auf Umstellung des Baumbestandes auf resistente Arten zurückgehen, also mit einer Veränderung des Systems erkaufte wurden.

3.6.7 Pflanzennährstoffe („Eutrophierende Stoffe“)

437. Pflanzennährstoffe üben unmittelbaren Einfluß auf die pflanzliche Produktion aus und nehmen damit im Stoffhaushalt von terrestrischen und aquatischen Ökosystemen eine Schlüsselstellung ein. Im einzelnen handelt es sich um Stickstoffverbindungen (Ammonium, Nitrat), Phosphat, Kalium,

Calcium, Magnesium, Schwefel und die mengenmäßig unbedeutenden aber lebensnotwendigen Spurenelemente (z. B. Mangan, Kupfer, Zink, Bor). In natürlichen Ökosystemen stammt der größte Teil der Pflanzennährstoffe aus Verwitterungsprozessen; nur Stickstoff wird überwiegend durch Organismen eingebracht (Bindung von Luftstickstoff).

Der Gehalt an Pflanzennährstoffen in Ökosystemen wird vom Menschen gewollt durch Düngung (Agrarökosysteme, Fischteiche, manche Forsten) und ungewollt über Emissionen verschiedenen Typs verändert.

438. Düngung erfolgt zur Steigerung der Ernte oder zur Verbesserung des Futterangebotes für Pflanzenfresser. Gedüngt wird (1) mit Stallmist, Gülle, Klärschlamm oder Kompost, also Material, das mehr oder weniger hohe Anteile an nicht mineralisierten organischen Komponenten enthält, die erst im Ökosystem in anorganische Pflanzennährstoffe zerlegt werden oder (2) mit sogenanntem Handelsdünger ("Kunstdünger"), der vor allem Stickstoff-, Phosphor- und Kaliumverbindungen (N-, P-, K-Verbindungen) enthält, aber auch Beimengungen an Spurenelementen, die absichtlich zugesetzt werden oder als Verunreinigung enthalten sind. Getrennte zusätzliche Spurenelementdüngung gibt es z. B. im Zuckerrübenbau (Bor) oder bei Fällen von Mangan- und Kupfermangel. Herkunftsmäßig werden Stickstoffdünger überwiegend aus Luftstickstoff gewonnen, die übrigen aus natürlichen Lagerstätten mobilisiert.

In Mitteleuropa werden mehr als 50% der pflanzlichen Erzeugung den jährlich dem Boden zugeführten Handelsdüngern zugeschrieben (TIMMERMANN, 1973). Gemäß der Formel: hohe Düngung = hohe Erträge, wird die aus der laufenden Statistik (Anhang II, 11) erkennbare Tendenz zu steigendem Düngereinsatz pro Flächeneinheit auch in den nächsten Jahren anhalten.

Das Düngemittelgesetz und die nachfolgenden Verordnungen (Anhang II, 15) regeln den Verkehr mit Handelsdünger und setzen Normen. Düngemittel im Sinne des Gesetzes sind nicht nur Pflanzennährstoffe, sondern auch bestimmte Wirkstoffe (z. B. Wachstumsregler; vgl. 3.6.3).

Als mögliche Verunreinigung von Phosphatdüngern wurde schon Cadmium erwähnt (3.6.5); Werte über die tatsächlich mit Dünger ausgebrachten Mengen stehen nicht zur Verfügung. Eine Festsetzung von Grenzwerten für Cadmiumgehalte in Düngemitteln besteht nicht, während der Gehalt an Blei und Quecksilber durch die 8. – 10. Verordnung zur Änderung der Düngemittelverordnung (Anhang II, 15) geregelt wird.

Organische Dünger (Stallmist, Gülle u.a.) können abgesehen von pathogenen Bakterien und Viren sowie Wurmeiern auch Antibiotika aus Futtermittelzusätzen und therapeutischen Maßnahmen oder Kupfer aus Futtermittelzusätzen aufweisen. Klärschlämme und Kompost enthalten unter Umständen Schwermetalle (vgl. 3.5).

439. Düngungsmaßnahmen werden primär in landwirtschaftlichen Kulturen, in geringerem Umfang auf forstwirtschaftlich genutzten Flächen durchgeführt. Die stärksten Nährstoffgaben erhalten Intensivkulturen; hier stellt sich

die Frage, ob von einem hohen Nährsalzgehalt des Bodens Beeinträchtigungen der Nahrungsmittelqualität ausgehen können, etwa durch Speicherung von Nitrat in Kohlgewächsen, Rettich, Rüben, Salat, Spinat.

Bei Spinat sind infolge hoher Nitratgehalte menschliche Gesundheitsschäden bekannt geworden. Der Schadeffekt beruht darauf, daß im Darm durch bakterielle Nitratreduktion toxisches Nitrit entsteht, das die Atmungsfunktion des Blutfarbstoffs hemmt (Methämoglobinämie). Nitrit ist ferner an der Entstehung von krebserregenden Nitrosaminen beteiligt. Bei Haustieren liegen außerdem begründete Hinweise auf Schädigung der Fruchtbarkeitsmerkmale durch Futter von intensiv gedüngten Flächen vor (AEHNELT & HAHN, 1973).

Es erscheint dringend erforderlich, die Auswirkung starker Düngung auf die Eignung von Pflanzen als Nahrung für Mensch und Tier intensiv zu untersuchen.

Übermäßige Düngung kann die Anfälligkeit gegen Schädlinge erhöhen, so daß verstärkter Pestizideinsatz notwendig wird. Sinnvolle Düngemittelanwendung stellt folglich einen Teil des integrierten Pflanzenschutzes (3.6.2) dar.

440. Immissionen von Pflanzennährstoffen in Ökosystemen stammen aus verschiedenen Quellen. Ein Teil gelangt über Niederschläge (Anhang II, 12) und Aerosole (Anhang II, 13) in terrestrische und aquatische Lebensräume.

Es handelt sich hierbei vor allem um Ammoniak, Ammonium, Nitrat, Phosphat sowie Calcium, Kalium, Magnesium und Natrium. Herkunftsmäßig stammt Ammoniak vornehmlich aus Industrieemissionen. Nitrat dürfte überwiegend durch Umwandlung aus NO₂ (vgl. 3.6.6) entstehen, d. h. durch alle Verbrennungsprozesse im Vorkommen gefördert werden.

Mengenmäßig erreicht der Stickstoff (N) aus Regenwasser 10 kg/ha · Jahr und mehr, Phosphat etwa die Größenordnung 0,5 kg P/ha · Jahr. Zum Vergleich: Der mittlere Düngemittelverbrauch 1970/71 betrug pro ha landwirtschaftliche Nutzfläche 83 kg N und 29 kg P. Bei flachen Seen gelten 10–20 kg N/ha · Jahr bzw. 1 kg Gesamt-P als kritische Belastung (VOLLENWEIDER, 1968).

Die tatsächliche Gesamtbelastung an Pflanzennährstoffen aus Niederschlägen ist wegen fehlender Meßdaten nicht zu ermitteln.

441. Die stärksten Belastungen mit Pflanzennährstoffen gehen von häuslichen Abwässern und Emissionen der Agrarökosysteme sowie der Massentierhaltung aus. Betroffen werden in erster Linie Gewässer (vgl. 3.2), aber in gewissem Umfang auch terrestrische Ökosysteme, etwa bei Ablagerung oder übermäßiger Ausbringung von Klärschlamm, Gülle und dergleichen. Typisch ist z. B. die Entstehung charakteristischer Hochstaudenfluren oder Lägerfluren auf Viehtriften und Almen, die ihre Entstehung der Beweidung und der starken Zufuhr tierischer Abgänge verdanken. Die auffallendsten Veränderungen aquatischer Ökosysteme laufen ab, wenn ursprünglich nährstoffarme (oligotrophe) Seen und Talsperren mit geringer Pflanzenproduktion durch anthropogene Nährstoffzufuhr in nährstoffreiche (eutrophe), hochproduktive Gewässer umgewandelt werden. Dieser Prozeß wird als Eutrophierung bezeichnet; er kann in bestimmten Fällen auch unter natürlichen Bedingungen ablaufen, wird aber durch menschliche Einwirkungen großräumig und rasant gefördert.

Der Begriff Eutrophierung umfaßt einen Komplex von strukturellen und funktionellen Veränderungen in einem Ökosystem: Das erhöhte Angebot insbesondere an Phosphat, aber auch an Stickstoffverbindungen, verändert das Artenspektrum bei Pflanzen und Tieren, steigert die Produktion an organischer Substanz und führt zur Vermehrung des Bestandsabfalls. Damit steigen die sauerstoffverbrauchenden Abbauprozesse an, und der gesamte Sauerstoffhaushalt wird verändert, sowie alle damit gekoppelten Prozesse. Besonders einschneidend ist, daß im Tiefenwasser, wo die stärksten Abbauprozesse ablaufen, der Nachschub an Sauerstoff im Sommer durch die thermische Schichtung und im Winter durch Eisbedeckung unterbunden wird. Auf diese Weise können sehr lange, nur im Frühjahr und Herbst unterbrochene Sauerstoffmangelphasen auftreten, woraus sich Veränderungen im Stoffumsatz und im Organismenbestand ableiten lassen. Dabei werden durchaus nicht nur Bodentiere betroffen, sondern auch Fische der freien Wasserzone, deren Eier sich am Seeboden entwickeln und bei Sauerstoffmangel absterben (z. B. Blaufelchen).

Über den Anteil der einzelnen Emittenten an der Gewässer-eutrophierung gehen die Meinungen auseinander (vgl. 3.2); vor allem die Belastung durch Agrarökosysteme ist umstritten; bei Phosphat beispielsweise reichen die angenommenen Anteile von "minimal" bis 40%. Es ist zu erwarten, daß die Tätigkeit des Arbeitskreises "Phosphate und Wasser" der Fachgruppe Wasserchemie in der Gesellschaft deutscher Chemiker dieses Problem einer Klärung näher bringt.

442. Die Emission der Agrarökosysteme muß im Zusammenhang mit Düngungsmaßnahmen gesehen werden (zum Abwasser s. 3.2). Allgemein kann festgestellt werden, daß Nitrat im Boden stark ausgewaschen wird, also leicht beweglich ist. Im Gegensatz dazu ist Phosphat schwer beweglich; es kann aber durch oberflächliche Abschwemmung von Bodenmaterial mit diesem transportiert werden. Ammonium ist gleichfalls gering beweglich. Der absolute Grad der Beweglichkeit hängt von zahlreichen Milieufaktoren ab, wie Bodentyp, Bodenreaktion, Oberflächenbeschaffenheit, Menge der vorhandenen Nährstoffe bzw. Intensität der Düngung. Somit zeigt jedes Wassereinzugsgebiet spezielle Verhältnisse, die insbesondere beim Phosphat individuell ermittelt werden müssen (SCHWERTMANN, 1973).

Auswaschungen und Abschwemmungen gibt es sowohl bei Düngung mit organischem Material als auch bei Handelsdüngereinsatz. Auch von den beim Abbau pflanzlichen Materials (z. B. Fallaub) freigesetzten Nährsalzen kann ein Teil ins Grund- oder Oberflächenwasser verfrachtet werden. Die Nährstofffreisetzung aus Stallmist und dergleichen hängt von der mikrobiellen Aktivität im Boden ab und verläuft relativ langsam, so daß die Aufnahme durch die Pflanze zumindest in der Vegetationsperiode in etwa Schritt halten kann. Hier entstehen Belastungen vor allem bei Überdüngung oder Ausbringung am falschen Ort oder zur falschen Zeit. Bei den heute gebräuchlichen Handelsdüngern stehen die Nährsalze in der Regel unmittelbar nach der Ausbringung im Übermaß zur Verfügung, und es kann zur Verfrachtung einzelner Komponenten kommen. Für die Gesamtbilanz ist wichtig, daß nach BEATON (1973) bei der gebräuchlichen Form der Volldüngung die Pflanzen nur 50–75% des zugeführten Stickstoffs, 20–30% des Phosphats und etwa 50–60% des Kaliums im Anwendungsjahr aufnehmen. Der Rest wird teils im Boden festgelegt, teils ausgewaschen oder oberflächlich abgetragen. Die Größenordnung der möglichen Übertritte ins Grundwasser ergibt sich aus einer Berechnung für ein schleswig-holsteinisches Testgebiet (SCHULZ, 1973): gegenüber Wald zeigte sich eine Steige-

rung von +210% bei Nitrat und +120% bei Phosphat (vgl. Anhang II, 14). KOLENBRANDER (1972) schätzt für außerdeutsche Verhältnisse eine durchschnittliche Phosphat-emission aus Agrarflächen durch Auswaschung und Oberflächenabfluß von 0,35 kg P/ha·Jahr; diese Menge wäre für 35% aller Seen gefährdend, bei 10% tragbar.

443. Unerwünschte Emissionen aus Agrarökosystemen können durch mehrere Maßnahmen gemindert werden. Neben direkten Gewässerschutzmaßnahmen, wie Verzicht auf Düngung im engeren Umkreis von Trinkwasserreservoirs, Anlage von Schutzzonen u. a. (vgl. 3.2) ist auf den verstärkten Einsatz von Düngemitteln mit verzögerter Nährstofffreisetzung hinzuweisen, wodurch neben verringerten Verlusten besonders auch ein gleichmäßigeres Angebot für die Pflanze während der ganzen Vegetationszeit bestehen würde. Allgemeine Forderungen sind: Keine Düngung im Herbst und Winter, mehrere kleinere Düngergaben statt einer großen, Dosierung auf Bodenverhältnisse abstellen, Vermeidung von Bodenerosion. Zur Manipulation des Stickstoffkreislaufs werden Nitrifikationsinhibitoren erprobt, die die bakterielle Umwandlung von Ammonium in leicht verfrachtbares Nitrat hemmen; hier ist eine sorgfältige Prüfung auf eventuelle ökologische Konsequenzen nötig. Von großem Interesse ist der neuerdings vorgeschlagene Ersatz der Stickstoffdüngung durch eine Koppelung luftstickstoffbindender Bakterien mit Getreidepflanzen.

3.6.8 Streusalze

444. Als Streusalz wird in der Bundesrepublik Deutschland vor allem Steinsalz (NaCl) verwendet (EVERS, 1972), das bis zu 10% mit anderen Salzen verunreinigt ist (TIEMANN, 1972). In der Umgebung von Verkehrswegen entstehen durch Spritzwasser und Straßenabwässer Chlorid-Intoxikationen mit Pflanzenschäden, die von verzögertem Blattaustrieb, Blattnekrosen, vorzeitigem Laubfall bis zum Absterben von Zweigen und ganzen Bäumen reichen (BUSCHBOM, 1972). Die geschädigten Pflanzen weisen einen gegenüber der Norm um 10- bis 20-fach erhöhten Chloridgehalt auf. Die Toleranz einzelner Arten gegen Versalzung ist verschieden.

Beispiele der NaCl-Resistenz von Holzpflanzen:

Stark NaCl-em- Mäßig NaCl-em- Schwach NaCl-em-
pfindliche Arten: pfindliche Arten: pfindliche Arten:

Hainbuche	Sanddorn	Silberölweide
Rotbuche	Zitterpappel	Feldahorn
Haselnuß	Grauerle	Silberweide
Schlehe	Vogelkirsche	Tamarisken
Eibe	Liguster	Graupappel
Fichte		

Quelle: BUSCHBOM, 1972

Während der Schwerpunkt der Schädigung einen Streifen von etwa 5 bis 10 m beiderseits der Fahrbahnen umfaßt, kann durch Ableiten von Straßenabwässern in Waldbestände (vor allem Fichtenbestände) der geschädigte Bereich wesentlich vergrößert werden (bis zu 100 m im Bestandsinneren).

Außer der direkten Salzschädigung von Pflanzen durch Chloride entstehen Ökosystemschäden dadurch, daß Natri-

umzufuhr den bodenphysikalischen Zustand ungünstig beeinflusst. Bei bestimmten Bodentypen treten Störungen im Wurzelbereich (Fichte, Douglasie) auf und bedingen zusätzliche Pflanzenschäden (ANONYM, 1972).

Bei Streusalzen muß mit steigendem Verbrauch und Zunahme der Schäden an straßennahen Beständen gerechnet werden; die stellenweise schon erfolgte Sortenauswahl bei der Straßenrandbepflanzung vermag positiv zu wirken.

4 KOMPLEXE BEREICHE DER UMWELTPOLITIK

4.1 Naturschutz und Landschaftspflege

4.1.0 Landschaftsräume als komplexe Umweltsysteme

445. Landschaftsräume sind die natürliche und gebaute Umwelt der Gesellschaft, ihre Lebens- und Wirtschaftsräume. Landschaftsräume als komplexe Umweltsysteme sind in ihrer Naturausstattung Gegenstand der landespflegerischen Arbeitsbereiche Landschaftspflege, Naturschutz und Grünordnung, mit der Zielsetzung "optimaler und nachhaltiger, materieller wie immaterieller Leistungen der Naturausstattung für die Gesellschaft" (vgl. 4.1.2).

Landschaftsräume sind Teilräume der Biosphäre, die sich aufgrund ihres Landschaftshaushaltes (ökologisch), ihrer Landschaftsstruktur (strukturell), ihres Landschaftsbildes (visuell-physiognomisch) und ihrer Landschaftsentwicklung (genetisch) von benachbarten Teilräumen abgrenzen lassen. Wichtigste Faktorengruppen im Wirkungsgelände der Landschaftsräume sind Relief, Boden, Wasser, Klima, Pflanzendecke und Tierwelt (Abb. 1).

Im folgenden werden die Landschaftsräume als Komplexe miteinander kommunizierender Ökosysteme (vgl. 3.6.1 Abb. 1) sowie als Komplexe von Strukturelementen betrachtet. Die Landschaftsräume der Bundesrepublik Deutschland sind überwiegend von der Gesellschaft genutzt und gestaltete Kulturlandschaften, zu denen auch die städtischen Räume oder Stadtlandschaften gehören. Ökologisch gesehen sind die Landschaftsräume der Bundesrepublik Deutschland somit Komplexe von natürlichen und naturnahen Ökosystemen, deren Energiehaushalt von der Sonnenenergie, sowie von urban-industriellen Ökosystemen, deren Haushalt in erster Linie von zusätzlichen Energiequellen (fossilen Brennstoffen, Kernenergie) abhängig ist (ELLENBERG, 1973). Zu den urban-industriellen Ökosystemen leiten hinsichtlich des menschlichen Einflusses die Agrar-Ökosysteme mit hoher Stoffentnahme, mit Dünger- und Wassergaben über.

Die Methoden, mit denen auf die Naturausstattung zur Erzielung "optimaler und nachhaltiger Leistungen der Naturausstattung der Landschaftsräume für die Gesellschaft" Einfluß genommen wird, sind Ökosystem-Steuerung und Strukturänderung bzw. -sicherung.

4.1.1 Situationsanalyse und Trends im Strukturwandel und Belastung der Landschaftsräume in der Bundesrepublik Deutschland

446. Die Landschaftsräume der Bundesrepublik sind in Abhängigkeit vom sozio-ökonomischen Strukturwandel als Wirtschafts-, Wohn- und Erholungsräume einem laufenden

Wandel der Landschaftsstruktur und erheblichen Belastungen ihres Naturpotentials ausgesetzt gewesen. Strukturwandel wie Zunahme der Belastungen waren in den letzten Jahrzehnten durch die rapide Entwicklung von Technik und Wirtschaft, Wohlstand und Freizeit einem Beschleunigungsprozeß unterworfen (BASLER, 1971; BUCHWALD, 1972), der bei einem Teil von Umweltbelastungen exponentielles Wachstum bewirkte (BASLER, 1971; NÜMANN, 1972). Zu diesem Wandel der Landschaftsstruktur und den Belastungen des Landschaftshaushaltes führten vor allem:

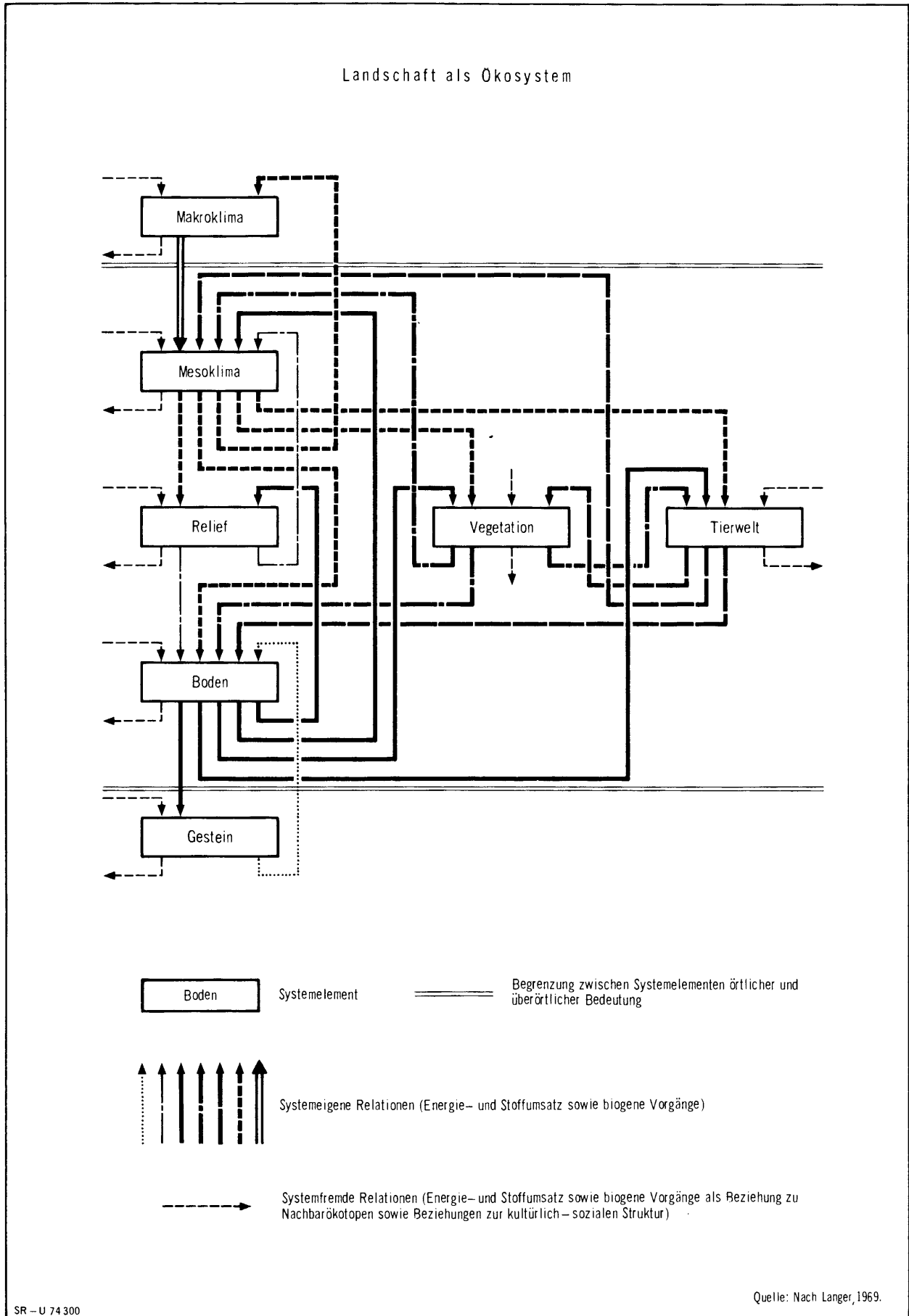
- das Wachstum und die strukturellen Veränderungen der Siedlungs- und Industriegebiete.
- das Wachstum des Verkehrs und der Ausbau des Verkehrsnetzes.
- der erhöhte Rohstoff- und Energieverbrauch.
- die Zunahme der festen Abfälle, Abwässer und Emissionen.
- der agrarstrukturelle Wandel einschließlich der Schrumpfung und der damit verbundene Nutzungswandel in ländlichen Räumen sowie
- der wachsende Flächenbedarf für Erholung und Freizeit.

447. Dabei sind die Belastungen der natürlichen und naturnahen Ökosysteme (wie der Systeme der Kulturpflanzenbestände) in ländlichen und städtischen Räumen durch Überlagerungen und Nebeneinander sich beeinträchtigender oder sogar ausschließlicher Nutzungen wesentlich erhöht worden (u.a. Landwirtschaft/Freizeitverkehr; Verkehr/Wohnsiedlung; Verkehr/Erholung; Industrie/Wohnsiedlung; Landwirtschaft/Trinkwassergewinnung).

448. Strukturwandel und Ausmaß der Belastungen werden in den Abschnitten 4.1.1.1 und 4.1.1.2 – wo möglich – differenziert nach räumlichen Funktionstypen dargestellt. In wesentlicher Vereinfachung können nach der Nutzung durch die Gesellschaft, nach ihrer Wirtschafts- und Landschaftsstruktur und nach ihrer Belastung drei funktionale Raumtypen unterschieden werden:

- die Verdichtungsräume und die Verdichtungsbänder, angereichert mit städtischen Siedlungen und Industrien
- die agrarischen Vorranggebiete als hochrationalisierte landwirtschaftliche Produktionsräume auf meist besten Standorten und
- die agrarischen Problemgebiete als Rückzugsgebiete der Landwirtschaft mit überwiegend ungünstigen natürlichen Produktionsbedingungen, vielfach erhaltener vorindustrieller Landschaftsstruktur und häufiger Nutzung als Wochenend- und Ferienerholungsgebiete.

Abb. 1



4.1.1.1 Wandel der Flächennutzung im Bundesgebiet – Auswirkungen auf Haushalt, Struktur und Bild der Landschaft

449. Der Wandel der Flächennutzung im Jahrzehnt 1960/70 (Abb. 2) zeigt einen

Rückgang

der landwirtschaftlichen Nutzfläche von 3,3 %
 der unkultivierten Moorflächen von 9,9 %
 des „Öd- und Unlandes“¹⁾ von 4,0 %

Demgegenüber haben zugenommen

die Waldflächen um 0,9 %
 die Wohnbau- und Industrieflächen um 28,0 %
 die Verkehrsflächen (ohne Flugplätze) um 13,5 %

¹⁾ Dieser in der landwirtschaftlichen Statistik übliche Begriff umfaßt aus biologisch-ökologischer Sicht und aus der Sicht der Erholungsnutzung im Gesamtsystem der Landschaft wichtige Ökosysteme wie Trockenrasen, Dünen, Heiden und verschiedenste Feuchtgebiete.

In den Zahlen der landwirtschaftlichen Nutzfläche sind die Sozialbracheflächen enthalten (siehe folgende Seite).

Über die voraussichtlichen Veränderungen der Flächennutzung der Jahre 1968/70 bis zum Jahre 1985 liegt eine Reihe von Schätzungen vor, die in Tab. 1 zusammengefaßt sind.

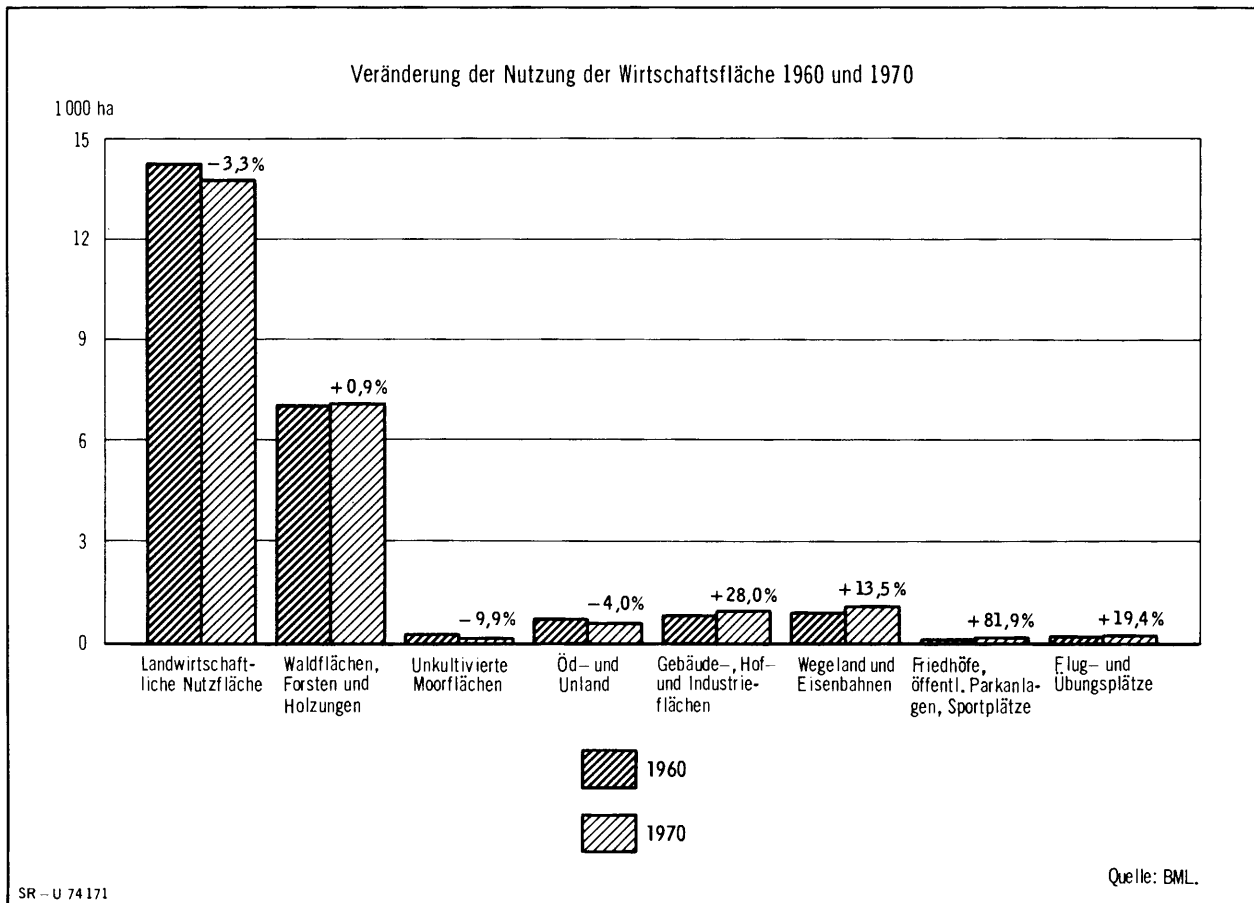
Landwirtschaftliche Nutzflächen

450. Unter der Voraussetzung einer 70%igen Selbstversorgung der Bundesrepublik Deutschland mit landwirtschaftlichen Produkten würden im Zeitraum 1970/1985 rd. 3 Mill. ha landwirtschaftliche Nutzfläche aus der landwirtschaftlichen Produktion ausscheiden können. Angesichts der voraussichtlichen Verringerung der industriellen Wachstumsquoten erscheint die Annahme einer nur 70%igen Selbstversorgung wenig gesichert. Dies wie die weitere Inanspruchnahme hochwertiger Standorte in den Vorranggebieten für außerlandwirtschaftliche Zwecke dürften sich einschränkend auf die Entlassung von Flächen aus der landwirtschaftlichen Nutzung auswirken.

Dem kann entgegengehalten werden, daß eine weitere Produktionssteigerung auf der Flächeneinheit durch neue technisch-wissenschaftliche Kenntnisse denkbar ist und schon dadurch eine Verringerung der Fläche möglich wird. Andererseits können in nächster Zeit landschaftsökologische Gründe dafür sprechen, bestehende und künftige Möglichkeiten des technischen Fortschrittes nicht auszuschöpfen, so daß damit weniger Flächen freigesetzt würden (vgl. Interpretation der ZUREK'schen Prognose in: Empf. Beirat für Raumordnung 3, 1972). Solche Beschränkungen im Sinne der Umweltvorsorge können sein:

- Begrenzung von Meliorationen und Gewässerregulierungen zur Vermeidung von Schäden im Landschaftshaushalt mit Auswirkungen auf andere Nutzungen,

Abb. 2



Tab. 1: Flächennutzungen in der Bundesrepublik Deutschland und ihre voraussichtliche Veränderung bis zum Jahr 1985 (Stand 1968/70 und Zu- und Abnahme in 1 000 ha)

	1968/70	bis 1975	1975 bis 1980	1980 bis 1985
Landwirtschaftliche Nutzfläche	13 850			
bei erwarteter (fortgeschriebener) Istproduktion	.	- 269	- 250	- 250
bei 80 % Selbstversorgung	.	- 1 422	- 111	- 89
bei 70 % Selbstversorgung	.	- 2 870	- 200	- 200
Forstliche Nutzfläche	7 500	+ 300	+ 200	+ 200
Bruttowohnbauland				
bei Geschoßflächenzahl 0,2	.	+ 677	+ 117	+ 134
bei Geschoßflächenzahl 0,3	900	+ 75	+ 81	+ 88
bei Geschoßflächenzahl 0,5	.	- 238	+ 55	+ 63
bei Geschoßflächenzahl 0,6	.	- 316	+ 48	+ 56
bei Geschoßflächenzahl 0,8	.	- 388	+ 43	+ 49
Industrie- und Dienstleistungsflächen				
bei einer Bedarfsfläche je Arbeitsplatz von				
60 m ²	.	- 35	+ 8	+ 7
80 m ²	184	+ 15	+ 10	+ 10
100 m ²	.	+ 65	+ 12	+ 13
Verkehrsflächen				
Deutsche Bundesbahn und nichtbundes-eigene Eisenbahnen	103	+ 2	+ 2	+ 2
Straßen und Wege	405	+ 60	+ 60	+ 60
Binnenwasserstraßen	12	+ 2	+ 2	+ 2
Zivile Flugplätze	8	+ 6	+ 6	+ 6
Militärische Anlagen	450	+ 11	+ 11	+ 11

Quelle: Empfehlungen des Beirates für Raumordnung beim Bundesminister des Innern (1972). Die voraussichtlichen Veränderungen der landwirtschaftlichen Nutzfläche wurden nach einer Untersuchung von E. Zurek (1970) zitiert.

- Begrenzung der Düngung, u. a. zur Vermeidung von Belastungen des Grund- und Oberflächenwassers als Trinkwasser mit gesundheitsschädlichen Folgen,
- Begrenzung der Anwendung von Schädlingsbekämpfungsmitteln, Antibiotika, Wachstumshormonen usw.

Auf die Konsequenzen für die Brachflächenentwicklung wird später eingegangen.

Forstliche Nutzfläche

451. Seit Beginn der 50er Jahre (1952) hat sich die Waldfläche in der Bundesrepublik Deutschland um 2,5% erhöht. Dieser Tatbestand muß besonders hervorgehoben werden angesichts der bis dahin überwiegenden Tendenz der Ausdehnung anderer Nutzungen zu Lasten der Waldfläche. Setzt man den Bestand des Jahres 1952 mit 7 005 131 ha = 100%, so waren im Jahr 1962 101,4%, im Jahre 1972 102,4% erreicht. Diese rd. 7,2 Mill. ha Wald bedeckten 1972 rd. 29% der Gesamtfläche der Bundesrepublik.

Auf je 100 Bürger entfallen vergleichsweise:

- in der Bundesrepublik Deutschland 11,8 ha Wald,
- in der DDR 17,0 ha Wald und
- im Land Nordrhein-Westfalen 4,8 ha Wald.

Das Wachstum der Waldflächen (1952–1972 um 2,5%) erfolgte in der Regel jedoch gerade nicht in den Verdichtungsräumen, wo es aus human- und landschaftsökologischen Gründen sowie im Interesse der Bereitstellung von Erholungswald erwünscht wäre. So ist die Waldentwicklung im Rhein-Main-Gebiet und Ruhrgebiet häufig regressiv, in dünnbesiedelten agrarischen Problemgebieten dagegen progressiv.

Die o. a. Prognose rechnet mit einer Ausweitung der Waldfläche von rd. 700 000 ha im Zeitraum 1968/1970–1985 unter Berücksichtigung ökonomischer wie ökologischer Gesichtspunkte. Vom Holzbedarf her beurteilt, wäre eine fast völlige Aufforstung der aus der landwirtschaftlichen Nutzfläche entlassenen Flächen denkbar. Aus ökologischer Sicht erscheint dies problematisch.

452. Wir kennen das optimale Verhältnis von Wald zu Freiflächen (Grünland, Acker, Moor, Heide etc.) bei verschiedenen Nutzungskombinationen der Landschaftsräume nicht. So ist z. B. das optimale Verhältnis zwischen Wald und Grünland in Mittelgebirgsräumen wie der Rhön bei einer Nutzungskombination forstl. Nutzung/extensive Grünlandnutzung / Erholungsverkehr / Trinkwassergewinnung noch zu ermitteln. Gegen eine großflächige Aufforstung in agrarischen Problemgebieten wie vielen Mittelgebirgen können aber sprechen:

- der Einfluß auf die Quantität der Wasserspende des Einzugsgebietes
- die Verringerung der landschaftlichen Vielfalt als Grundlage der natürlichen Erholungseignung
- die Einschränkung der Benutzbarkeit der Landschaft für eine Reihe von Erholungs- und Freizeitaktivitäten.

Über die ökologischen Auswirkungen verschiedener Nutzungskombinationen mit unterschiedlichem Waldanteil laufen z. Z. Forschungsvorhaben.

Bruttowohnbaufläche

453. Für 1970 wurde die Bruttowohnbaufläche auf rd. 900 000 ha geschätzt (Empf. Beirat für Raumordnung 3, 1972). Bei Voraussetzung einer durchschnittlichen Geschossflächenzahl von etwa 0,3 würde die Zunahme im Prognosezeitraum rd. 240 000 ha betragen.

Industrie- und Dienstleistungsflächen

454. Die Schätzung von 184 000 ha (1968/1970) beruht auf einer angenommenen Fläche je Arbeitsplatz von 80 m². Es wird mit einer Zunahme von 35 000 bis 90 000 ha bis 1985 gerechnet. Dabei muß offen bleiben, ob dieser Flächenbe-

darf und seine räumliche Verteilung unter landschaftsökologischen Gesichtspunkten eingeschränkt, bzw. regional und lokal gesteuert werden muß. Ferner muß offengelassen werden, ob die zugrundegelegten industriellen Wachstumsquoten noch zutreffen.

Verkehrsflächen

455. Die Verkehrsflächen, von denen rd. 75% auf Straßen und Wege entfallen, beanspruchen gegenwärtig zwar nur etwas mehr als 2% der Fläche des Bundesgebietes. Auch der voraussichtliche Zuwachs von rd. 210 000 ha im Zeitraum von 1970 bis 1985, der auf Schätzungen des Bundesministers für Verkehr für das Jahr 1980 beruht und von der Projektgruppe des Beirats für Raumordnung bis 1985 fortgeschrieben wurde, wird den Anteil der Verkehrsflächen nur auf etwa 3% vergrößern, wobei der Anteil der Straßen an diesen Flächen sich auf nahezu 80% erhöht. Es ist jedoch zu berücksichtigen, daß die Anteile der Verkehrsflächen in den Verdichtungsgebieten und vor allem in deren Kernbereichen wesentlich höher liegen. Insbesondere der Flächenbedarf des Individualverkehrs läßt sich hier infolge der wachsenden Benutzung von Kraftfahrzeugen nicht mehr befriedigen, wenn man die Städte als menschenfreundliche Umwelt erhalten will. Dabei ist von Bedeutung, daß dieser Flächenbedarf verursacht wird durch den geringen Auslastungsgrad der Fahrzeuge, der während der werktäglichen Spitzenstunden unter 1,5 Personen/Pkw liegt, sowie durch die individuelle Abwicklung dieses Verkehrs. Außerhalb der Verdichtungsgebiete ist vor allem zu berücksichtigen, daß durch die Ausweitung der Verkehrsflächen die Verkehrsdichte zunimmt und die Verbreiterung der Straßen zugleich ihre Trennwirkung auf die Umgebung erhöht.

456. Die Zerschneidung und Tangierung von Flächen, die der Land- und Forstwirtschaft, dem Erholungsverkehr, der Wasserwirtschaft oder dem Wohnen dienen, bringt nicht nur Beeinträchtigungen durch die Trennwirkung, sondern vor allem durch die Verlärmungsbänder zu beiden Seiten der Straßen, die staub- und gasförmigen Emissionen, Abrieb, Ölabschwemmungen vom Straßenkörper usw. So würden z. B. im Erholungsgebiet des Bodanrucks (114 km²) westlich Konstanz bei Ausführung des bis 1985 vorgesehenen Straßenbauprogramms 33,6% der Fläche verlärmert. Zugrundegelegt sind hier der "mittlere stündliche Verkehr" (MSV) für 1985 von 1350 Kfz. Die Reichweite des Lärms bis zur Lärmschwelle von 40 dB (A) muß in der Ebene, ohne abschirmenden Wald, bei der Verkehrsmenge von 1350 Kfz. (MSV) für 1985 mit 600 m nach jeder Seite angenommen werden. Die Gesamtbreite des Verlärmungsbandes beträgt dann 1200 m.

Die Angabe einer Zunahme der Verkehrsfläche um "nur" 1% der Fläche des Bundesgebietes täuscht also über das tatsächliche, regional unterschiedliche Ausmaß der beeinträchtigten Flächen anderer Nutzungen hinweg.

457. Der Sachverständigenrat hat daher bereits in seinem Gutachten "Auto und Umwelt" gefordert, für einen repräsentativen ökologischen Ausgleichsraum eine Modelluntersuchung durchzuführen über die maximal tragbare Verkehrsdichte und die Möglichkeiten, öffentliche Verkehrsmittel für Zu- und Abfahrt einzusetzen. Als Einflüsse auf die Umwelt sind dabei Abgas- und Lärmemissionen, Ge-

wässerverschmutzung, Beanspruchung hochwertiger landwirtschaftlicher Böden sowie Beeinträchtigung bzw. Entwertung von Erholungsgebieten in Betracht zu ziehen.

Die für 1968/1970 angegebene Verkehrsfläche für zivile Flughäfen erscheint — nicht zuletzt im Hinblick auf die Zuwachsraten — zu niedrig. Sie wird vom Bundesverkehrsministerium auf 30000 ha geschätzt. Den für 1968/70 angegebenen Straßenflächen liegt in Wirklichkeit der Stand 1. 1. 1966 zugrunde. Bei Ansatz des Standes vom 1. 1. 1971 beträgt die Gesamtstraßenfläche 436000 ha. Die Gesamtwerte der Verkehrsflächen dürften dann betragen:

1968/1970	581000 ha
Zuwachs bis 1975	+ 70000 ha
Zuwachs 1975–1980	+ 70000 ha
Zuwachs 1980–1985	+ 70000 ha
1985	ca. 791000 ha

Flächen für Erholung und Freizeit

458. Die für Erholung und Freizeit genutzten Flächen sind z. T. in den Bruttowohnbauflächen (innerstädtische Grünflächen, Naherholungsgebiete), z. T. wegen Überlagerung mit anderen Nutzungen in den land- und forstwirtschaftlichen Nutzflächen enthalten. Über den Flächenbedarf einzelner Freizeitaktivitäten liegt bisher kein ausreichendes Material vor.

Schutzgebiete

459. Die Fläche der Schutzgebiete ist in Tab. 1 ebenfalls nicht ausgeschieden, da fast überall eine Überlagerung mit den oben genannten Nutzungen stattfindet. Auf die Notwendigkeit ihrer planmäßigen Erweiterung wird unter 4.1.2.3 eingegangen.

Gesamtbilanz

460. Legt man diese Schätzungen zugrunde, so steht 3,27 Mill. ha bis 1985 freiwerdender landwirtschaftlicher Nutzfläche im gleichen Zeitraum ein Flächenbedarf für andere Nutzungen von rd. 1,25 Mill. ha gegenüber. Hierbei muß berücksichtigt werden, daß die freifallenden landwirtschaftlichen Flächen überwiegend in agrarischen Problemgebieten auftreten, in denen ein erheblicher Landbedarf für Wohnsiedlungs-, Industrie- und Verkehrsflächen nicht besteht. Der Bedarf hierfür wird vielmehr überwiegend in Räumen hoher Siedlungsdichte liegen, die häufig zugleich landwirtschaftliche Vorranggebiete sind oder diese tangieren. Hier werden also einmal die Umweltbelastungen der Verdichtungsräume weiter erhöht, zum anderen landbau-ökologisch hochwertige Standorte der Landwirtschaft entzogen.

Nach der vorliegenden Rechnung würden demnach bis zu 2 Mill. ha, vor allem in agrarischen Problemgebieten, land- und forstwirtschaftlich nicht weiter genutzt und nur sehr begrenzt anderen Nutzungen zugeführt werden.

Diese Problematik wird im Zusammenhang mit der Sicherung und Entwicklung ökologischer Ausgleichsräume in Problemgebieten weiter behandelt werden (vgl. 4.1.2.4).

Zur Beurteilung des Fragenkomplexes erscheint es dem Sachverständigenrat nötig, auf das Bracheproblem einzugehen.

Zur Problematik der Brachflächen in der Bundesrepublik Deutschland

461. Als Brachflächen werden solche landwirtschaftlichen Flächen bezeichnet, die länger als ein Jahr nicht mehr bewirtschaftet werden. Im Jahre 1965 lagen in der Bundesrepublik Deutschland 150600 ha = 1,1% der landwirtschaftlichen Nutzfläche brach, im Jahre 1970 waren es 212000 ha = 1,6% (Agrarbericht, 1971).

Bis 1980 wird mit einer Zunahme der Brachflächen um 650000 ha auf 800–900000 ha gerechnet (Mat. UPr. BReg. 1971). Nach den bisherigen Wachstumsraten der Brache erscheint dies ebenso unwahrscheinlich wie die oben genannte Schätzung von 2 Mill. ha.

Einen Überblick über die Verteilung der Brachflächen in der Bundesrepublik Deutschland (Stand 1970) gibt der Agrarbericht der Bundesregierung (1972).¹⁾

Es zeigt sich daraus, daß die Schwerpunkte der Brachflächenentwicklung sowohl in agrarischen Problemgebieten der Mittelgebirge und feuchter Niederungslandschaften wie im Umland von Verdichtungsräumen (Sozialbrachen) liegen.

Ökologische Auswirkungen von Brachflächen

462. Bisher liegen noch keine experimentellen direkten Feldvergleiche zwischen Brachflächen und den verschiedenen land- und forstwirtschaftlichen Nutzungsformen hinsichtlich ihrer ökologischen Auswirkungen auf benachbarte Nutzungen vor. Aufgrund einer Auswertung der landschaftsökologischen Literatur wurden die 4 Vegetationsformen Brache, Wald, Grünland und Ackerland auf ihre negativen oder positiven Auswirkungen auf den Landschaftshaushalt überprüft und in einer Nutzwertanalyse verglichen (Tab. 2).

463. Dabei wurden als Faktoren des Landschaftshaushaltes Wasser, Boden, Kleinklima und Pflanzendecke sowie Tierwelt in Analyse und Vergleich einbezogen. Insgesamt ergibt sich dabei, daß die Brache im Regelfall nach dem Wald die zweitgünstigste Position hinsichtlich ihrer Verträglichkeit und ihres positiven Beitrages zum Landschaftshaushalt einnimmt²⁾, wenn man von der Kaltluftherzeugung von Brachen absieht. Die Nutzwerte von Wald, Brache, Grünland und Ackerland verhalten sich nach obiger Analyse wie 100:160:230:310, wobei die niedrigsten Zielwert- bzw. Nutzwertzahlen den geringsten Belastungen bzw. den positivsten Auswirkungen auf den Landschaftshaushalt entsprechen. Bei an Brachflächen angrenzenden intakten Ackerflächen können u. U. negative Einwirkungen durch erhöhten "Unkrautdruck" entstehen (MEISEL u. BÜRGER, 1972). Nicht geklärt ist bisher, welche Rangfolge in der hochmon-

¹⁾ Vgl. dort Karte: Nicht mehr landwirtschaftlich genutzte Fläche (Sozialbrache) in v. H. der LN in der Bundesrepublik Deutschland. Stand 1970. BfL Vegetationskunde, Naturschutz und Landschaftspflege. Bonn-Bad Godesberg, 1972.

²⁾ Vgl. aber die Beurteilung von Brachflächen hinsichtlich der visuellen Auswirkungen und der Benutzbarkeit für Freizeitaktivitäten.

Tab. 2: Vergleichende ökologische Beurteilung der land- und forstwirtschaftlichen Nutzungsformen sowie von Brachflächen

Zielsetzungen / Kriterien		Alternativen							
		Wald		Grünland		Ackerland		Brache	
		Rang	Zielwert	Rang	Zielwert	Rang	Zielwert	Rang	Zielwert
a ₁) Schutz vor extremen Abflußschwankungen	20	1	20	3	60	4	80	2	40
a ₂) Geringe Belastung der Gewässer d. Dünger und Pestizide	30	1	30	2	60	3	90	1	30
b) Schutz vor Bodenerosion	20	1	20	2	40	3	60	2	40
c) Schutz vor Kaltluftentstehung	10	1	10	3	30	2	20	3	30
d) Schutz vor Artenverarmung in Flora u. Fauna	20	1	20	2	40	3	60	1	20
	100	Nutzw. 100		230		310		160	
		Rang I		III		IV		II	

Quelle: Bierhals/Scharpf 1971

tanen und subalpinen Stufe der Mittelgebirge und der Alpen gilt, da brachfallende Almflächen hier zu erheblichen Erosionsschäden führen können.

464. Die landschaftsökologische Beurteilung führte zu folgenden Ergebnissen:

a₁) Schutz vor extremen Abflußschwankungen (Hochwasserschutz):

Geordnet nach zunehmender Schutzwirkung vor Hochwasserspitzen oder abnehmender Hochwassergefährdung ergibt sich folgende Reihe:

Ackerland < Grünland < Sozialbrache < Wald mit Zielwerten von
80 : 60 : 40 : 20

a₂) Geringe Belastung der Gewässer durch Dünger und Pestizide:

Geordnet nach abnehmender Belastung der Vorfluter mit Dünger und Pestiziden ergibt sich folgende Reihe:

Ackerland < Grünland < Sozialbrache und Wald mit Zielwerten von
90 : 60 : 30

b) Schutz vor Bodenerosion:

Geordnet nach zunehmender Schutzwirkung vor Bodenerosion ergibt sich folgende Reihe:

Ackerland < Sozialbrache und Grünland < Wald mit Zielwerten von
60 : 40 : 20

c) Schutz vor Kaltluftentstehung:

Geordnet nach zunehmender Verhinderung der Entstehung von Kaltluft ergibt sich folgende Reihe:

Grünland und Sozialbrache < Ackerland < Wald mit Zielwerten von
30 : 20 : 10

d) Schutz vor Artenverarmung in Flora und Fauna:

Innerhalb der verglichenen Vegetationsformen nimmt der Reichtum an Pflanzen- und Tierarten wie folgt zu:

Ackervegetation < Grünland < Sozialbrache und Wald mit Zielwerten von
60 : 40 : 20

Auswirkungen von Brachflächen auf die Benutzbarkeit für Erholungsaktivitäten

465. Ungünstig können sich Brachflächen bei Sukzession zu Gebüsch- und Pionierwaldstadien auch auf die Nutzungen Lagern, Spielen, Skifahren, Segelflug u. a. auswirken.

Visuell-psychologische Auswirkungen von Brachflächen

466. Für eine ästhetische Beurteilung von Brachflächen fehlen bisher abgeschlossene, exakte wissenschaftliche Ergebnisse. Laufende psychometrische Untersuchungen des Erlebniswertes von Brachflächen bedienen sich insbesondere

des Semantischen Differentials als Meßinstrument. Schon jetzt kann aus den z. Z. vorliegenden Ergebnissen der Schluß gezogen werden, daß die bisher überwiegend negativen Beurteilungen von Brachflächen gründlich überprüft, wenn nicht revidiert werden müssen.

Vor- und Nachteile, Folgerungen für landschaftspflegerische Maßnahmen

467. Sowohl im ökologischen wie im visuell-psychologischen Bereich müssen Brachflächen sehr differenziert beurteilt werden, wobei die positiven Aspekte im ökologischen Bereich deutlich überwiegen. Im visuell-psychologischen Bereich ist die Brache dann als positiv zu bewerten, wenn sie unverändert, bzw. der Sukzession überlassen oder aufgeforstet als Strukturelement die Vielfältigkeit der Landschaft erhöht und wenn sie aufgrund einer von Stereotypen befreiten Grundhaltung unvoreingenommen erlebt werden kann. Negative Momente zeigen sich im ökologischen Bereich hauptsächlich kleinklimatisch, da Brache neben Grünland zu den kaltluftzeugenden Vegetationsformen zählt. Daneben übt sie, wie schon bemerkt, auf benachbarte Ackerflächen einen gewissen "Unkrautdruck" aus. Im visuell-psychologischen Bereich sind negative Auswirkungen auf die natürliche Erholungseignung einer Landschaft dann zu verzeichnen, wenn die Brachen strukturverarmend, monotonisierend wirken und damit die Vielfältigkeit der Landschaft reduzieren und wenn sie infolge der Vegetationsentwicklung (Disteln, Sträucher, Baumanflug) die Erholungsnutzung beeinträchtigen bzw. verhindern.

Daraus ergeben sich Folgerungen für landschaftspflegerische Maßnahmen (Weide, Mahd, Brand, Aufforstung oder "Verwilderung nach Plan"). Diese Maßnahmen wären in Landschaftsplänen bzw. dem ihnen zugeordneten Pflegekataster festzulegen.

4.1.1.2 Landschaftsnutzung und Ökosystemgefüge – Landschafts- und Gesellschaftsentwicklung

468. Strukturen und Ökosystemgefüge von Landschaftsräumen als menschliche Umwelt haben sich in Europa spätestens seit dem Beginn des Ackerbaus im Neolithikum (rd. 3000 v. Chr.) in enger Abhängigkeit von der menschlichen Nutzung und damit vom sozio-ökonomischen Entwicklungsstand der Gesellschaft entwickelt. Die heutige Situation der Landschaftsräume in der Bundesrepublik in ökologischer und struktureller Hinsicht wie deren Entwicklungsmöglichkeiten können daher nur aus dem historischen Zusammenhang heraus verständlich werden.

Nutzung der Landschaft und ihrer Ökosystemgefüge in der Agrargesellschaft.

469. *Mit der wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Wandlung zu Agrargesellschaften in ihren mannigfachen zeitlichen und regionalen Varianten entstehen als neue Umwelt von der agrarischen Nutzung bestimmte Landschaften, die in den Grundzügen bis zur ersten industriellen Revolution bestehen blieben und sich in den agrarischen Problemgebieten z.T. bis heute erhielten oder bewußt – auch im Hinblick auf*

ihre natürliche Erholungseignung – erhalten wurden (u. a. Naturschutzpark Lüneburger Heide). Bezeichnend für die Phase der Agrargesellschaften sind mehr oder weniger naturnahe Kulturlandschaften¹⁾, d. h. vom Menschen genutzte und gestaltete Landschaften, mit stufenweise verringerten Resten von Naturlandschaften.

Durch die menschliche Nutzung in der Agrargesellschaft wurde die Zahl der Ökosysteme erheblich vermehrt (zu den natürlichen Ökosystemen der Wälder, Moore, Dünen und Gewässer treten naturnahe, vom Menschen beeinflusste sowie anthropogene Ökosysteme der Kulturpflanzenbestände (Äcker, Wiesen, Weiden, Gärten)) und die ökologische und strukturelle Vielfalt der Landschaftsräume erhöht (Differenzierungsprozeß).

470. In der Regel waren die Gemarkungen daher geprägt durch eine große Vielfalt der Landnutzung auf relativ kleinen Flächen, die noch akzentuiert wurde durch Fruchtfolge und Erbteilung. An das private Wirtschaftsland schloß sich der meist im Allgemeinbesitz befindliche Wald mit seinen ebenfalls vielfältigen Nutzungsformen an. So entstand in vielen Landschaftsräumen, insbesondere im Mittelgebirge, ein kleindimensioniertes, höchst abwechslungsreiches Mosaik aus Ökosystemen oder Ökosystem-Stadien mit einer großen Vielfalt der Arten und/oder ökologischen Strukturen. Da nach heutiger Auffassung eine solche Vielfalt in der Regel wesentlich zur Stabilität und zum gleichmäßigen Funktionieren der Ökosystem-Komplexe beiträgt, kann angenommen werden, daß die Vielfalt dieser Kulturlandschaft der Agrargesellschaft trotz der menschlichen Eingriffe eine relative Stabilität der Funktionen bewirkte, zumal über weitreichende ökologische Schäden oder Störungen aus jener Zeit nichts bekannt ist.

Diese Feststellung ist für unsere heutigen planerischen Entscheidungen von großer Bedeutung, weil diese "vorindustrielle" Landschaftsstruktur in wesentlichen Zügen in vielen agrarischen Problemgebieten erhalten blieb und für deren neue Funktionen als ökologische Ausgleichsräume – mit Abwandlungen – erhalten werden sollte.

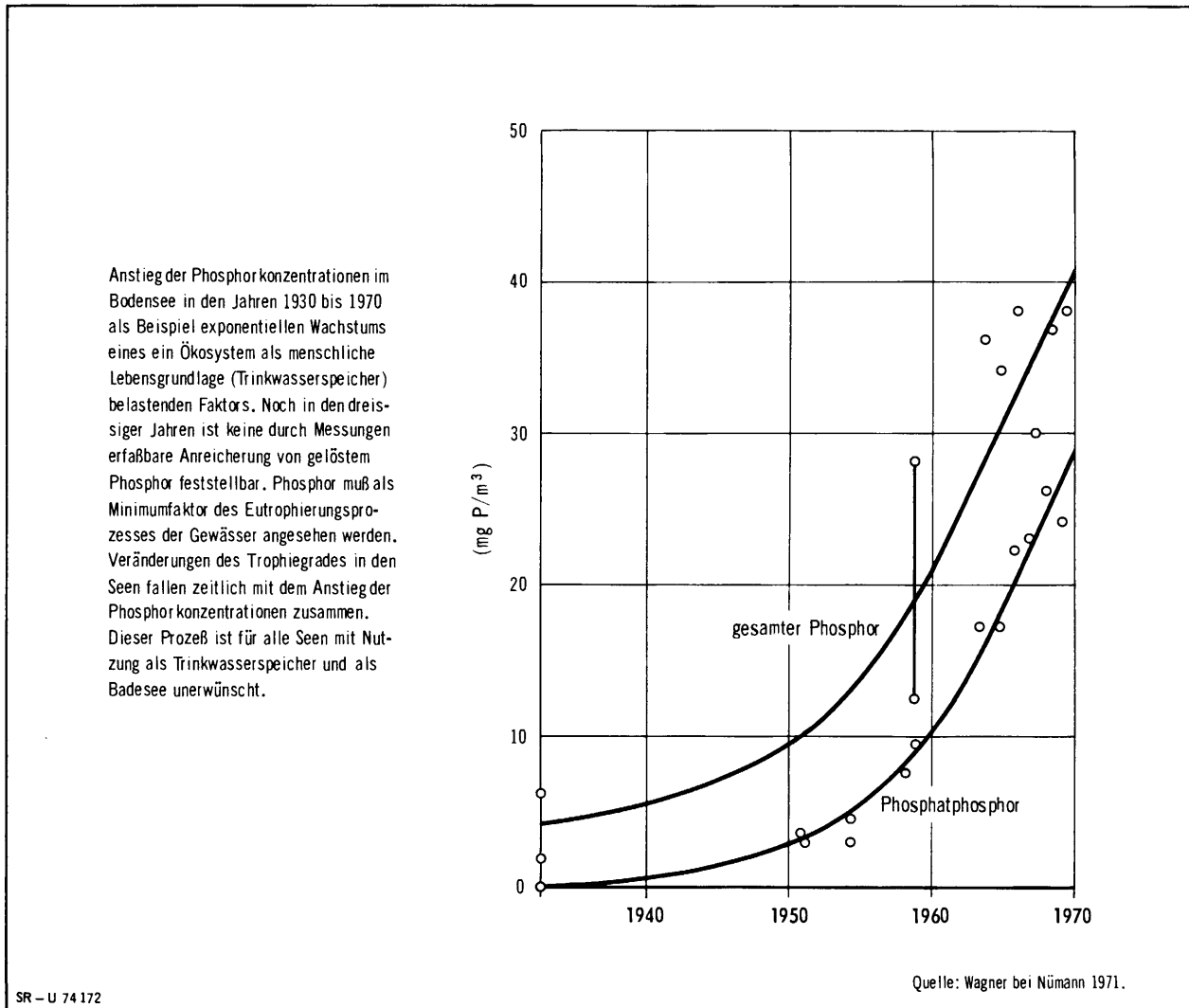
Nutzung der Landschaft und ihrer Ökosystemgefüge in der Industriegesellschaft

471. Mit der industriellen Revolution erfolgte in großen Teilräumen der heutigen Bundesrepublik ein einschneidender Wandel in den Zustandsformen der Landschaftsräume. Naturnahe Kulturlandschaften werden, vor allen in den sich entwickelnden Verdichtungsräumen und den agrarischen Vorranggebieten in naturferne Kulturlandschaften umgewandelt (BUCHWALD, 1973; ELLENBERG, 1963). Parallel damit setzt die Belastung und Gefährdung wichtiger natürlicher Landschaftselemente und Lebensgrundlagen wie Wasser, Luft, Boden, Pflanzendecke und Tierwelt ein. Entscheidend ist, daß dieser Strukturwandel wie auch die Belastung durch technisch-wirtschaftliche Eingriffe häufig mit exponentiellen Wachstumsraten erfolgt wie das Beispiel der Bodensee-Eutrophierung zeigt (Abb. 3).

Der tiefgreifenden Änderung und Rationalisierung der Landnutzung mußte die Vielfalt und kleinräumige Mischung der Ökosysteme zum Opfer fallen. Es kam regional zur Entmischung der Ökosysteme, die zugleich flächenmäßig ver-

¹⁾ Naturnahe Kulturlandschaften sind vom Menschen genutzte und gestaltete Landschaftsräume mit einem hohen Anteil naturnaher und natürlicher Ökosysteme und Strukturelemente (ELLENBERG, 1963; BUCHWALD, 1973).

Abb. 3



größert und in sich vereinheitlicht wurden und darüber hinaus zahlenmäßig wieder abnahmen. Wegen des erwähnten Zusammenhangs von ökologischer Vielfalt und Stabilität der Landschaft mußte es durch Entmischung und Vereinheitlichung der Ökosysteme zu erhöhter Störungsanfälligkeit und zu Störungen kommen.

472. Ausgedehnte, gleichartige Pflanzenbestände der Agrarökosysteme, die zunächst auch einseitig auf rasches Wachstum und hohe Erträge gezüchtet worden waren, sind von Natur aus anfälliger gegen Umweltschädigungen, seien diese verursacht durch Klima, Boden oder biologische Gegenspieler (Krankheiten und Schädlinge). Wo natürliche stabilisierende Faktoren fehlen und der Beitrag der biologischen Schädlingsbekämpfung nicht ausreicht, muß die ökologische Stabilität (hier: Ertragssicherheit) durch "Hilfsstoffe" (Pestizide) aufrechterhalten werden. Gleichzeitig bedürfen die ertragsstarken Kulturpflanzen hoher Düngergaben und einer gleichmäßigen Wasserversorgung mittels Be- oder Entwässerungen. Diese stofflichen Einwirkungen verstärken aber die Tendenz zur Vereinheitlichung, d. h. zur artenmäßigen und strukturellen Verarmung der Kulturlandschaft, und wirken über ihr eigentliches Ziel hinaus nachteilig oder

schädlich — durch Eutrophierung oder Vergiftung — auf andere Ökosysteme, gerade solche, die noch letzte halbnatürliche oder naturnahe Bestände in der Kulturlandschaft darstellen. Diese sind wiederum bereits benachteiligt oder gefährdet durch direkte oder indirekte Einwirkungen von Abgasen, Abwässern und Abfällen der Wohn-, Verkehrs- und Industriebereiche sowie stellenweise auch durch Erholungs- und Freizeitaktivitäten.

4.1.1.3 Gefährdung und Vernichtung natürlicher und naturnaher Ökosysteme

473. Eine vollständige Erfassung der in der Bundesrepublik vorkommenden Ökosysteme und Ökosystemkomplexe bzw. ihre Kartierung liegt noch nicht vor. Wertvolle Ansätze stehen regional zur Verfügung in Kartierungen der realen bzw. der potentiell natürlichen Vegetation sowie in vegetationskundlichen Gebietsmonographien (u. a. OBERDORFER, 1957; LANG, 1973; TÜXEN, 1973).

Kaum ein Ökosystem ist bisher vollständig untersucht worden (ELLENBERG, 1973), wobei die Untersuchung des Stoffkreislaufes und Energieflusses limnischer Systeme am weitesten fortgeschritten ist. Genaue Angaben über die Möglichkeiten zur Erhaltung der Funktionsfähigkeit der natürlichen und naturnahen Ökosysteme stehen daher für die Bundesrepublik Deutschland noch nicht zur Verfügung.

Die bisher bekannten Tatsachen reichen jedoch aus, um eine akute oder chronische Gefährdung fast aller naturnahen und natürlichen Ökosysteme vor allem dort festzustellen, wo sie kleinflächig innerhalb oder am Rande von intensiv genutzten urban-industriellen oder land- und forstwirtschaftlichen Bereichen liegen und aus Gründen der Umweltvielfalt gerade ihre Sicherung erwünscht wäre.

Besonders und akut gefährdet sind alle nährstoffarmen (oligotrophen), alle Naßboden- (semiterrestrischen) und alle wärmeliebenden Ökosysteme, deren Zahl laufend abzunehmen scheint. Chronisch gefährdet oder bereits geschädigt sind alle Süßwasser-Ökosysteme mit Ausnahme einiger Bäche und der Fluß-Oberläufe sowie die Meeres-Ökosysteme vor allem im Küstenbereich.

474. Die einzige z. Z. erkennbare vorteilhafte Entwicklung zeigt sich in der beginnenden natürlichen Sukzession auf Brachflächen, die für eine land- oder forstwirtschaftliche Nutzung nicht mehr rentabel sind und sich selbst überlassen bleiben. Entgegen anderslautenden Auffassungen entstehen dadurch in der Regel keine ökologischen Schäden, sondern höchstens raumordnerische Nachteile wegen der Zufälligkeit der Brachflächen-Entstehung sowie Beeinträchtigung der Benutzbarkeit für Freizeitaktivitäten (vgl. 4.1.1.1).

4.1.1.4 Rückgang und Gefährdung von Arten

475. Eine Gefährdung oder gar Ausrottung von Arten ist meist eine Folge von Eingriffen in Ökosysteme und nicht selten ein brauchbarer Indikator dafür. Artenschutz kann daher ohne Biotop- bzw. Ökosystemschutz nicht betrieben werden.

Bei Störungen von Ökosystemen ist eine Artenverarmung häufig die erste sichtbare Folge. Betroffen werden zuerst Arten, die in ihren Lebensbedürfnissen hoch spezialisiert sind und eine enge ökologische Amplitude (Stenökie) besitzen, sie sind vielfach die sogenannten Charakterarten der Pflanzengesellschaften und daher von hohem diagnostischen Wert.

Die zahlenmäßige und kartographische Ermittlung in Mitteleuropa gefährdeter und ausgerotteter Pflanzenarten ist im Gange. Teilergebnisse liegen z. B. für Baden-Württemberg vor; hier sind 59 Pflanzenarten seit 1900 ausgestorben oder verschollen, 111 Pflanzenarten sehr stark oder stark gefährdet und 88 weitere gefährdet. Von der Kategorie der ausgestorbenen Arten entfallen 24 auf sogenannte "Kulturfolger" in Gärten, Weinbergen und Äckern, die ihr Vorkommen also erst dem Menschen verdanken und sich jahrhundertlang in der agrarischen Kulturlandschaft halten konnten. Hier dürfte die Ursache des Aussterbens wohl die Vernichtung der Biotope sein, während bei vielen anderen Arten die Ursache der Ausrottung und Gefährdung nur vermutet werden kann. Oft genügt dafür schon eine Verände-

rung der Licht- oder Feuchtigkeitsverhältnisse durch neuartige Kulturmaßnahmen. Direkte und indirekte Wirkungen von zu hohen Nährstoffkonzentrationen oder von Fremdstoffen (vor allem Herbiziden (vgl. 3.6)), spielen in vielen Fällen eine maßgebende Rolle bei der Gefährdung der Arten.

476. Für den bestandsgefährdenden Rückgang oder das Aussterben von Tierarten (u. a. Wisent, Wolf, Luchs, Greifvögel) waren bis etwa zur Mitte des vorigen Jahrhunderts überwiegend direkte Eingriffe (Jagd, Bekämpfung von Wirtschaftsschädlingen, Erbeutung für Pelz- oder Federmoden usw.) verantwortlich. Davon waren in erster Linie die höheren Wirbeltiergruppen (Säugetiere und Vögel) betroffen. Indirekte Einwirkungen des Menschen (Veränderungen der Lebensbedingungen, Beeinträchtigung und Zerstörung von Lebensräumen) mit Langzeitwirkungen oder irreversiblen Effekten sind seit ungefähr einem Jahrhundert für die Entwicklung der Tierwelt entscheidend. Davon werden in stärkerem Maße die niederen Wirbeltiergruppen (Fische, Lurche, Kriechtiere) und die große Zahl der wirbellosen Tiere (z. B. Insekten und Weichtiere) berührt.

Zahlenmäßige Übersicht

477. Von den etwa 40 000 in der Bundesrepublik heimischen Tierarten gehören etwa 98% zu den ("niederen") wirbellosen Tieren und nur 2% zu den ("höheren") Wirbeltieren. Bei den Wirbeltieren stellen die Vögel mit fast 55% und die Fische mit über 25% die meisten Arten. In der Vogelfauna der Bundesrepublik sind etwa 40% aller Brutvogelarten als "gefährdet" einzustufen, 7% der Arten sind in den letzten 150 Jahren aus der Bundesrepublik verschwunden. Die Zahl stark gefährdeter, regional verschwundener Arten bei den Kriechtieren beläuft sich auf ungefähr 40% der heimischen Arten, weitere 28% der Arten sind regional unterschiedlich gefährdet. Bei Säugetieren und Lurchen sind jeweils mindestens 25% aller in der Bundesrepublik vorkommenden Arten stark gefährdet und regional z. Z. ausgestorben, mindestens weitere 30% beider Tiergruppen verdienen höchste Aufmerksamkeit, da sie regional in ihren Beständen vom Aussterben bedroht sind.

Hauptursache für das Verschwinden oder den Rückgang der Bestände von Tierarten sind neben der Ausweitung von bebauten Flächen und Verkehrsanlagen landeskulturelle Maßnahmen sowie die Intensivierung der Land- und Forstwirtschaft. Schließlich haben, vor allem in den letzten Jahrzehnten, Freizeitaktivitäten in der freien Landschaft — z. B. an Ufern von Seen und Flüssen — Veränderungen in den Beständen störempfindlicher Tierarten mit sich gebracht.

478. Der Rückgang und die Veränderung von Lebensräumen der Fauna durch Entwässerungen, Ausbau von Wasserläufen sowie durch andere Veränderungen des Wasserhaushalts und der Gewässer haben zu den empfindlichsten Einbußen in der Zahl von Tierarten und in der Zusammensetzung tierischer Lebensgemeinschaften (Zoozönosen) geführt. Für alle gefährdeten Lurcharten und für 45% der bedrohten Vogelarten sind Veränderungen des Wasserhaushalts mit von entscheidender Bedeutung. Von den im Bundesland Nordrhein-Westfalen heimischen Vögeln sind beispielsweise nur 6% der dort vorkommenden Wasser- und Feuchtlandarten ungefährdet, 27% in ihrer Bestandsentwicklung gegenwärtig nicht zu beurteilen, 27% rückläufig.

z. T. sogar stark gefährdet und bereits 40% innerhalb der letzten 80 Jahre verschwunden. Die Tendenz zur Verminderung oder Ausrottung feuchtigkeitsabhängiger Tierarten hält an.

479. Sind lebensraumverändernde Einwirkungen jetzt und in Zukunft insgesamt auch am gravierendsten, so spielen die Verringerung der Jagdfläche, schwindende Biotope und Konzentrierung auf weniger Wildarten für einige Säugetier- und Vogelarten eine stark mitentscheidende Rolle für ihre Gefährdung. In letzter Zeit ist durch eine Zunahme der Haltung freilebender Tiere in Gefangenschaft und damit verbunden des kommerziellen Tierhandels (Bedarfszuwachs, Preissteigerung, Liebhaberpreise) eine neue Form der Bestandsbedrohung für mehrere Arten der heimischen Fauna entstanden. Hinzu kommt der unerlaubte Abschuss seltener und gefährdeter Arten, insbesondere von Vögeln zur Gewinnung von Bälgen für Präparatoren, letzten Endes also meist zur Dekoration der Wohnumwelt von "Naturfreunden".

Über das genaue Ausmaß der Arten- und Individuenverringerungen, auch über deren Ursachen und den Prozeß des Rückganges ("Biologie des Aussterbens") bestehen erhebliche Wissenslücken, die es für den Aufbau eines Schutzinstrumentariums zu füllen gilt. Alle Tierarten haben im Naturhaushalt, d. h. in den Ökosystemen der Landschaftsräume bestimmte, oft nur von ihnen zu erfüllende Funktionen; viele von ihnen haben für den Menschen eine unmittelbare oder mittelbare wirtschaftliche oder angewandt-wissenschaftliche Bedeutung. In zunehmendem Maße wird die Rolle von Tierarten als Anzeiger (Bioindikatoren) von Umweltsituationen und -entwicklungen erkannt und ausgewertet (z. B. für Gewässerverunreinigungen, Pestizidbelastungen u. a. ökologische Verhältnisse).

4.1.1.5 Zunahme, Einwanderung und Einbürgerung von Arten – Auswirkung von Schutz-, Hege- und Pflegemaßnahmen sowie die Schaffung neuer Biotope

480. Über eine Zunahme von Pflanzenarten gibt es mangels gezielter, umfassender Untersuchungen bisher keine verallgemeinerungsfähigen Kenntnisse. Auf ungenutzten Flächen im Siedlungs- und Industriegelände sowie auf brachgefallenen landwirtschaftlichen Nutzflächen haben sich örtlich und regional einzelne Arten mit großer ökologischer Amplitude (Hochstauden, Ruderalpflanzen) stark ausgebreitet. Auf solchen Standorten und außerdem auf Flußanschwemmungen haben sich auch unabsichtlich eingeschleppte oder aus Gärten entwichene Pflanzenarten angesiedelt. Dagegen sind bewußte (Wieder-) Einbürgerungen von Pflanzenarten, von örtlichen Ausnahmen abgesehen, bisher nicht vorgenommen worden, weil man, wenn auch z. T. unbegründet, "Florenverfälschungen" fürchtete.

Es läßt sich auch nicht mit Sicherheit sagen, ob als Auswirkung von Schutzmaßnahmen eine Zunahme seltener Pflanzenarten erfolgt ist. Sie ist deswegen unwahrscheinlich, weil die gewichtigste Schutzmaßnahme, der großräumige Ökosystemschutz, bisher kaum verwirklicht werden konnte. Andererseits haben Abnahme und Gefährdung von Arten stets die größere Aufmerksamkeit erfahren und übertreffen ins-

gesamt die Zunahme, selbst wenn örtlich eine solche registriert werden kann.

481. Mit Einbürgerungen und Umsiedlungen von Tierarten in nicht angestammte Lebensräume kann der Mensch ebenso nachhaltig in die freilebende Tierwelt eingreifen wie durch Veränderungen ihrer natürlichen Lebensräume. Dafür gibt es vor allem außerhalb Europas aufsehenerregende Beispiele, etwa in der Fauna Australiens.

Die außerhalb der Grenzen der Bundesrepublik Deutschland bewußt vorgenommenen Einbürgerungen nichteinheimischer Arten wie etwa des Marderhundes und der Bisamratte sowie unabsichtliche Einbürgerungen (durch Entweichen aus der Gefangenschaft) beispielsweise des Waschbärs und der Nutria sind negativ zu bewertende Fälle, weil diese Arten wirtschaftlich und ökologisch schädliche Einwirkungen mit sich brachten.

Andererseits kann durch wissenschaftlich sorgfältig geplante Wiedereinbürgerung ausgestorbener oder von der Ausrottung bedrohter Tierarten die natürliche Vielfalt der Tierwelt wieder hergestellt oder erhalten werden. Die Zahl erfolgreicher Wiedereinbürgerungen oder geglückter Bestandsauffrischungen ist in der Bundesrepublik jedoch gering. Bekannte positive Beispiele für die Wiedereinbürgerung großräumig ausgestorbener oder fast ausgestorbener Tierarten sind u. a. Biber, Luchs, Uhu. Von lokal ausgestorbenen Arten hatten z. B. Wiedereinbürgerungen von Murmeltier, Rothirsch, Reh, Gemse, Großtrappe und Graugans Erfolg.

482. Aus ökologischer Sicht erscheint die Einbürgerung nichteinheimischer Tierarten nicht sinnvoll und darüber hinaus bedenklich. Selbst die Einbürgerung inzwischen akklimatisierter Tierarten, wie etwa des Jagdfasans, hat z. B. zu indirekten Einwirkungen derart geführt, daß heimische Tierarten durch zu starke Bejagung in ihren Beständen vermindert und lokal ausgerottet wurden. Das trifft für im Naturhaushalt wichtige ökologische Funktionen erfüllende Greifvogelarten zu. Außerdem werden negative ökologische Wirkungen des Fasans auf verwandte heimische Tierarten (z. B. Birkhuhn, Rebhuhn) angenommen. Jegliche Einbürgerungen von nichteinheimischen Tierarten, wie sie gegenwärtig noch allein aus jagdsportlichen Gründen unternommen oder geplant werden (z. B. Mufflon, Kanadagans, Baumwachtel, Steinhuhn, Rothuhn, Bankivahuhn, Königsfasan, Perlhuhn, Truthuhn) erscheint deshalb bedenklich.

483. Aber auch die Wiedereinbürgerung zur Ansiedlung ausgerotteter oder zur Bestandsauffrischung gefährdeter Tierarten muß in sehr sorgfältiger Weise unter der Kontrolle von erfahrenen Zoologen vorgenommen werden. Entsprechende Regelungen müssen in einer verbesserten Form in die Jagd- und Naturschutzgesetzgebung aufgenommen werden. Ferner bedarf es – wie in anderen Staaten mit Erfolg geschehen – der Einrichtung von Zucht-, Eingewöhnungs- und Wiedereinbürgerungszentren in Verbindung mit bestehenden wissenschaftlichen Institutionen. Die Wiedereinbürgerung von Großraubtieren mit weitem Aktionsradius wie des Wolfs sind in unserer relativ dicht besiedelten Kulturlandschaft in freier Wildbahn ohnehin unmöglich geworden.

Für einige gefährdete oder lokal verschwundene Tierarten wären Wiedereinbürgerungen erwünscht. Dieses gilt z. B.

für den Wanderfalken und einige andere Greifvogelarten, Kranich, Schwarzstorch, Weißstorch, Kormoran, Graugans, Kolkrabe, Gemse, Alpensteinbock, Fischotter u. a., wenn die biologischen Voraussetzungen dafür da sind. Es ist dabei besonders auf die seit dem Verschwinden mancher Arten bis heute veränderten Umweltverhältnisse (Besiedlung, Landnutzung, Störeinflüsse usw.) in der Kulturlandschaft Rücksicht zu nehmen. Das gilt z. B. für die Gemse, deren Einbürgerung im Schwarzwald, in der Schwäbischen Alb und im deutsch-böhmischen Grenzgebirge gelang, oder für den Fischotter.

Am besten sind Einbürgerungsversuche in großräumigen Naturschutzgebieten (z. B. Alpen, Nordseeküste, Seen) oder Nationalparks möglich.

4.1.1.6 Versuche zur Schaffung neuer Ökosystemgefüge und biologische Bereicherung von Landschaftsräumen

484. Der Verarmung vieler Landschaftsräume an Ökosystemen steht — bisher in begrenztem Maße — die planmäßige Entwicklung neuer Ökosysteme gegenüber. Hierzu bieten sich heute insbesondere folgende Möglichkeiten an:

- a) Die Rekultivierung von Tagebaugebieten, so vor allem im Braunkohlentagebau, durch Neugestaltung von Sand- und Kiesgruben bei Naßbaggerung und durch Begrünung von Kippen und Halden (u. a. DARMER, 1972; WEINZIERL, 1957 ff.; OLSCHOWY, 1973; BAUER, 1970),
- b) die Neugestaltung von ländlichen Räumen im Rahmen der Flurbereinigung (u. a. BERGMAYER, 1973), die ihren traditionellen Aufgabenkatalog schrittweise erweitert, eine integrale Planung und Entwicklung des ländlichen Raumes anstrebt und dabei in wachsendem Maße Aufgaben der Erholungsplanung und der Landespflege einbezieht,
- c) die Entlassung von Flächen aus der landwirtschaftlichen Nutzung (Brachflächen) und Ausweisung als "Sukzessionsflächen" (vgl. u. a. Albprogramm 1971).
- d) Wasserwirtschaftliche Planungen und Maßnahmen
In zunehmendem Maße werden wasserwirtschaftliche Planungen über ihre ursprüngliche Funktion hinaus erweitert zur Erfüllung mehrerer sich ergänzender Funktionen, wie Erholung am Wasser, Schaffung neuer Schutzgebiete (Sicherung von Altwässern) usw.
- e) Waldfunktionspläne
Die forstliche Planung der Forsteinrichtung hat in den letzten Jahrzehnten ebenfalls eine Erweiterung im Sinne einer multifunktionalen Planung zur Sicherstellung der vielfältigen sozialen wie ökologisch-biologischen Funktionen des Waldes erfahren: Neben der Produktionsfunktion vor allem Erholungs- und Schutzfunktionen als Erosions- und Lawinenschutz, Lärmschutz, Emissionsschutz sowie als Waldschutz- oder Banngebiete (Vollnaturschutzgebiete).

485. Die Rekultivierung von Sand- und Kiesgruben bei Naßbaggerung bietet nicht nur die Möglichkeit zur Gestaltung von Wasserflächen für die verschiedensten Freizeitaktivitäten, sondern auch zur Schaffung von neuen Biotopen

für die Tier- und Pflanzenwelt. Hierfür gibt es eine Reihe gelungener Beispiele (WEINZIERL, 1957; BAUER, 1970 u. a.). Ein besonders überzeugendes, eindrucksvolles Zahlenmaterial für die relativ schnelle Besiedlung der neu geschaffenen Biotope durch Pflanzengesellschaften und tierische Populationen vermittelt der Bericht über das rekultivierte Südrevier des Kölner Braunkohlengebietes (BAUER, 1970). Für dieses Gebiet schlägt der Landschaftsverband Rheinland wegen des überraschenden Reichtums an neuen Biotopen die Eintragung mehrerer Naturschutzgebiete vor.

Aus diesem Grunde wie aufgrund der erzielten hohen landschaftlichen Vielfalt und seiner natürlichen Erholungseignung wurde das Rekultivierungsgebiet dem Naturpark Kottenforst-Ville eingegliedert.

486. Voraussetzung für solche gelungenen Gestaltungen sind die Abstimmung des Abbauplanes auf den Landschaftsplan, der das künftige Relief, die Wasserflächen, die künftigen Nutzungen und Bepflanzungen festlegt, außerdem die finanzielle Sicherung der Rekultivierungsmaßnahmen. Fortschrittlichste gesetzliche Grundlage hierfür ist das Niedersächsische Bodenabbaugesetz (1972).

Die planmäßige Ausweisung von Brachflächen in Landschaftsplänen als "Sukzessionsflächen" wurde erstmalig im "Albprogramm" des Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Umwelt Baden-Württemberg (1971) durchgeführt. Diese trockenen Grenzstandorte der Schwäbischen Alb, auf denen weder eine rentable Land- noch Forstwirtschaft möglich ist, sollen der natürlichen Sukzession — meist zum Wald als Endstadium der Vegetationsentwicklung — überlassen bleiben. Hier entstehen neue Ökosysteme, die eventuell als Naturschutzgebiet geschützt werden können. In ähnlicher Weise können Grünlandflächen nach Aufhören von Düngung, Mahd und Entwässerung sich zu Moor-Ökosystemen weiterentwickeln.

4.1.1.7 Freiräume als Elemente des Stadtgefüges

487. Die Stadt ist als menschlicher Lebensraum u. a. durch das Gefüge und den Gegensatz von gebauter und natürlicher Umwelt charakterisiert. Die Qualität dieses Gefüges ist daher in hohem Maße von der Ausstattung mit — für verschiedene Funktionen bestimmten — mehr oder weniger naturnahen Freiräumen¹⁾ abhängig, wie öffentlichen und privaten Grünflächen, land- und forstwirtschaftlich genutzten Flächen u. a. Das Gesamtsystem "Stadt" kann nur dann dauerhaft tragfähig sein, wenn seine ökologischen Komponenten oder Subsysteme — die urban-industriellen und naturnahen bzw. natürlichen Ökosysteme — sich funktional ergänzen.

Die Umweltqualität des Wohn- und Arbeitsbereichs wird durch die Ausstattung mit "Komplementärräumen", i. S. integrierender Bestandteile des Stadtgefüges, sowohl im Kerngebiet als auch in der Randzone unter verschiedenen Gesichtspunkten gesteigert. Dabei stehen folgende Funktionen von Freiräumen im Vordergrund:

¹⁾ Unter städtischen Freiräumen werden hier Bereiche verstanden, die von Bebauung weitgehend frei sind. Im engeren Rahmen sind damit Flächen gemeint, die mehr oder weniger mit Vegetation bedeckt sind (Stadtplätze — Parks).

die stadthygienische Funktion
 die gliedernde Funktion
 die gestalterische Funktion
 die Produktionsfunktion
 die Flächenvorhaltefunktion und
 die Freizeitfunktion.

488. Unter dem Aspekt der Verbesserung der Umweltqualität lassen sich diese verschiedenen Funktionen im wesentlichen zu zwei Wirkungskomponenten zusammenfassen:

der ökologischen und
 der psychologischen.

Die ökologische Wirkung von Freiräumen sowohl im Kernbereich als auch im Stadtumland ist in erster Linie auf die o.g. stadthygienische Funktion beschränkt. Auswirkungen auf das Stadtklima ergeben sich beispielsweise durch die um mehrere Grade kühleren baumbestandenen Grünanlagen in sommerlichen Wärmeperioden. Neben der direkten abkühlenden Wirkung auf den Benutzer kann auch eine indirekte Wirkung in Form einer Initiierung von Luftzirkulationssystemen beobachtet werden. Die Zufuhr kühlerer bzw. frischerer Luft in die verschiedenen Stadtbereiche ist weitgehend von dem Vorhandensein eines zusammenhängenden Freiraumsystems, das als Belüftungssystem wirken kann, abhängig. Werden derartige "Belüftungsschneisen" durch Bebauung abgeriegelt, kann eine erhebliche Verschlechterung des Stadtklimas die Folge sein. So sind durch die Regionale Planungsgemeinschaft Untermain die im Bereich Frankfurt und Höchst ausmündenden Taunustäler in ihrer klimatischen Funktion für die Beckenlandschaft des Untermaingebietes durch Wärmemeßflüge (Infrarotmessungen) untersucht worden (REGIONALE PLANUNGSGEMEINSCHAFT UNTERMAIN, 1972). Dabei zeigte sich u. a., daß der für die abendliche Durchlüftung und Abkühlung der Stadtgebiete mit ihren oft hohen Schwülewerten und Immissionsbelastungen wichtige Kalt- bzw. Frischluftzufluß häufig durch die Täler abriegelnde Bebauung gestaut und so ein Weiterfluß in das Mainbecken verhindert wird. Hier ergeben sich neue ökologische Aufgaben des Städtebaues.

489. Auch auf die Filterwirkung von Vegetationsflächen muß hingewiesen werden. Durch Staubsedimentation an den großen Blattflächen und durch Abwaschen durch Regen direkt in den Boden wird verhindert, daß Stäube wieder aufgewirbelt und eingeatmet werden können.

Eine weitere stadthygienische Funktion von Freiräumen ist die der Lärmdämmung. Jedoch ist auch hier eine effektive Wirkung nur in Verbindung mit anderen Maßnahmen zu erzielen.

490. Die psychologische Wirkung von Freiräumen hingegen kann kaum überschätzt werden. Allerdings ist ihre Wirkung von der sonstigen Qualität der Umwelt abhängig. Insbesondere im Kernstadtbereich ist die psychologische Wirkung von Freiräumen als sehr hoch anzusehen.

Beide Faktoren, der klimatische, meßbare und der psychologische ergeben zusammen eine nicht unerhebliche Möglichkeit, den städtischen Raum entsprechend den bisherigen Wertvorstellungen qualitativ hochwertiger zu gestalten. Dabei ist die – unter bestimmten Voraussetzungen gege-

bene – Austauschbarkeit zwischen Freiräumen öffentlicher und privater Natur zu beobachten. Der Bedarf an allgemeinen Freiräumen (Parks etc.) ist von dem im Einzugsbereich vorhandenen Anteil an privaten Freiräumen (Hausgärten, Kleingärten) abhängig.

491. Im Bereich der Planung von Freiräumen ist die Ermittlung und die Anwendung von Richtwerten sehr problematisch. Es wird vielfach versucht, Verhältniswerte zu ermitteln bzw. anzuwenden, die einem Flächenanteil je Einwohner entsprechen. Für bestimmte funktionspezifische Freiräume (Sport u. ä.) lassen sich derartige Werte relativ leicht aufstellen und auch anwenden (vgl. die Richtwerte der Deutschen Olympischen Gesellschaft).

Anders jedoch ist es im Bereich der allgemeinen Freiräume. Für Parks, Stadtplätze und Naherholungsgebiete lassen sich nur Eckwerte angeben. Dabei ist insbesondere die raumzeitliche Distanz der Wohngebiete zu den verschiedenen Freiräumen von wesentlicher Bedeutung. Hier ist also eine Abhängigkeit von der Gesamtsituation innerhalb der Stadtregion, sowie von der Qualität der Wohngebiete wie der natürlichen Ausstattung vorhanden.

4.1.2 Zielvorstellungen

4.1.2.0 Zielvorstellungen der landespflegerischen Arbeitsbereiche

492. Der unter Abschnitt 4.1.1 dargestellte Strukturwandel und die wachsende Belastung von Räumen verschiedener Funktionstypen erfordert Planungen und Maßnahmen zum Schutze und zur Entwicklung der Landschaftsräume als natürliche Umwelt der Gesellschaft. Diesen Aufgaben dienen die Arbeitsbereiche der Landschaftspflege, einschließlich des Naturschutzes mit verwandten Schutzmaßnahmen und der Grünordnung, zusammenfassend als Landespflege bezeichnet. Sie sind integrierender Bestandteil einer umfassenden Umweltplanung und des Umweltschutzes. Ihr Ziel ist die Sicherung und Entwicklung optimaler und nachhaltiger, materieller wie immaterieller Leistungen der Naturausrüstung von Landschaftsräumen für die Gesellschaft. Mit der Forderung der Nachhaltigkeit ist zugleich das Prinzip des Ausgleichs zwischen dem begrenzten Naturpotential der Landschaft und den Erfordernissen einer sich in Struktur, Zahl und Ansprüchen wandelnden Gesellschaft betont und damit die pflegliche Nutzung der regenerierbaren natürlichen Hilfsquellen. Die Planungen und Maßnahmen beinhalten eine Steuerung der Ökosysteme und eine Gestaltung der Strukturen der Naturausrüstung in Landschaften des ländlichen Raumes wie in Stadtlandschaften.

493. *Der Schutz einzelner Landschaftselemente (Wasser, Luft, Boden, Vegetation, Tierwelt) vor Verschmutzung und Vergiftung und damit Entwertung für die menschliche Nutzung (technologischer Umweltschutz) ist notwendige Ergänzung der obengenannten, die Landschaft als komplexe Systeme schützenden und entwickelnden Arbeitsbereiche. Diese sind integrierender Bestandteil der Raumordnung, betreffen aber im Vergleich zur sozialräumlichen Gesamtaufgabe der Raumordnung lediglich die natürlichen Lebensgrundlagen der Gesellschaft, d. h. die Naturausrüstung des menschlichen Lebensraumes in ihrer wirtschaftlichen, sozialen und kulturellen Bedeutung.*

Unter Naturlandschaften werden die nicht vom Menschen geschaffenen, aber beeinflussbaren Elemente des Raumes wie Relief, Gestein, Boden, Wasser, Klima, Pflanzen und Tierwelt verstanden.

494. Die Abgrenzung der drei landespflegerischen Arbeitsbereiche ist aus ihrer historischen Entwicklung zu verstehen, hat sich pragmatisch bewährt und so in Organisationsformen und Gesetzen ihren Niederschlag gefunden.

Landschaftspflege verfolgt die oben genannten Zielsetzungen in der freien Landschaft und hat damit den Schwerpunkt ihrer Tätigkeit im ländlichen Raum. Sie umfaßt die Landschaftsplanung als teilintegrierende ökologisch-strukturelle Planung¹⁾ auf der Grundlage der Landschaftsanalyse und -diagnose, den Landschaftsbau und verwandte Pflegemaßnahmen.

Naturschutz hat die Aufgabe, aus kulturellen, wissenschaftlichen und sozialen Gründen schutzwürdige Landschaften und Landschaftsbestandteile einschließlich seltener und gefährdeter Tier- und Pflanzenarten sowie deren Lebensstätten zu sichern. Dies kann erreicht werden durch einen allgemeinen Landschaftsschutz, Landschaftsschutz- und Naturschutzgebiete, geschützte Landschaftsbestandteile, Naturdenkmale und Artenschutz. Die Tätigkeit des Naturschutzes erstreckt sich auf die freie Landschaft und den Siedlungsbereich.

Grünordnung erstrebt die Sicherung und die räumliche und funktionelle Ordnung aller Grünflächen und Grünelemente zueinander und zu den baulichen Anlagen in Zusammenhang mit der städtebaulichen Entwicklung, wie es zum geistigen und körperlichen Wohlbefinden des Menschen erforderlich ist. Die Grünordnung umfaßt die Grünplanung auf der Grundlage der Grünanalyse und -diagnose, den Grünflächenbau und die Grünflächenpflege. Ihre Aufgaben berühren sich im Stadtumland mit denen der Landschaftspflege. Der Landschaftspflege wie der Grünordnung zugeordnet werden müssen die Aufgabengebiete des Naturschutzes und anderer Schutzmaßnahmen.

495. Aus den o. g. allgemeinen Zielsetzungen ergeben sich folgende Teilziele:

- Sicherung eines optimalen Nutzungsverbundes unter ökologischen und strukturell-visuellen Aspekten
- Sicherung einer optimalen ökologisch-biologischen sowie strukturell-visuellen Vielfalt der Landschaftsräume
- Funktionelle Zuordnung von "ökologischen Ausgleichsräumen" und Verdichtungsräumen
- Sicherung und funktionelle Zuordnung ausreichender innerstädtischer Grünflächen

Diese Teilziele decken insgesamt den Zielbereich der Landschaftspflege ab, ergänzen sich gegenseitig auf verschiedenen Ebenen und unter verschiedenen Aspekten. Sie werden ergänzt durch weitere Teilziele; so die Ziele des Artenschutzes, die wie die anderen Teilziele die Schaffung eines integrierten Systems von Schutzgebieten zur Voraussetzung haben.

4.1.2.1 Sicherung eines optimalen Nutzungsverbundes unter ökologischen und strukturell-visuellen Aspekten

496. Die Umweltproblematik in den Kulturlandschaften, insbesondere in Verdichtungsräumen und agrarischen Vor-

ranggebieten, liegt in der Überlagerung und dem Nebeneinander sich häufig gegenseitig beeinträchtigender oder sogar ausschließender Nutzungen und den sich daraus ergebenden Zielkonflikten. In Landschaftsräumen als Ökosystemen und Strukturgefügen kann das landschaftspflegerische Ziel "optimaler und nachhaltiger materieller und immaterieller Leistungen der Naturlandschaft für die Gesellschaft und ihre sich wandelnden Ansprüche" erreicht werden

- a) durch Ökosystemsteuerung und
- b) durch Strukturänderung.

Grenzfälle sind hierbei die Erhaltung des Status quo in Vollnaturschutzgebieten mit einer Nutzung für Lehre und Forschung, bzw. einer "Nullnutzung" in ökonomischem Sinne.

497. Drei Aspekte der Landschaft sind angesprochen (vgl. 4.1.0)

- a) der Landschaftshaushalt (ökologischer Aspekt)
- b) die Landschaftsstruktur (struktureller Aspekt) und
- c) das Landschaftsbild (visueller Aspekt).

Zu a): Teilziel ist die optimale materielle Produktion des Naturpotentials (u.a. Produktion an organischer Masse, Wasser, bioklimatische Faktoren) bei Sicherung der Qualität und der Nachhaltigkeit. Anzustreben ist der optimale Nutzungsverbund der sich überlagernden, bzw. tangierenden Nutzungen bei einem relativen Minimum von gegenseitigen Beeinträchtigungen, evtl. unter Einsatz von die Störeffekte minimierenden Schutz- und Pflegemaßnahmen.

Zu b) und c): Teilziel ist die optimale Leistungsfähigkeit von Landschaftsräumen als Erholungsräume hinsichtlich des Erlebnisreichtums und der Benutzbarkeit für Freizeitaktivitäten (Landschaft als Erlebnisraum und Betätigungsfeld). Anzustreben ist eine hohe Vielfalt bzw. der Abwechslungsreichtum des Landschaftsbildes und der Landschaftsstruktur. Methodisch ist diese erfaßbar als "natürliche Erholungseignung" im V-Wert (KIEMSTEDT, 1967).

Ansätze zu einer kausalen Erfassung der "Erlebnisqualität" von Landschaftsräumen ergeben sich durch psychometrische Untersuchungen mit Hilfe des semantischen Differentials (JAKOB, 1973).

498. Beispiele für Konfliktsituationen:

- Raum Fuhrberg bei Hannover. Überlagerung und Zielkonflikt zweier Nutzungen:
 - a) Trinkwasserentnahme für den nahen Verdichtungsraum aus dem Grundwasserkörper.
 - b) landwirtschaftliche Nutzung (Hackfrüchte) bei hohen Gaben von Nitratdünger auf durchlässigen pleistozänen Sanden.

Konfliktsituation: Bei Erreichung der toxischen Grenzwerte des Nitratgehaltes wird Trinkwasser für Kleinkinder giftig (Umwandlung von Nitraten in Nitrite im Darm).

- Bodensee. Überlagerung mehrerer Nutzungen wie u. a.:
 - a) Trinkwasserspeicher für Anliegergemeinden und Fernwasserversorgung für Verdichtungsraum Stuttgart,

¹⁾ Auf die Landschaftsplanung als teilintegrierende, d. h. querschnittsorientierte ökologisch-strukturelle Planung wird erst in einem späteren Umweltbericht intensiver eingegangen werden. Vgl. aber in Anhang I, 4: Spezielle Methoden der Landschaftsplanung – ökologische Bewertungsansätze der Erholungsplanung.

- b) Badeseesee,
- c) Sportmotorbootverkehr. Ausscheidung von Öl, Emissionen von Benzpyren etc., Abfälle,
- d) Vorfluter für häusliche und industrielle Abwässer, Abspülung landwirtschaftlicher Düngemittel von Acker- und Grünlandflächen in den See.

Konfliktsituation: Eutrophierung, Schadstoffe. Beeinträchtigung des Sees als Trinkwasserspeicher und Badeseesee.

- Autobahntrasse in Erholungsgebiet mit land- und forstwirtschaftlicher Grundnutzung. Überlagerung mehrerer Nutzungen.

Konfliktsituation: "Verlärmbänder" beeinträchtigen natürliche Erholungseignung. Zerschneidung von Wirtschaftsflächen der Land- und Forstwirtschaft.

Die Landschaftsplanung nimmt aufgrund von ökologischen Wirkungsanalysen und der Bewertung der Landschaftsstruktur unter ökologischen und gestalterischen Aspekten Stellung zur Flächennutzung von Räumen und deren Zielkonflikten im Sinne einer Umweltverträglichkeitsprüfung und schlägt vor (vgl. Anhang I, 4):

- optimale Nutzungskombinationen (Nutzungsmuster) mit einem Minimum von Störeffekten oder
- Nutzungsprioritäten oder
- Verzicht auf bestimmte Nutzungen.

4.1.2.2 Sicherung einer optimalen ökologisch-biologischen sowie strukturell-visuellen Vielfalt der Landschaftsräume

499. Mit der Vielfalt der Ökosysteme und der in ihnen enthaltenen Pflanzen und Tierarten in einem Landschaftsraum ist zugleich ein Reichtum der Landschaftsstrukturen gegeben. Dieselben Ökosysteme wie Seen, Wälder, Wiesen und Äcker, die durch ihre Stoff- und Energiekreisläufe als menschliche Umwelt wirksam werden, sind zugleich als Strukturelemente visuell erfassbare Bedeutungsträger und für Erholung und Freizeit unterschiedlich benutzbare Flächen. Damit wird deutlich, welche Bedeutung einer ökologisch-strukturell vielfältigen Landschaft als menschlicher Umwelt zukommt:

- a) durch in der Regel höhere ökologische Stabilität,
 - b) durch die Vielfalt (Abwechslungsreichtum) des Landschaftsbildes,
 - c) durch die vielfältige Benutzbarkeit für Freizeitaktivitäten.
- zu a): Ökologische Stabilität

500. Natürliche und naturnahe¹⁾ "reife"²⁾ Ökosysteme besitzen nach unseren bisherigen Kenntnissen bei Störungen eine höhere Regulationsfähigkeit gegenüber Belastungen als die künstlichen und naturfernen Ökosysteme der Felder,

¹⁾ Begriffserläuterung bei ELLENBERG (1963), BUCHWALD (1973).

²⁾ Das heißt in der Sukzessionsentwicklung weit fortgeschrittenen Klimax- und Dauergesellschaften.

Gärten und Forsten. Zur Erläuterung sei an die biologische Selbstreinigungskraft natürlicher bzw. naturnaher Still- und Fließgewässer erinnert, d. h. die Fähigkeit, die ihnen zugeführte Abwasserlast auf natürlichem Wege abzubauen. Dieses Regulationsvermögen ist z. B. von entscheidender Bedeutung für die Leistungsfähigkeit ökologischer Ausgleichsräume (so des Bodensees als Trinkwasserspeicher für den Verdichtungsraum Stuttgart und große Teile Nordwürttembergs). Die Ursache dieser Stabilität liegt häufig – nicht immer – in der höheren Vielfalt der Ökosysteme hinsichtlich der Artenzahl und ihrer Verteilung, der Schichtung wie der biochemischen Vielfalt, der Verschiedenheit an organischen Verbindungen innerhalb der Biomasse wie in ihren Exkretionen (ODUM, 1969).

501. Betrachten wir einen Landschaftsraum in seiner Naturausstattung als ein Gefüge von Ökosystemen oder anders ausgedrückt – als ein komplexes System miteinander kommunizierender Ökosysteme – so ist auch dessen ökologische Stabilität und damit seine nachhaltige Produktivität abhängig von der Vielfalt des Ökosystemgefüges oder der Buntheit des Teppichs der Nutzungsformen.

Der Bestand an natürlichen und naturnahen Ökosystemen wie Wäldern, Ufergehölzen, Röhrrieten und Rieden, Still- und Fließgewässern und Heiden und deren Fähigkeit, mit Belastungen durch menschliche Eingriffe und Nutzungen selbstregulierend fertig zu werden, dürfte damit auch entscheidend für die Leistungsfähigkeit als "ökologischer Ausgleichsraum" sein (vgl. 4.1.2.3).

Zu b) und c): Abwechslungsreichtum des Landschaftsbildes und vielfältige Benutzbarkeit.

502. Die ökologisch wie strukturell vielfältige Landschaft ist zugleich durch den Abwechslungsreichtum ihres Landschaftsbildes wie durch die Benutzbarkeit für mannigfaltige Erholungs- und Freizeitaktivitäten gekennzeichnet.

Dieser Strukturreichtum ist heute vorwiegend auf die agrarischen Problemgebiete beschränkt, die mehr als die agrarischen Vorranggebiete die vorindustrielle vielfältige Landschaftsstruktur erhalten haben. Wie Untersuchungen in Geest und Niederungsgebieten Nordniedersachsens zeigen, weisen allerdings nicht alle agrarischen Problemgebiete eine hohe strukturelle Vielfalt auf.

503. Zur Landschaftsbewertung hinsichtlich der natürlichen Erholungseignung hat die von KIEMSTEDT (1967) entwickelte und laufend verbesserte Methode zur Bestimmung des "Vielfältigkeitswertes" (V-Wert) die entscheidende Grundlage geschaffen. Er ist dabei von der Prämisse ausgegangen, daß eine hohe Vielfalt der Landschaftsstrukturen bzw. des Landschaftshaushaltes eine hohe natürliche Erholungseignung bedinge und hat dies durch Korrelationsrechnungen zwischen Zahlen der Landschaftsbewertung und des Erholungsbesuches gestützt (vgl. Anhang I, 4).

4.1.2.3 Integriertes System von Schutzgebieten und Ziele des Artenschutzes

504. Der Sicherung und Entwicklung einer ökologisch viel-

fältigen und in ihrem Landschaftsbild abwechslungsreichen Landschaft (vgl. 4.1.2.2) dienen neben einer intensiven landschaftspflegerischen Betreuung zwei weitere Maßnahmen:

Schaffung eines integrierten leistungsfähigen Systems von Schutzgebieten und den damit verbundenen des Artenschutzes, hier exemplarisch dargestellt am Beispiel des Tierartenschutzes.

Integriertes Schutzgebietssystem

Dies bedeutet einmal die gegenseitige Ergänzung und Überlagerung der Schutzformen der Naturschutz-, Landschaftsschutz-, Waldschutz- und Wasserschutzgebiete sowie eine der jeweiligen Aufgabenstellung entsprechende Flächendeckung und räumliche Verteilung (Pufferzonen von Landschaftsschutzgebieten und Sukzessionsflächen¹⁾ um empfindliche Naturschutzgebiete, Überlagerung von Landschaftsschutz- und Wasserschutzgebieten, zusätzliche Sicherung der Waldschutzgebiete der Landesforstverwaltungen als Naturschutzgebiete).

Es bedeutet ferner die Abstimmung der Planung des Schutzgebietssystems mit der agrarstrukturellen Planung sowie mit der Planung von Gebieten für Freizeit und Erholung. Beispiel: Landschaftsrahmenplan Bodensee-Baden-Württemberg (1974). Wesentlicher, wenn auch räumlich beschränkter Bestandteil jedes Schutzgebietssystems ist ein planmäßig nach wissenschaftlichen Gesichtspunkten entwickeltes Netz von Naturschutzgebieten (NSG), da diese den umfassendsten Schutz von Landschaftsräumen zur Erhaltung von Lebensstätten und Lebensgemeinschaften sowie des Landschaftsbildes garantieren. In fast allen Teilen der Bundesrepublik stellen die bisher geschützten Bestände keine repräsentative Auswahl der regional charakteristischen schutzwürdigen Ökosysteme dar. So besteht ein erheblicher Nachholbedarf hinsichtlich der Wald-Ökosysteme mittlerer Standorte, von Trockenrasen-Ökosystemen wie insbesondere vieler Ökosysteme der Feuchtgebiete einschließlich der Flachwasserzonen (vgl. 4.1.1.3). Grundlage und Voraussetzung einer solchen planmäßigen Unterstellung ist deshalb ein von den Landesnaturschutzbehörden aufzustellender Naturschutz-Kataster (Naturschutzarchiv), der alle wichtigen im Gebiet geschützten, nicht oder nur unzureichend geschützten, naturnahen und natürlichen Ökosysteme enthält.

505. Landschaftsschutzgebiete (LSG) geben die Möglichkeit eines großräumigen, in der Schutzintensität begrenzten, aber bei sachgerechter Handhabung wirkungsvollen Schutzes der Kulturlandschaft, wo die Sicherung der landwirtschaftlichen Eigenart und der natürlichen Erholungseignung im öffentlichen Interesse liegt. Die Schutzform der LSG ist daher in besonderem Maße geeignet, in Fremdenverkehrsgebieten naturnahe Kulturlandschaften in ihrer natürlichen Attraktivität großflächig zu sichern, ohne die ordnungsgemäße Land- und Forstwirtschaft zu beeinträchtigen. Vielfach entspricht die momentane Verteilung der LSG nicht den heutigen Notwendigkeiten und Funktionen der Landschaftsräume.

¹⁾ Entwicklung von Brachland zu Wald, Moor oder anderen Endstadien der Vegetationsentwicklung.

Eine planmäßige Ausweitung der LSG nach objektiven Kriterien sollte erfolgen aufgrund

- der ermittelten Zonen hoher natürlicher Erholungseignung (V-Wert)
- der erholungsmindernden Faktoren (Verlärmbungsbänder, Gewässerverschmutzung, Mülldeponien etc.)
- der bioklimatischen Belastungs-, Schon- und Reizstoffe
- der regionalplanerischen Konzepte für die agrarstrukturelle und Fremdenverkehrsentwicklung
- der Wasserschutzgebiete.

Ziele des Tierartenschutzes in einem Artenschutzprogramm

506. Die Ziele des zoologischen Artenschutzes als Teil des Naturschutzes müssen in einem wissenschaftlich aufgestellten Artenschutzprogramm dargestellt werden. Ihnen sind dann die adäquaten Lösungen zuzuordnen.

Ziele des Tierartenschutzes sollten sein:

1. Schutz der gesamten Tierwelt zur Sicherung der natürlichen Artenvielfalt mit ihrem gesamten genetischen Potential und mit ihrer wichtigen Funktion für das ökologische Gleichgewicht.
2. besonderer Schutz gefährdeter und seltener Tierarten als Ziel höchster Priorität ("Feuerwehrsituation" bei aussterbenden Arten).
3. verstärkter Schutz der für den Naturhaushalt (z. B. auch für die "biologische Schädlingsbekämpfung"), für Wissenschaft (z. B. Genetik, Medizin, vergleichende Verhaltensforschung) oder Bildung (z. B. "repräsentative Arten", als Demonstrationsobjekte für das biologische und anthropologische Weltbild, die ökologische Erkenntnis usw.) wichtigen Arten.
4. von dem Prinzip der Nachhaltigkeit geleitete mit Hege-maßnahmen verbundene Nutzung der für die menschliche Wirtschaft notwendigen Tierarten (z. B. Fischerei, Jagd).

4.1.2.4 Funktionelle Zuordnung von „ökologischen Ausgleichsräumen“ zu Verdichtungsräumen

507. Die bisherige Raumordnungspolitik geht davon aus, jedem Staatsbürger in jedem Teilraum der Bundesrepublik Deutschland gleichwertige wirtschaftliche, soziale und kulturelle Entwicklungschancen zu bieten. Dieses Ziel läßt sich unter den derzeitigen ökologischen Zwängen nicht halten. Es hat dazu geführt, daß heute dringend benötigte Ausgleichs- und Erholungsräume durch Industrialisierung und deren Folgewirkungen entwertet wurden und werden (Beispiel: Bodenseeraum). Das bedeutet eine Umstellung von dieser "nivellierenden" Raumordnungspolitik (ISBARY, 1969) des "überall alles" auf eine ökologisch orientierte Raumordnungspolitik mit dem Ziel eines differenzierten

Systems einander funktional zugeordneter Verdichtungsräume und -bänder und genügend großer ökologischer Ausgleichsräume.

Verdichtungsräume sind nicht haltbar ohne ausreichend große, ihnen funktional zugeordnete, meist dünner besiedelte "ökologische Ausgleichsräume" mit naturnaher Landschaftsstruktur, die die nötigen Wochenend- und Ferienholungsgebiete bereitstellen und die Versorgung mit reinem Wasser und evtl. mit hochwertiger gesunder Nahrung z. T. auch die Zufuhr kühler Frischluft für die Menschen der als Lebensräume stark belasteten Verdichtungsgebiete sichern.

Die Notwendigkeit der Zuordnung von ökologischen Ausgleichsräumen wie Bodenseegebiet, Schwarzwald, Alb, Taunus zu Verdichtungsräumen geht aus von der Überlegung, daß viele von diesen erst in Jahrzehnten und unter hohem finanziellen Aufwand so umstrukturiert werden können, daß sie in physischer wie psychischer Hinsicht als humaner Lebensraum gelten und die wichtigsten Daseinsfunktionen voll erfüllen können.

Als solche ökologischen Ausgleichsräume bieten sich u. a. viele agrarische Problemgebiete an. Dies betrifft große Teile des Alpenraumes, der Mittelgebirge- und der Niederungsgebiete mit hohen Grundwasserständen, vielfach Räume mit ungünstigen natürlichen Produktionsbedingungen für die Landschaft. Der Verein Naturschutzpark und die Konferenz für Raumordnung (1960) hatten die Notwendigkeit dieser Zuordnung von Verdichtungsräumen und Naturparks als Ausgleichsräume bereits frühzeitig grundsätzlich erkannt und in der Rahmenplanung für Naturparke in der Bundesrepublik Deutschland konzipiert. Dieser Gedanke ist in das Naturparkprogramm der Bundesrepublik aufgenommen worden. Der überwiegende Teil der Naturparke liegt heute in agrarischen Problemgebieten (vgl. Anhang II, 4.1 Abb. 2).

Die weitere Entwicklung der Umweltbedingungen in den Verdichtungsräumen hat die Richtigkeit und Notwendigkeit dieses Konzeptes bestätigt.

Das Umweltprogramm der Bundesregierung 1971 hat den Begriff der "ökologischen Ausgleichsräume" übernommen und auch die wirtschafts- und raumordnungspolitischen Konsequenzen angedeutet.

Beispiele:

508. Das im folgenden genannte baden-württembergische Bodenseegebiet ist nur in Teilen agrarisches Problemgebiet. Hinsichtlich der Größe repräsentieren die genannten Ausgleichsräume Bodenseegebiet, Schwarzwald, Alb, Taunus die obere Grenze. Daneben erfüllen wesentlich kleinere Landschaftsräume oft in nächster Nähe der Verdichtungsräume ökologische Ausgleichsfunktionen.

Dem Verdichtungsraum am mittleren Neckar um Stuttgart sind u. a. die ökologischen Ausgleichsräume des Schwarzwaldes, der Alb und des Bodenseegebietes zuzuordnen. Die künftige Existenz und die Wachstumsmöglichkeiten dieses Verdichtungsraumes, der zu den Wassermangelgebieten des Landes Baden-Württemberg gehört, sind u. a. abhängig von der Quantität und Qualität der Fernwasserversorgung vor allem aus dem Bodensee, aber auch von der Qualität dieser Naherholungsräume. Da der Bodenseeraum selbst im Begriff ist, sich

zum Verdichtungsraum zu entwickeln (ISBARY, 1967), entstehen hier erhebliche Zielkonflikte (BUCHWALD, 1972), (vgl. 4.1.2.1, Beispiele für Konfliktsituationen).

Für Teile des Verdichtungsraumes Rhein-Main wie Frankfurt und Höchst hat der Naturpark Taunus nicht nur Ausgleichsfunktionen als Naherholungsgebiet, sondern vor allem als Quellgebiet der Frischluftzufuhr. Die Beckenlandschaft dieses Raumes ist bioklimatisch durch eine Belastungsstufe (BECKER, 1972) mit relativ hohen Schwülewerten, Inversionslagen und Emissionsanreicherungen gekennzeichnet. Die Zufuhr kühlerer, sauerstoffreicherer und kernärmerer Luft durch Kaltluftfluß aus den Taunustälern in die Stadtgebiete ist daher von großer Bedeutung für deren Umweltqualität. Wie Thermo-Luftbilder des Kaltluftstaus zeigen, ist diese Zufuhr vielfach durch vorhandene Bebauung behindert und durch geplante Ortsentwicklungen gefährdet. Künftige Stadtentwicklungsplanung muß diese stadtoökologischen Erfordernisse berücksichtigen.

509. Die besondere Eignung vieler agrarischer Problemgebiete als "ökologische Ausgleichsräume" geht aus den folgenden Überlegungen hervor:

1. Agrarische Problem- und Rückzugsgebiete haben bisher noch weithin den vorindustriellen Charakter naturnaher Kulturlandschaften mit im allgemeinen hoher struktureller und ökologischer Vielfalt bewahrt.
2. Mit dem Wandel der Agrarstruktur bietet sich ferner in diesen Gebieten die einmalige historische Chance zur Veränderung der Flächennutzung, so daß die Landschaft dort für ihre neuen Funktionen als Ausgleichsraum gestaltet werden kann, wo sie diesen Bedingungen nicht entspricht.
3. Im Zuge des Rückgangs der durch die Landwirtschaft genutzten Flächen tritt erhöhte Mobilität des Grundbesitzes, Erwerbs- oder Pachtmöglichkeit für Trägergesellschaften oder die öffentliche Hand als Voraussetzung für schützende und neugestaltende Maßnahmen ein.

In den agrarischen Problemgebieten wird durch Aufgabe landwirtschaftlicher Nutzflächen meist der Wald an Ausdehnung zunehmen. Andererseits sind für viele Erholungsaktivitäten waldfreie Flächen in ausreichendem Maße erforderlich. So kann eine neue für die künftigen Erfordernisse der Gesellschaft zu planende und zu gestaltende Landschaft entstehen. Hier wird es erforderlich, die agrarstrukturelle Planung mit der Landschaftsplanung des Landschaftspflegers zu kombinieren im Sinne einer "Agrar- und Landschaftsplanung" für die Problemgebiete und künftigen Ausgleichsräume. Als ein Beispiel hierfür sei das "Albprogramm" des Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Umwelt Baden-Württemberg (1971) genannt.

510. Die in den agrarischen Problemgebieten für die neuen Nutzungskombinationen von verbleibender Landwirtschaft und Fremdenverkehr mindestens erforderliche und deshalb von Bewaldung, Bebauung und anderen Nutzungen freizuhaltende "Mindestflur" (vgl. u. a. "Schwarzwaldplan" des Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Umwelt — 1974) wird im Landschaftsplan, bzw. im Agrar- und Landschaftsplan nach einem landbaulichen und landschaftspflegerischen Kriterienkatalog festgelegt. Aus der Ausweisung der Mindestflur ergibt sich die Notwendigkeit der Aufstellung eines "Pflegekatasters" der Gemeinden als Teil des Landschaftsplanes für alle Flächen, deren Bewirtschaftung privatwirtschaftlich nicht mehr rentabel, deren Pflegenutzung bei Brachfällen aber im öffentlichen Interesse liegt.

511. Im Rahmen der Entwicklung der agrarischen Problemgebiete zu ökologischen Ausgleichsräumen könnten die Naturparke in einer Phase II zu "Vorbildslandschaften" (IS-BARY) im obigen Sinne entwickelt werden, nachdem zunächst in einer Phase I ihre Sicherung als Landschaftsschutzgebiete und eine erste Einrichtung möglich waren.

Problematik und Voraussetzungen der Sicherung und Entwicklung ökologischer Ausgleichsräume

512. Die Sicherung und Entwicklung von Ausgleichsräumen wirft eine Reihe von Problemen auf, die noch in der Diskussion sind:

a) Sicherung der künftigen Landbewirtschaftung auf Flächen des Pflegekatasters

In der Diskussion ist z. Z. die Bewirtschaftung der Acker- und Grünflächen der Mindestflur, deren Bewirtschaftung privatwirtschaftlich nicht mehr rentabel, deren Pflegenutzung bei Brachfallen aber im öffentlichen Interesse liegt. Von den Landwirtschaftsverwaltungen wird heute angestrebt, in den Problemgebieten einen Grundbestand leistungsfähiger Höfe zu halten, die zugleich dem Landauffang dienen. Demgegenüber erscheint der Einsatz privatwirtschaftlicher oder öffentlicher Landschaftspflegetrupps auch unter gesamtwirtschaftlichen Gesichtspunkten nur als ultima ratio. Für den Ausgleichsraum der Schwäbischen Alb sieht das Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Umwelt Baden-Württemberg im "Albprogramm" (1972) vor: "Um die Landbewirtschaftung der im Agrar- und Landschaftsplan ausgewiesenen Flächen zu sichern, ist ein Netz von Betrieben mit geeigneten Unternehmen und Organisationsformen und ausreichender Produktionskapazität zu erhalten oder zu schaffen". Bei diesen verbleibenden Höfen wird oft nur ein Teil des Einkommens aus der land- und forstwirtschaftlichen Produktion stammen, ein Teil aus Dienstleistungen verschiedenster Art, sowohl aus dem Fremdenverkehr wie aus landschaftspflegerischer oder landeskultureller Tätigkeit. Dieser letztere Teil des Einkommens ist die Vergütung für eine Leistung, die der Betrieb für die Gesamtgesellschaft durch Mähen, Beweidung, Pflanzen, Erhaltung des Wege- und Grabennetzes, Wildbachverbauung und anderes erbringt. Dies wird zu einer neuen Definition bzw. Tätigkeitsbeschreibung des Landwirtes in agrarischen Problemgebieten wie u. a. des Bergbauern führen. Diese Vergütungen könnten in unterschiedlichen Formen geleistet werden, beispielsweise als

Flächenhonorare ("Grünlandhonorare") je ha/Jahr und als

Kopfprämien je Stück Vieh/Jahr (Schafe bzw. Jungvieh auf Almen), als Dauerhilfen, als

einmalige Anpassungshilfen für Infrastrukturen (wie Erstellung von Schafställen, Wegebau, Maschinen).

b) Finanzausgleichsmaßnahmen als raumordnungs- und umweltpolitisches Instrument

513. Um den Ausgleichsräumen langfristig die Erfüllung ihrer regionalen und überregionalen Aufgaben zu ermöglichen, sind finanzielle Ausgleichsleistungen als Vergütung für Beschränkungen in der wirtschaftlichen Entfaltung, insbesondere auf dem gewerblich-industriellen Sektor, nicht zu umgehen. Deshalb sollte der bereits in einigen Bundeslän-

dern (Baden-Württemberg, Schleswig-Holstein) auf die infrastrukturellen Belange der Gemeinden ausgerichtete Finanzausgleich auch unter dem Aspekt der überregionalen Umweltvorsorge gesehen und weiterentwickelt werden. Ein solcher finanzpolitischer Ausgleich kann so zu einem raumordnungs- und umweltpolitischen Instrument von weittragender gesellschaftspolitischer Bedeutung werden. Es ist allerdings zu überprüfen, ob ein solcher Ausgleich bei der über die Landesebenen hinausgehenden Verflechtung von Verdichtungs- und Ausgleichsräumen nicht auf Bundesebene erforderlich wird.

c) Zielgerichtete Investitionspolitik

514. Neben dem Finanzausgleich wird eine stärker als bisher auf die besonderen Belange und Funktionen der Ausgleichsräume ausgerichtete Investitionspolitik der Länder erforderlich. Die nach den Landesplanungsgesetzen einiger Bundesländer zu erstellenden Kreisentwicklungsprogramme können z. B. gute Ansatzpunkte liefern, um die landschaftspflegerischen, agrarstrukturellen und kommunalen Investitionsbedürfnisse sowie die des Fremdenverkehrs integriert, zielgerecht und überörtlich zu planen und durchzuführen.

Dazu kommen Voraussetzungen, die zwar nicht auf Ausgleichsräume beschränkt sind, jedoch hier von besonderer Wichtigkeit sind wie die Ausübung überörtlicher und regionaler Planungskompetenzen zur Sicherung und Durchsetzung über den örtlichen Bereich hinausgehender Belange, der Ausbau einer leistungsfähigen regionalen Landschaftspflegeorganisation und eine planmäßige Grundstückspolitik der öffentlichen Hand oder einer geeigneten Trägerorganisation zur rechtzeitigen Bereitstellung von Flächen für Erholungsnutzungen und Schutzgebiete durch Kauf oder Pacht.

4.1.3 Organisation und rechtliche Instrumente der Landespflege

515. Wichtigste rechtliche Grundlage zur Durchsetzung der Ziele der Landespflege ist das als Landesrecht fortgeltende Reichsnaturschutzgesetz vom 26. 6. 1935 und das an seine Stelle getretene Landesrecht (das Bayerische Naturschutzgesetz vom 27. 7. 1973, das Landespflegegesetz des Landes Rheinland-Pfalz vom 14. 6. 1973 und das Landschaftspflegegesetz des Landes Schleswig-Holstein vom 16. 4. 1973). Diese Gesetze haben "den Schutz und die Pflege der Natur in allen ihren Erscheinungen" (§ 1 RNG) zum Ziel. Sie werden ergänzt durch eine Reihe speziell auf die Ziele der Landespflege ausgerichteter Gesetze und Verordnungen, u. a. Naturschutz VO für den Artenschutz, Wallhecken- und Baumschutzverordnungen, das nds. Bodenabbau- und das nordrhein-westf. Abgrabungsgesetz, das hess. Landschaftspflegegesetz.

Die Durchführung dieser Gesetze obliegt den Naturschutz- oder Landschaftspflegebehörden, die in die Behörden der allgemeinen Verwaltung, die Landkreise und Bezirksregierungen integriert sind.

516. Daneben werden Aufgaben der Landespflege im Zusammenhang mit Fachaufgaben, z. T. aufgrund spezialge-

setzlicher Anordnung von Fachbehörden wahrgenommen. Die Pflicht der Berücksichtigung landespflegerischer Ziele begründen die Forst- und Waldgesetze, das Flurbereinigungsgesetz, einige Berggesetze. Das Jagdrecht dient der Erhaltung jagdbarer Arten und damit einem Teilaspekt des Artenschutzes. Zu nennen sind hier auch die Landwirtschaftsgesetze Bayerns und Baden-Württembergs.

Da Objekt der Landespflege die Landschaft als komplexes System und Ziel die Steuerung der vielfältigen an die Landschaft gerichteten Nutzungsansprüche ist, sind Raum- und Stadtplanung ebenfalls wichtige Instrumente. Das Bundesraumordnungsgesetz sowie das BBauG schreiben die Beachtung landespflegerischer Ziele zwingend vor. Die Gesetzgebung auf dem Gebiet der Landespflege ist seit zwei Jahren in Bewegung geraten. Das gilt für das Landespflege-recht im engeren Sinn: den Naturschutz- und Landespflege-gesetzen der Länder Schleswig-Holstein, Bayern und Rheinland-Pfalz werden in Kürze ein Bundesgesetz und Gesetze in Nordrhein-Westfalen und Baden-Württemberg folgen. Aber auch andere für die Landespflege bedeutungs-volle Gesetze werden in nächster Zeit geändert oder neu-kodifiziert, z.B. das BBauG, FlurbG, das Wald-, Berg-, Wasser- und Jagdrecht. Es ist deshalb an der Zeit, zu prüfen, wie das gesetzliche Instrumentarium optimal für die Ziele der Landespflege weiterentwickeln ist.

517. Die Landespflege steht mit ihrer Aufgabe zwischen den integrierenden Planungen der Raum- und Stadtplanung und den landschaftsbeanspruchenden Fachplanungen. Sie hat zugleich für Teilbereiche selbst die Funktion einer Fachplanung. Hieraus ergeben sich für die Gestaltung des Instrumentariums besondere Schwierigkeiten. Zu einem guten Teil decken sich Problematik und Lösungsvorschläge mit den Bereichen "Probleme der Umweltplanung" (5.4) und "Umweltschutz im Rahmen räumlicher und städtischer Entwicklungsplanung" (4.2). Auch teilten die Landespflege mit den übrigen Umweltschutzbereichen die Hauptprobleme des Umweltschutzrechtes. Aus der Verflechtung der Ziele der Landespflege mit anderen Fachbereichen ergeben sich jedoch spezifische Probleme der Koordination auf gesetzlicher und organisatorischer Ebene.

518. Bei der Fortentwicklung des Instrumentariums muß deshalb insbesondere auf folgende Fragen eine Antwort gefunden werden:

- Reichen die Vorschriften der Raumordnungs- und Landesplanungsgesetze und des BBauG aus, um in der integrierenden Raum- und Stadtplanung ein Gleichgewicht ökonomischer, sozialer und ökologischer Ziele zu erreichen oder bedarf es der Institutionalisierung einer eigenständigen Landespflege-Planung?
- Wird die Festlegung landespflegerischer Teilziele in Fachgesetzen und deren isolierte Durchsetzung durch Fachbehörden dem komplexen System Landschaft gerecht?
- Reichen die spezialgesetzlichen Regelungen, um die einzelnen Landschaftsnutzungen der Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes anzupassen?
- Wie wird eine ausreichende Berücksichtigung landespflegerischer Belange bei Fachplanungen gewährleistet? Genügt es, daß die Fachverwaltungen darüber in eigener Zuständigkeit entscheiden?
- Welche Vorschriften sind erforderlich, um eine Umweltverträglichkeitsprüfung in bezug auf die Landschaft auch außerhalb der nach dem Naturschutzrecht ausgewiesenen Schutzbereiche zu erzwingen. Zu denken wäre an eine Generalklausel im Landespflegegesetz oder an Landschaftsklauseln in den Fachgesetzen.
- Werden in einer Ordnung, die auf die Regulierung konkurrierender Ansprüche zielt, spezifische Funktionen der Landschaft ausreichend vertreten? Zu nennen sind die Landschaft als Erlebnis- und Freizeitraum, als Raum für Lehre und Forschung und die Sicherung natürlicher Reserven für künftige Generationen.

Bei einer künftigen Regelung wird zu beachten sein, daß sich Landespflege nicht in Planung auf verschiedenen Ebenen erschöpft. Notwendig sind Ausgleichs- und Pflegemaßnahmen und Überwachung, sowie Landschaftsentwicklung zur Steigerung der Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes. Dazu muß die Landespflege über ein Instrumentarium zur Bodenordnung (wie BBauG oder FlurbG) verfügen. Zugleich wird die Organisation und Ausstattung der zuständigen Behörden auf ihre Funktionsfähigkeit zu prüfen sein.

4.2 Umweltschutz im Rahmen räumlicher und städtischer Entwicklungsplanung

4.2.1 Umweltschutz und räumliche Verdichtung

519. Raumplanung und Stadtplanung haben als Wirkungsbereiche öffentlichen Handelns seit jeher Aspekte des Umweltschutzes mitumfaßt. So bestand die Aufgabe der Raumordnung auch darin, als zusammenfassende und überfachliche Planung den schon viele Jahre vorhandenen Teilinitiativen zur Abwendung von Umweltbelastungen (z.B. Natur- und Landschaftsschutz, Denkmalschutz, Wasserwirtschaft, Wohnungswesen) eine gemeinsame räumliche Zielsetzung zu geben (vgl. § 2 des Bundesraumordnungsgesetzes; UMLAUF, 1972). Im Bereich der kommunalen Verwaltung werden nicht nur wesentliche Umweltschutzgesetze durch die Ordnungsverwaltung durchgeführt und umweltbedeutende Leistungen im Bereich der Ver- und Entsorgung erbracht (Wasser, Abwasser, Müll, Energie, Nahverkehr usw.). Auch die Stadtplanung sieht eine Berücksichtigung der Notwendigkeiten des Umweltschutzes als ihre Aufgabe an (STICH, 1974; vgl. § 1 des Bundesbaugesetzes und § 3 Abs. 3 des Städtebauförderungsgesetzes). Mit der zunehmenden Umweltgefährdung haben diese Aspekte des Umweltschutzes bei der Entwicklung unserer Raum- und Siedlungsstruktur jedoch eine sachliche und politische Priorität erhalten, die die maßgeblichen Einflußgrößen von Raum- und Stadtplanung entscheidend umgestalten. Raum- und Stadtplanung sind darauf bisher nicht ausreichend eingerichtet.

520. Die Planungen für die Raum- und Stadtentwicklung sind mit der Umweltschutzplanung nicht identisch. Während

es sich hier um überwiegend raum- und flächenbezogene Planungen handelt, umfaßt die Umweltschutzplanung auch ausschließlich fachspezifische Aspekte, wie etwa die Ermittlung, Festsetzung und Überwachung von Grenzwerten für Emissionen¹⁾. Da der Umweltschutz ein komplexer, in viele Behördenkompetenzen hinein verästelter Aufgabenbereich ist, reichen seine fachübergreifenden Wirkungsbezüge auch an die Disziplinen der Raum- und Stadtplanung. Die Raumplanung legt Standorte und Trassen fest, wägt Interessen bei der Raumnutzung ab und bemüht sich um deren Ausgleich²⁾. Ebenso vielfältig und umfangreich sind die Bezüge des Umweltschutzes im kommunalen Aufgabenkatalog, wo sie von der Ordnungsverwaltung (Gesundheitsaufsicht, Gewerbeangelegenheiten, Straßenverkehrsaufsicht usw.) über das Wohnungswesen, die Stadtreinigung, den Tiefbau bis hin zur Wirtschaftsförderung reichen.

521. Die Entwicklung der Raum- und Siedlungsstruktur in der Bundesrepublik Deutschland war in den vergangenen Jahrzehnten durch das starke Bevölkerungswachstum und eine Agglomeration von Wohnungen und Arbeitsstätten geprägt, die dazu führte, daß heute fast die Hälfte der Bevölkerung auf etwa 7% des Bundesgebietes lebten (vgl. Anhang II). Die Bevölkerungsdichte stieg von 1939 (43 Millionen Einwohner) von 173 E/qkm bis 1972 (ca. 60 Millionen Einwohner) auf 246 E/qkm. Dabei war das Wachstum in den einzelnen Räumen unterschiedlich. So reicht die Skala des Bevölkerungszuwachses in der Zeit von 1961 bis 1970 vom Verdichtungsraum München mit einer Zunahme von 25% auf 2591 E/qkm bis nach Saarbrücken mit einer Zunahme von 2% auf 1107 E/qkm. Parallel zu dieser Entwicklung unterliegen die Stadtkerne einem anhaltenden Funktionswandel: die Wohnbevölkerung nimmt ab, die Zahl der Arbeitsplätze steigt an. Dieser Rückgang der deutschen Bevölkerung in den Stadtkernen, der von 1967 bis 1970, z. B. in Frankfurt 8,2%, in Hannover 6,7% und in Duisburg 6,5% betrug, ist aber nicht gleichbedeutend mit einer Verlangsamung des Verdichtungs- und Verstädterungsprozesses. Die Bevölkerung siedelt sich vielmehr am Rand der Kernstädte in den bereits stark verstärkerten Landkreisen an. So betrug der Zuwachs von 1961 bis 1970, z. B. im Landkreis Offenbach 39%, im Landkreis Esslingen 26,5%, im Main-Taunus-Kreis 45,9%, im Landkreis Köln 27,8%. Die Verdichtungsräume wachsen damit in die Breite, sie werden zur Stadt-Landschaft (Raumordnungsbericht 1972, S. 24 ff.).

Eine Analyse der Bevölkerungsentwicklung in den letzten Jahren zeigt, daß ein Wachstum der Großstädte allgemein auf Zuwanderungen aus dem Ausland beruhte. Die Binnenwanderung dagegen schlug sich in den Randzonen der Verdichtungsräume nieder (BIRG, 1974). Bestrebungen zur Steuerung des Wachstums der großen Verdichtungsräume müssen deswegen hier ansetzen.

522. Damit setzt sich eine räumliche Entwicklung in Verstädterung um, die auch in den nächsten Jahren durch anhaltende Verdichtung und Mobilität³⁾ gekennzeichnet sein wird. Räumliche Verdichtung und Verstädterung sind auch die offiziellen Ziele staatlicher Förderungspolitik in der

Bundesrepublik, wie die Raumordnungsberichte, die Städtebauberichte der Bundesregierung sowie die Ziele der Landesplanungen zeigen. Das Bundesraumordnungsgesetz legte im Jahre 1965 die räumliche Verdichtung von Siedlungsstrukturen als räumliches Gliederungsprinzip fest. Die gesamtwirtschaftlichen Strukturänderungen werden diesen Verstädterungsprozeß ebenso fördern wie eine aus technischen und finanziellen Gründen notwendige Bündelung von Siedlungen und Infrastruktur. Zur Entlastung der bestehenden Verdichtungsräume soll nach den Zielvorstellungen der Raumordnungspolitik die Entwicklung von Schwerpunkten an Entwicklungsachsen gefördert werden. Damit wird die dezentralisierte Konzentration von Wohnungen und Arbeitsstätten zum Ziel der siedlungsstrukturellen Entwicklung.

523. Mit der Industrialisierung und dem Wachstum der städtischen Ballungsräume ging eine Schädigung der natürlichen Versorgungsquellen und eine Verschlechterung der Vitalsituation einher, die in den vergangenen Jahren in einer Vielzahl von Veröffentlichungen dargestellt und beklagt worden ist (ALBERS, 1972; BAHRDT, 1969).

Die Umweltbelastungen moderner Städte gehören deswegen zu den zentralen Themen einer Diskussion um eine "Krise der Stadt". Dabei wird betont, daß es nicht die Stadt als solche ist, die zu diesen übermäßigen Umweltstörungen führt. Nicht der menschliche Eingriff in seine natürliche Umwelt an sich ist die als Umweltstörung definierte Erscheinung, sondern die Konzentration und Überlagerung der Belastungen und Beeinträchtigungen in übergroßen und ungeordneten Verdichtungen.

Viele der bestehenden Umweltgefährdungen hätten vermieden werden können, wenn eine Entwicklungsplanung der Raum- und Siedlungsstruktur unter Beachtung von Aspekten des Umweltschutzes Wohngebiete, Gewerbebetriebe und Infrastruktureinrichtungen einander zugeordnet und dabei auch ökologische Zusammenhänge berücksichtigt hätte (Ministerkonferenz für Raumordnung, Entschließung vom 15.6.1972). Häufig wurden Freiräume nur deswegen erhalten, weil sie für Siedlungszwecke nicht benötigt wurden. Eine vorausgehende Bewertung der natürlichen Voraussetzungen für die Nutzung des Raumes wurde gemeinhin nicht angestellt.

524. Es wird geschätzt, daß der Flächenbedarf für Wohnungen, Industriebetriebe, Verkehrs- und Versorgungsanlagen bis 1985 um weitere 550 000 ha zunehmen wird (siehe 4.1). Diese zusätzliche Inanspruchnahme von Flächen muß dann nicht zu vermehrten Umweltbelastungen führen, wenn eine den Leitbildern der Raumordnung unter Einbeziehung des Umweltschutzes entsprechende Verteilung von Siedlungen und Infrastruktur im Raum gewährleistet ist. Ohne eine wirkungsvolle Raumordnung freilich wird sich die Mobilität der Bevölkerung mit der Tendenz einer zunehmend ungleichen Verteilung von Bevölkerung und Wirtschaftskraft fortsetzen (Hauptausschuß der Ministerkonferenz für Raumordnung, Denkschrift, S. 19).

525. Zwar zeigen die Ergebnisse der koordinierten Bevölkerungsvorausschätzung durch das Statistische Bundesamt im Jahr 1973 (LINKE, 1973; v. PAPP, 1973), daß bis 1985 vor allem in Gebieten mit hoher Bevölkerungsdichte aus der natürlichen Bevölkerungsbewegung mit einer Bevölkerungsabnahme zu rechnen ist, während eine Zunahme

¹⁾ Siehe dazu im einzelnen 5.4.

²⁾ Siehe hierzu die Denkschrift der Ministerkonferenz für Raumordnung und des Hauptausschusses der Ministerkonferenz "Umweltschutz und Raumordnung".

³⁾ Neben der zunehmenden beruflichen Mobilität ist hier vor allem auf die räumliche Mobilität zu verweisen, also die Wanderungen zwischen einzelnen Regionen oder Teilregionen.

der Bevölkerung lediglich noch in einigen Gebieten mit derzeit niedriger Bevölkerungsdichte erwartet werden kann. Freilich lassen die räumlichen Entwicklungstendenzen der Vergangenheit erkennen, daß diese Entwicklung durch künftige Wanderungen beeinflusst werden dürfte, wenn die Attraktivität der mittleren und großen Ballungsräume als Zielpunkte der Bevölkerungswanderung anhält.

4.2.2 Eingliederung der Ziele des Umweltschutzes in eine strukturpolitische Gesamtplanung

Den aus einer solchen Entwicklung sich ergebenden Umweltgefährdungen müssen Raumordnung und Stadtentwicklung durch eine Ordnung von Raum- und Siedlungsstruktur begegnen, die stärker als bisher die Ziele der Umweltschutzplanung einbezieht. Einige Zielvorstellungen dazu hat die Ministerkonferenz für Raumordnung in einer EntschlieÙung vom 15. Juni 1972 genannt. Der Hauptausschuß dieser Konferenz fordert in diesem Zusammenhang Maßnahmen, die zur besseren Durchsetzung der Belange des Umweltschutzes im Rahmen der Ziele von Raumordnung und Landesplanung nötig sind (Hauptausschuß der Ministerkonferenz für Raumordnung, Denkschrift, S. 29). Bei diesen Forderungen handelt es sich freilich um Forderungen an Gesetzgebung und Verwaltung, die sich als Einzelbereiche darstellen und nur durch raumordnungs- und umweltpolitische Zielsetzungen von hohem Abstraktionsgrad verbunden sind. Nur unzureichend gelöst ist bis heute die Aufgabe, alle Teilaspekte aus ihrer fragmentarischen Isolierung zu lösen und zu einem Gesamtkonzept zusammenzufügen, das den Zielen der Raumordnung und des Umweltschutzes gerecht wird.

Ähnlich ist auch die neue Zieldimension des Umweltschutzes in die Vorstellung über die Stadtentwicklung nur in Teilbereichen eingegangen. Dies liegt nicht zuletzt daran, daß die vorhandenen Ziele der Stadtentwicklung in den einzelnen Städten sich vorwiegend jeweils nur auf einen Bereich der städtischen Entwicklung beziehen, also auf die formale Stadtgestaltung, auf die administrative Struktur oder auf den technischen Aspekt. In den einzelnen Städten bestehen zwar starke Bestrebungen, eine integrierte Stadtentwicklungsplanung vorzubereiten und durchzuführen. Zielvorstellungen dazu bestehen aber nur punktuell. Weitgehend steht deswegen auch heute noch die städtebauliche Praxis notgedrungen unter dem Primat von Anpassungs- und Krisenvermeidungsstrategien (HESSE, 1972, unter Hinweis auf eine Umfrage des Deutschen Städtetages und eine Repräsentativerhebung).

526. Auch die von Raumordnung und Landesplanung zur Zeit bereitgestellten Ziele können dies nicht ändern. Die in § 1 des Bundesraumordnungsgesetzes enthaltenen Grundsätze und Ziele entwerfen ein Leitbild von hohem Abstraktionsgrad. Dieses Leitbild muß durch Pläne und Programme der Länder konkretisiert werden. Eine Durchsicht der Landesentwicklungsprogramme und -pläne der einzelnen Länder zeigt, daß hier die Aussagen und Ziele unterschiedlich weit gefaßt sind. Eine im Ausmaß ebenfalls unterschiedliche Konkretisierung dieser Ziele wird in einigen

Ländern durch Umweltschutzberichte der Regierungen oder durch Berichte über Fachplanungen vorgenommen. Diese Ziele erstrecken sich vor allem auf die Einzelbereiche des Umweltschutzes, wie Naturschutz, Reinhaltung des Wassers und der Luft, Abfallbeseitigung, Lärmschutz u. dgl. Es finden sich hier zwar auch Ziele zur Stadtentwicklung in umweltrelevanten Zielkategorien. Eine Wertung dieser Ziele läßt erkennen, daß nach der Häufigkeit der Nennungen ein leichter Vorrang für die Ziele besteht, die auf unmittelbare Verbesserungen für den Menschen und seine Umwelt ausgerichtet sind (Erholung, Grünflächen, Immissionschutz, Wohnen). Den höchsten Geltungsrang weisen diese Pläne und Programme der Länder jedoch der Konzentrationsidee im Rahmen der Stadtentwicklung zu (WAGNER, 1971). Derartige allgemeine landesplanerische Zielvorgaben sind nicht geeignet, ein ausreichendes städtebauliches Leitbild für die einzelne Stadt darzustellen. Sie sind vielmehr pauschale, für den Städtebau mehr technisch-formale Rahmenbedingungen.

Diese Beurteilung ändert sich nicht wesentlich, wenn man die in den Ländern aufgestellten Regionalpläne in die Betrachtung einbezieht. Eine Analyse dieser Regionalpläne zeigt, daß sie in Inhalt und Wirkungsgrad von Land zu Land unterschiedlich zu werten sind. Auch werden hier Planungsziele weitgehend unpräzise und statisch formuliert. Einer der Gründe für diese Erscheinung dürfte darin liegen, daß es an einer bundeseinheitlichen Definition der Aufgabenstellung und Kompetenzen der Regionalplanung fehlt (STOLLEY, 1974, S. 34).

527. Es gibt mithin weder für Raumordnung und Landesplanung noch für die Stadtentwicklung ausreichend konkrete gesamtstrukturpolitische Zielvorstellungen. Die Bundesregierung hat deswegen ein strukturpolitisches Gesamtkonzept angekündigt, in das die Entwicklung des Städte- und Wohnungsbaus ebenso einbezogen werden soll wie ein Bundesraumordnungsprogramm, das Umweltprogramm, die Maßnahmen der regionalen Strukturpolitik und der Agrarstrukturpolitik im Rahmen der Gemeinschaftsaufgaben sowie die Entwicklung leistungsfähiger öffentlicher Verkehrssysteme (s. 5.4).

528. Das Bundesraumordnungsprogramm, das zur Zeit von der Bundesregierung vorbereitet wird, kann die Aufgabe eines derartigen Gesamtkonzeptes allein nicht leisten, weil es nur die raumbezogenen Aspekte der strukturellen Entwicklung berücksichtigt. Diese Aufgabe muß aber eingebunden werden in ein allgemeines strukturpolitisches Zielfindungs- und Entscheidungssystem. Die in der Raumordnung bisher verwendeten Indikatoren quantitativer und aggregierter Art (z. B. Querschnittsvergleich ökonomischer Leistungsziffern, wie Sozialprodukt, Steuerkraft oder Pro-Kopf-Einkommen, oder Zahl der Ärzte pro 1000 Einwohner, u. dgl.) enthalten nämlich keine Umweltaspekte und begünstigen daher umweltpolitische Fehlentscheidungen über die Raum- und Siedlungsstruktur (HÜBLER, 1973). Eine Verbesserung der Lebensqualität unter Einbeziehung von Zielen des Umweltschutzes in städtischen und ländlichen Räumen setzt vielmehr eine funktionale Bewertung dieser Räume voraus, bei der die wirtschaftspolitischen Notwendigkeiten sicherlich ein wichtiges Teilziel, nicht aber das einzige Ziel sind. Vielmehr müssen ökologische, land- und forstwirtschaftliche, wasserwirtschaftliche, Freizeit- und Erholungsfunktionen mit- und zum Teil vorrangig bewertet werden. Eine solche Ordnung des Raumes setzt voraus, daß die einzelnen

Räume in einem räumlich funktionalen Verhältnis der Raumnutzungsteilung zueinander stehen (AFFELD, 1972).

529. Es ist zu befürchten, daß bei der derzeitigen administrativen Zielfindungs- und Entscheidungsstruktur im Bereich der Bundes- und der Länderregierungen die Praxis der ungenügend koordinierten öffentlichen Planung, die auf und zwischen allen Ebenen zu einer Fortschreibung der einzelnen Fachplanungen geführt hat, ein konsistentes Zielsystem in einem Bundesraumordnungsprogramm wieder aufweicht. Dies gilt vor allem für das Zusammenwirken von Bund und Ländern, für die das Bundesraumordnungsprogramm ohnehin nur ein Orientierungsrahmen sein kann, den sie im Wege der Selbstbindung durch Vereinbarung mit dem Bund übernehmen könnten. Dies gilt aber auch für die Bundesregierung, die es in ihrer Entscheidungskompetenz hält, inwiefern ein solches Programm für die raumrelevanten Bezüge der Fachplanungen verbindlich sein sollte. Hier geht es darum, die einer solchen Bindung widerstrebenden ressortspezifischen Interessen und Einzelerfolgsstrategien zu überwinden.

Selbst mit einem solchen Bundesraumordnungsprogramm bliebe die Bundesraumordnung im übrigen noch weit von der Möglichkeit entfernt, die sich in den Ländern durch eine Weiterentwicklung der Landesplanung zur Entwicklungsplanung bieten würde; diese umfaßt neben dem Raum- auch den Zeit- und Finanzfaktor und könnte damit die Entwicklung der Raum- und Siedlungsstruktur aktiv steuern und beeinflussen. Diese Bemühungen sollten verstärkt weiterverfolgt werden.

530. Auch ein Blick auf die Stadtplanung zeigt, daß bis zum heutigen Tage die Städte in ihrer Gestaltung durch weitgehend isolierte Fachplanungen gesellschaftlichen Einzelentwicklungen angepaßt wurden. So ist die Stadtplanung weitgehend im Bereich der Flächennutzungsplanung steckengeblieben. Das Bundesbaugesetz aus dem Jahre 1960 ist mehr darauf angelegt, schädliche Einwirkungen auf den Stadtkörper zu verhindern als allgemein aufgestellte Ziele der Stadtentwicklung zu fördern. Seit einiger Zeit befindet sich deswegen die Stadtplanung als eine Art "Fachplanung" in einem Stadium, in dem die Einordnung dieser Planung in eine Stadtentwicklungsplanung versucht wird, die das Erreichen aufgestellter Ziele durch eine Verknüpfung dieser Ziele mit den Raum-, Zeit-, Finanzfaktoren und sonstigen Ressourcen städtischer Entwicklung im Sinne einer aktiven Einwirkung ermöglicht. Damit soll die Vielfalt der Planungsprozesse und ihrer Einwirkungs- und Begrenzungsfaktoren von einem übergeordneten politischen Rahmen her koordiniert werden. Im Grunde spielt sich hier derselbe Vorgang ab wie bei Bund und Ländern (s. 5.4), freilich in Aufgabendimensionen, die die Erfolgchancen dieser Bemühungen bei den Kommunen höher erscheinen lassen. Immerhin befindet sich auch die "Stadtentwicklungsplanung" in einem schwer zu überschauenden Experimentierstadium.

531. Solange die Einbindung der Ziele des Umweltschutzes in ein Gesamtaufgabenkonzept auf allen Ebenen der öffentlichen Verwaltung noch nicht gelungen ist, werden die Schwierigkeiten der Durchsetzung dieser Ziele über Raumordnung und Stadtentwicklungsplanung trotz aller politischen Programme bestehen bleiben. Dazu kommt, daß es auch der Raumordnung als einer fachübergreifenden Aufgabe nicht möglich ist, fachliche Planungen und Maßnahmen zu ersetzen. Sie kann nur auf deren Verwirklichung hinsteu-

ern. Das setzt eine Vielzahl von auf und zwischen den einzelnen Ebenen öffentlicher Verwaltungsträger nötigen Steuerungs- und Koordinierungsverfahren und -instrumente voraus. Hier bestehen also auch für die Raumordnung die allgemeinen Probleme einer integrierten Aufgabenplanung zwischen Bund, Ländern und Gemeinden.

532. Der Umstand, daß für die Aspekte der Lebensqualität und damit auch für die Planung des Umweltschutzes keine ausreichend verwertbaren und vergleichbaren sozialen Indikatoren als Meßziffern entwickelt sind, darf nicht dazu führen, die grundsätzlichen Entscheidungen auszuklammern und den Vollzug der Raumordnung auf den Weg der Abwägung im Einzelfall zu verweisen. Man würde dann weiter zulassen, daß die Planung gesunder Umweltbedingungen weiterhin Anpassungsmechanismen überlassen bliebe, die langfristige Konzeptionen aufgrund des Widerstandes betroffener Interessengruppen oder -verbände unberücksichtigt lassen. Dann würde auch im Bereich der Raumordnung und Stadtentwicklung die Umweltschutzplanung auf die Erledigung technisch-quantifizierbarer Einzelbereiche beschränkt bleiben müssen. Die gesellschaftliche Problematik des Umweltschutzes wird dadurch auf im Detail auszutragende Einzelsachfragen reduziert.

533. Man würde dabei auch übersehen, daß die Autonomie der Gebietskörperschaften auf den verschiedenen Ebenen öffentlichen Handelns in der Bundesrepublik Bestandteil der politischen Ordnung und die Quelle einer Eigeninitiative ist, die die wesentlichen Leistungen des staatlichen wirtschaftlichen Wiederaufbaus in der Bundesrepublik mitgetragen hat. Gleichzeitig aber fördern kommunale Planungshoheit und föderalistischer Staatsaufbau die Tendenz zur Konkurrenz um Bevölkerungswachstum, Wirtschaftspotential und Infrastrukturausstattung. Bei dieser raumwirtschaftlichen Lokalkonkurrenz wurden und werden oft bestehende Umweltschutzgesetze nicht beachtet. So schöpfen öffentliche Stellen zum Teil sogar zwingende gesetzliche Vorschriften nicht aus, weil sie nicht genügend Fachleute haben oder den Zielkonflikt zwischen Wirtschaftsförderung und Umweltschutz zugunsten der Industrieansiedlung lösen. Auch spielen hier politische und persönliche Rücksichtnahmen eine Rolle. Es muß aber sichergestellt sein, daß bei Zielkonflikten dem Umweltschutz dann Vorrang einzuräumen ist, wenn eine "wesentliche Beeinträchtigung der Lebensverhältnisse droht oder die langfristige Sicherung der Lebensgrundlagen der Bevölkerung gefährdet ist" (Entschließung der Ministerkonferenz für Raumordnung, 1972, S. 34).

Für die dazu notwendige Regionalisierung der räumlichen Ziele einer Umweltschutzplanung vor allem durch Regionalpläne fehlen aber ausreichende Aussagen über den Stand der Gefährdung und über die räumliche Verteilung der unterschiedlichen Umweltbelastungen. So lassen sich Überlagerungen und Zielkonflikte mehrerer vorgesehener Nutzungen nicht rechtzeitig erkennen und bereits im Stadium der Planung ausräumen. Im Rahmen einer räumlichen Gesamtplanung sind deswegen vor allem ökologische Wirkungsanalysen unerlässlich (s. 4.1). Sie sollten Teil einer Flächennutzungsbilanzierung sein, die Aussagen macht über den Stand der Nutzung und Belastung der Landschaft, über den Bedarf an Flächen für die verschiedenen Nutzungsansprüche und über die Nachfragestrukturen sowie über die Zusammenhänge der entwicklungsbestimmenden Faktoren. Für eine solche Flächennutzungsbilanzierung fehlen noch

wichtige methodische Voraussetzungen und statistische Daten (v. PAPP, 1973).

534. Es ist nicht sinnvoll, ökologische Wirkungsanalysen im Rahmen einer Flächennutzungsbilanzierung über den Weg einer Umweltverträglichkeitsprüfung (siehe 5.4) erreichen zu wollen, weil diese nur als ein Reflex auf Planungs- und sonstige Initiativen, also reaktiv wirkt. Es kommt vielmehr darauf an, diesen Zweck in der räumlichen Gesamtplanung, also etwa im Zusammenwirken zwischen Raumplanung und Landschaftsplanung bereits im Zielfindungsprozeß im Wege koordinierter Gesamtplanung zu erreichen. Zu den dringenden Aufgaben im Sinne einer Effektuierung von Zielen des Umweltschutzes mit Mitteln der Raumordnung gehört daher die Intensivierung der Grundlagenforschung vor allem im Bereich einer planungsorientierten Flächennutzungsbilanz durch Bund und Länder und die dadurch ermöglichte Regionalisierung dieser Ziele.

4.2.3 Umweltschutz in der Stadtentwicklungsplanung

535. Ähnlich wie bei der Raumordnung ist auch bei der Stadtentwicklung kein umfassendes Leitbild vorhanden, in dem die Ziele des Umweltschutzes mit entsprechender Priorität eingebaut sind. Auch hier fehlt es an ausreichenden sozialen Indikatoren, die eine Einordnung und Bewertung dieser Ziele etwa durch vergleichbare statistische Meßziffern ermöglichen könnten.

Sicherlich bleibt dabei zu berücksichtigen, daß das Phänomen Stadt mit all seinen Wirkungszusammenhängen nicht erfaßbar ist. Die Stadt stellt heute nicht mehr ein selbständiges, geschlossenes System als Lebenskreis ihrer Bürger dar; die zunehmenden sozialen Verflechtungen haben diesen Lebenskreis durchbrochen. Auch gibt es kein Leitbild für die Stadt, das an allen Orten und zu allen Zeiten gültig sein könnte. Dennoch muß aber eine auf die Entwicklung der einzelnen Stadt jeweils abgestellte koordinierte Stadtentwicklungsplanung über Grundlagen verfügen, die es heute noch nicht ausreichend gibt. Auch für die einzelne Stadt fehlen Aussagen über den Stand der Gefährdung aus der Umweltbelastung insgesamt, über ihre synergetischen Wirkungen, über sozialpsychologische Belastungen, über örtliche Belastbarkeitsgrenzen. Nach welchen Kriterien soll eine neue Zuordnung der Funktion Wohnen, Arbeiten, Freizeit, Verkehr erfolgen? Wie sollen im Interesse eines urbanen Wohnens diese Funktionen gemischt werden?

536. Auch für die Stadtentwicklungsplanung muß man daher das Fehlen wichtiger methodischer Voraussetzungen, eine unzureichende Datenbasis und den Mangel an Indikatoren für eine optimale Zuordnung der Lebensfunktionen unter Beachtung der Notwendigkeiten des Umweltschutzes feststellen. Soweit Analysen und Erkenntnisse über Umweltbelastungen vorliegen, handelt es sich um Teilaspekte; ein Gesamtüberblick ist heute ebensowenig möglich wie die Prognose weiterer Entwicklungen (ABRESS, 1972, S. 12).

Umweltschutz in den Städten vollzieht sich deswegen ebenfalls vor allem durch die Erledigung von detaillierten Einzelfragen, für die es heute technisch-quantifizierbare Regelwerke gibt.

537. Hier schlägt sich die unzureichende Stadtforschung in der Vergangenheit allgemein nieder. Die großen Erkenntnismängel lassen sich zum Teil auch darauf zurückführen, daß soweit Umweltschutzfragen überhaupt in die Forschungsprogramme miteinbezogen wurden, diese Aspekte weitgehend im Rahmen von städtebaulichen Sanierungsmaßnahmen gesehen wurden. Bis zum Vorliegen ausreichender Erkenntnisse, Instrumente und Methoden für die Stadtentwicklungsplanung unter Einbeziehung der Ziele des Umweltschutzes müssen die Kommunen Umweltschutz nach dem Maß ihrer bestehenden Möglichkeiten betreiben. Dabei ist wichtig, daß bei der Aufstellung von Stadtentwicklungszielen in Plänen und Programmen, wie sie zur Zeit in vielen Städten betrieben werden, die Ziele des Umweltschutzes vermehrt miteinbezogen werden. Soweit eine integrierte Stadtentwicklungsplanung noch nicht vorhanden ist, müssen die Kommunen wie bisher die einzelnen Bereiche der Umweltbelastungen isoliert aufgreifen und behandeln. Dabei kann nicht nachdrücklich genug darauf hingewiesen werden, daß das raumwirtschaftliche Konkurrenzdenken bei der Ansiedlung von Industrie und Bevölkerung manche Kommunen dazu verleitet hat, allzu großzügig mit den bestehenden Regeln über die Emissionsgrenzwerte umzugehen und entsprechende Gesetze oftmals nicht oder nur sehr ungenügend anzuwenden (EWRINGMANN, ZIMMERMANN, 1973). Ändert sich diese Praxis unter dem Druck der Umorientierung gesellschaftlicher Leitbilder, die zunehmend die Verbesserung der Lebensqualität in den Vordergrund stellen, nicht, so müßten die Genehmigungsbehörden mehr als bisher in die Lage versetzt werden, ihre Aufgaben konsequenter als bisher mit Hilfe der bestehenden Gesetze (Bundesbaugesetz, Landesplanungsgesetz, u. dgl.) zu erfüllen, um Umweltschutzziele durchzusetzen. Andernfalls ist zu erwarten, daß die Rechtsprechung auf die Initiative einzelner oder gemeinschaftlich handelnder Bürger vermehrt die notwendigen Korrekturen vornehmen wird.

538. Wesentlich ist vielmehr die rechtzeitige Beteiligung der Bürger an den städtischen Planungen (GÖB, 1974). Diese Bürgerpartizipation ist auch im Bereich der Stadtentwicklungsplanung noch im Experimentierstadium. Sie beschränkt sich im wesentlichen auf eine Fülle von praktizierten Formen verwaltungsexterner Partizipation, die sich im gesetzesfreien Raum abspielt und ihre Grenzen nur im Erfindungsreichtum der Bürger und der Verwaltungskunst der Stadtbürokratie findet. Dagegen ist die verwaltungsinterne Bürgerbeteiligung, bei der über kommunalverfassungsrechtliche Regelungen einer Mitwirkung der Bürger am Planungsprozeß und -entscheid ermöglicht wird, noch weitgehend ungelöst (GÖB, 1974). Daraus entsteht die Gefahr, daß das große Reservoir an Bürgerinteresse und -aktivität gerade im Bereich der umweltbezogenen Stadtplanung in die Zone der Vertretung gruppenbezogener Einzelinteressen abrutscht, die je nach dem Grad der politischen Beeinflussungsmöglichkeiten die Planung, und damit auch die Umweltschutzplanung auf die Dauer mehr hemmen als fördern.

539. Für das Wirksamwerden von Raumordnung und Stadtentwicklungsplanung und damit auch der Umweltschutzplanung im Rahmen dieser räumlichen Gesamtplanungen sind eine Fülle von Rahmenbedingungen maßgebend, die entsprechende gesetzliche oder verwaltungsorganisatorische Maßnahmen des Bundes und der Länder voraussetzen. Besonders auch die Gemeinden sind in vielen Fällen darauf an-

gewiesen, daß überörtliche Behörden entsprechende Umweltschutzmaßnahmen treffen. Zu beachten ist auch, daß wesentliche Probleme vor allem der kommunalen Ver- und Entsorgung über die kommunalen Grenzen hinausreichen und deshalb nur in zwischengemeindlichen oder über-gemeindlichen Organisationsformen zu lösen sind.

540. Zu sehen ist auch, daß ein räumlicher Ausgleich im Sinne einer umfassenden Umweltschutzplanung ebenso wie eine städtische Umweltschutzpolitik von wichtigen finanzpolitischen Entscheidungen abhängt. Ein System räumlich-funktionaler Nutzungsteilung, das einzelnen Räumen bestimmte Vorrangfunktionen zuweist (z. B. land- und forstwirtschaftliche Produktionsfunktion, wasserwirtschaftliche Funktionen, flächenextensive Freizeit-/Erholungsfunktionen, regenerative oder ökologische Ausgleichsfunktion und Entwicklung von Naturlandschaften), die einzeln oder meistens in einer Funktionskombination auftreten können, setzt die Möglichkeit von Nutzungsbeschränkungen und Begrenzungen des Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstums in den betroffenen Gebieten voraus. Hier besteht die Notwendigkeit eines finanziellen Ausgleiches, die von den derzeitigen Finanzausgleichsregelungen zwischen Staat und Gemeinden nicht geleistet werden, solange hauptsächlich Steuerkraft und Einwohnerzahl die Ausgleichskriterien bilden. Es wird in Zukunft notwendig sein, die Funktionen des Raumes für die Bemessung der Zuweisungen zugrunde zu legen (siehe auch 4.1).

541. Die Umweltstörungen durch menschliche Eingriffe in die natürliche Umwelt werden erst durch die räumliche Anhäufung dieser Eingriffe zum besonderen Problem. Die Umweltbelastungen wachsen daher im Verhältnis zur Dichte der Bevölkerung. Diese Erkenntnis hat im Zusammenhang mit der Diskussion um die Überlastung der ständig wachsenden Verdichtungsräume auch die Erörterung der Frage ausgelöst, ob und wie städtisches Wachstum an Bevölkerung und Arbeitsplätzen im Einzelfall bei übermäßiger Ballung zu beschränken sei. Diese Frage muß dahin eingegrenzt werden, daß nicht die Verdichtung der Siedlungsstruktur als räumliches Gliederungsprinzip in Zweifel gezogen werden soll. Dieses Prinzip ist ja gerade wegen der Möglichkeit, die Infrastrukturausstattung zu bündeln und damit das Ausmaß an Schadstoffbelastungen durch Ausnutzung der ökonomischen Vorteile des Großbetriebes rational zu vermindern, bei den Leitvorstellungen für eine zukünftige Raum- und Siedlungsstruktur besonders herausgestellt worden. Es geht vielmehr darum, das weitere Wachstum einiger bereits überlasteter Ballungsräume dann zu bremsen, wenn der Nutzen der Verdichtung in sein Gegenteil umschlägt. Es wird also notwendig sein, die großen, überlasteten Verdichtungsgebiete im Wachstum an Bevölkerung und Arbeitsplätzen zu begrenzen, weil die lokal und regional wirkenden Umweltschäden hier spezifische Höchstwerte mit einer bei weiterem Wachstum überproportional steigenden Tendenz erreichen¹⁾.

542. In bereits überlasteten Verdichtungsräumen kann schon jetzt ein weiteres Wachstum nicht mehr befürwortet werden. Zu Recht mehren sich die Stimmen, die deswegen Steuerungsmaßnahmen der Gesellschaft fordern, wie z. B. die Investitionslenkung als marktkonformes Mittel der Strukturpolitik (Hessischer Beirat für Umwelt, Tätigkeitsbericht 1971 – 73, S. 18). Ein von der Wirtschaftsminister-

konferenz im Dezember 1971 eingesetzter Arbeitskreis zur Behandlung des Themas "Strukturpolitik und Umweltschutz" kommt zu dem Ergebnis, daß die Gewährung öffentlicher Finanzierungshilfen, die eine weitere Verdichtung in bereits überlasteten Verdichtungsräumen zur Folge hatten, auf Ausnahmen beschränkt bleiben und nur dann gewährt werden sollten, wenn das Ansiedlungsvorhaben zu einer wesentlichen Verbesserung der Wirtschaftsstruktur unbedingt erforderlich ist oder wenn es gilt, in den industriellen Problemgebieten im Zuge des Strukturwandels freigesetzten Arbeitskräften neue Arbeitsplätze zu beschaffen (Schlußbericht des Arbeitskreises, S. 7). Der Entwurf des Bundesraumordnungsprogramms sieht für die räumliche Steuerung vor, daß Verdichtungen, die sich der kritischen Grenze der Umweltbelastung nähern, in ihrem Wachstum an Bevölkerung und Arbeitsplätzen verlangsamt, notfalls zunächst einmal gestoppt werden müssen (VOGEL, 1974 S. 42). Auch die Ministerkonferenz für Raumordnung erklärt ebenfalls in ihrer Entschliebung, daß in Gebieten, in denen unzumutbare Umweltbedingungen nicht verbessert oder vermieden werden können, Nutzungsbeschränkungen und Begrenzungen des Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstums in Kauf genommen werden müssen (Ministerkonferenz für Raumordnung, Denkschrift, 1974, S. 34).

4.3 Energiewirtschaftliche Aspekte

4.3.1 Zukünftige Entwicklung des Energieverbrauchs in der Bundesrepublik Deutschland

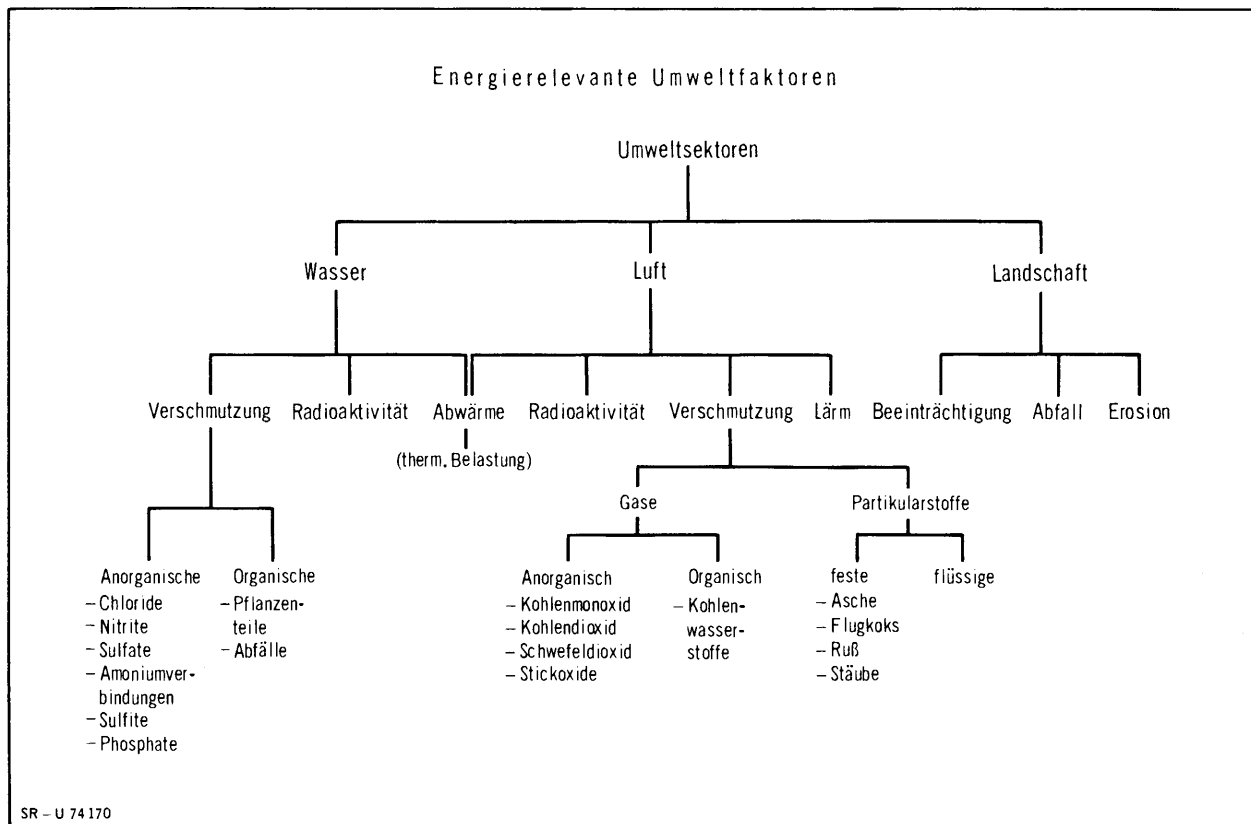
543. Die Berührungspunkte zwischen Energiewirtschaft und Umwelt ergeben sich aus einer Analyse der Entwicklung des Energieverbrauchs und seiner Struktur. Dabei muß mit Nachdruck darauf hingewiesen werden, daß die zukünftige energiewirtschaftliche Entwicklung in hohem Maße unbestimmt ist. Es wird daher zwar die zuletzt veröffentlichte Vorausschätzung vorgelegt, diese dann aber angesichts der inzwischen eingetretenen Entwicklungen auf dem Energiemarkt infrage gestellt. Es zeigt sich, daß eine Vielzahl von in ihrer Wirkung noch kaum abschätzbaren Einflußgrößen wirksam werden können, die in einer erweiterten Analyse zu berücksichtigen wären. Die Spannweite möglicher Entwicklungen sei beispielhaft an zwei Entwicklungsvarianten aufgezeigt.

544. Die Umweltbeeinträchtigungen bei Gewinnung, Umwandlung und Endverbrauch sind in Abb. 1 katalogisiert. Es handelt sich nicht um eine vollständige Auflistung aller Umweltbelastungen; vielmehr sind nur die energiewirtschaftlich relevanten Umweltsektoren dargestellt.

Wie bereits betont, ist eine Bewertung der verschiedenen Umweltbelastungsarten äußerst schwierig: Ist z. B. die Belastung des Wassers mit Schmutz besser oder schlechter zu bewerten als Abfälle in der Landschaft? Über die hiermit aufgeworfenen Probleme der individuell unterschiedlichen Bewertung einzelner Aspekte hinaus sind die medizinisch-physikalisch-biologischen Folgen nur in wenigen Fällen genau bekannt; auch die langfristigen und synergistischen

¹⁾ Der Hessische Beirat für Umwelt, im Tätigkeitsbericht 1971 – 73, S. 18

Abb. 1



SR - U 74 170

Wirkungen von Emissionen und Immissionen sind noch wenig erforscht. Dadurch wird eine diese Faktoren berücksichtigende ökonomische Bewertung, die darüber hinaus noch weitere Probleme aufwirft, stark eingeschränkt. Art und Ausmaß der Umweltwirkungen durch die Energiewirtschaft hängen vom Verbrauchsniveau, der Energieträgerstruktur, den Umwandlungsverfahren und der Technologie zur Vermeidung von Umweltschäden ab.

545. Die wirtschaftliche Entwicklung der Bundesrepublik war seit dem 2. Weltkrieg von einem starken Anstieg des Energieverbrauchs begleitet. Der Primärenergieverbrauch stieg von 135,5 Mill. t SKE im Jahre 1950 bis 1972 mit einer

durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von rd. 4,5% auf 354 Mill. t SKE an. Gleichzeitig vollzog sich ein durchgreifender Strukturwandel. Die Steinkohle — in der Bundesrepublik Deutschland wie in allen Industrienationen die wichtigste energiewirtschaftliche Basis des Industrialisierungsprozesses — wurde aus ihrer dominierenden Stellung durch das Auftreten anderer kostengünstigerer Energieträger — insbesondere das Mineralöl und seine Produkte — ergänzt und ersetzt. Mit dem Auftreten "neuer" Energieträger — wie Erdgas und Kernenergie — zeichnen sich für die Zukunft weitergehende Substitutionsvorgänge ab. Wäre diese Entwicklung weiter so verlaufen, so zeigte sich für Vergangenheit und Zukunft folgendes Bild:

Tab. 1: Entwicklung des Primärenergieverbrauchs der Bundesrepublik Deutschland nach Energieträgern

Energieträger	1950		1972		1985	
	Mill. t SKE	%	Mill. t SKE	%	Mill. t SKE	%
Mineralöl	6,3	5	196	55	330	54
Steinkohle	98,7	73	83	23	50	8
Braunkohle	20,7	15	31	9	38	6
Naturgase	0,1	—	30	9	92	15
Kernenergie	—	—	3	1	88	15
Sonst. Energieträger	9,7	7	11	3	12	2
Insgesamt	135,5	100	354	100	610	100

Quelle: Die voraussichtl. Entwicklung des Energieverbrauchs in der Bundesrepublik Deutschland bis 1985, Gemeinschaftsgutachten der Institute: Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Berlin, Energiewirtschaftliches Institut der Universität Köln, Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung, Essen 1973;

546. Der bemerkenswerteste Aspekt dieser im Frühjahr 1973 vorgelegten Prognose ist der weiterhin dominierende Beitrag des Mineralöls zur Deckung des Primärenergieverbrauchs der Bundesrepublik Deutschland bei weiterhin rückläufiger Entwicklung der Steinkohle. Erdgas und Kernenergie vermögen danach zwar mit hohen Zuwachsraten wachsende Beiträge zur Deckung des Energieverbrauchs zu erbringen, ihr gemeinsamer Anteil wird jedoch Mitte der 80er Jahre erst weniger als 1/3 betragen. Die mit dem hohen Mineralölverbrauch einhergehende Importabhängigkeit der Bundesrepublik Deutschland bleibt daher bestehen.

547. Im Umwandlungsbereich kommt der Entwicklung des Strombedarfs erhöhte Aufmerksamkeit zu. Der Stromverbrauch in der Bundesrepublik Deutschland belief sich im Jahre 1950 auf 45,3 Mrd. kWh, 1972 auf 286 Mrd. kWh. Für das Jahr 1985 wird ein Stromverbrauch um 600 Mrd. kWh erwartet. Aufgrund der Steigerungsraten des Elektrizitätsverbrauchs in Höhe von 6–7%/a, die auch in Zukunft deutlich über den Zuwachsraten des gesamten Energieverbrauchs liegen dürften, wird der Anteil des Stromsektors am Primärenergieverbrauch von gegenwärtig 26% auf über 30% bis zum Jahre 1985 steigen¹⁾.

¹⁾ Der Anteil würde noch größer, wenn der hier unterstellte Rückgang des spezifischen Verbrauchs von gegenwärtig 332 g SKE/kWh auf 300 g SKE/kWh nicht realisiert werden könnte.

Die Bedeutung anderer Umwandlungsverfahren im Rahmen der zukünftigen Energieversorgung läßt sich gegenwärtig kaum beurteilen (wie z.B. die Kohlevergasung oder die Müllverbrennung).

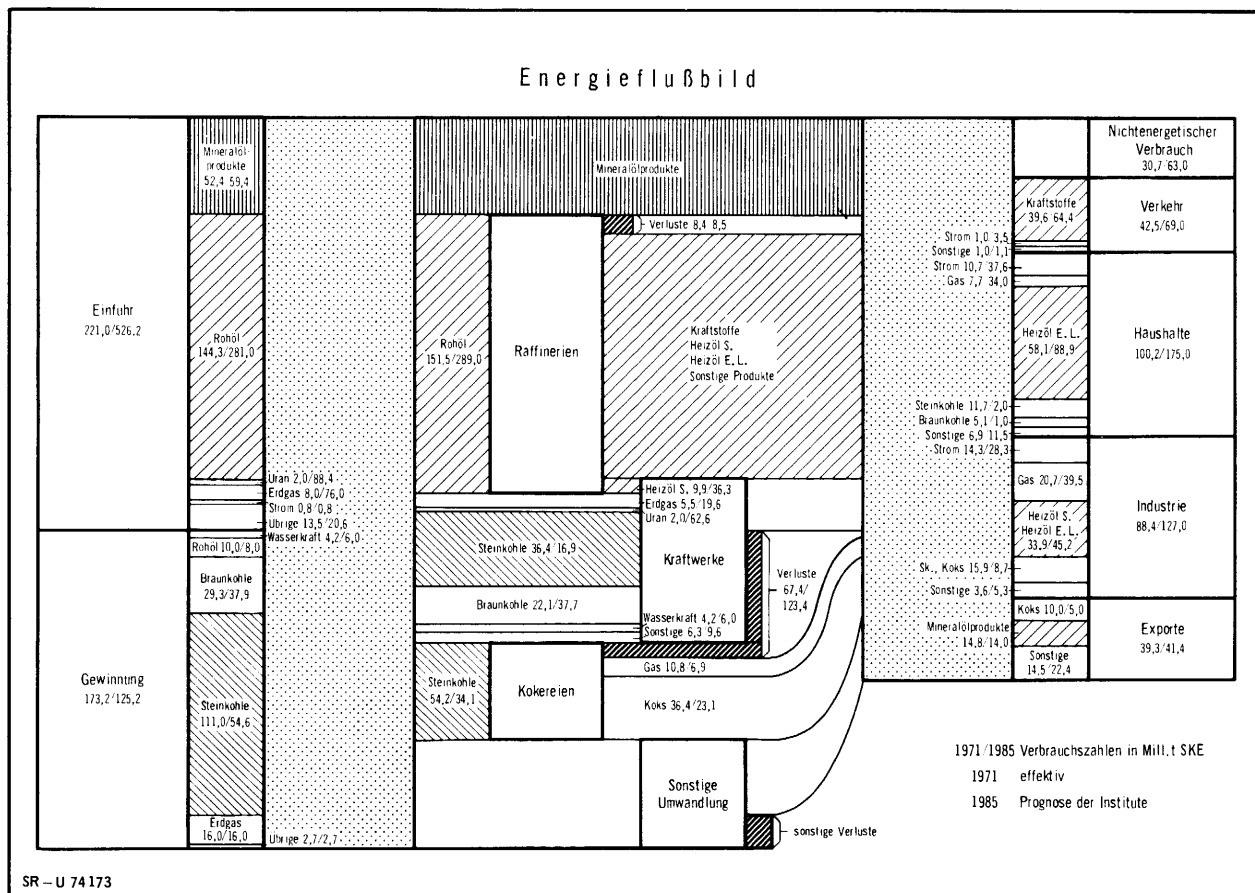
548. Die Entwicklung in den einzelnen Verbrauchssektoren ist gekennzeichnet von einem Wachstum des Haushalts- und Kleinverbrauchs von 1972 mit 43% des Endenergieverbrauchs auf 47% in 1985. Demgegenüber sinkt der Anteil der Industrie von 38% auf 34%. Der Anteil des Verkehrssektors wird bis 1985 als relativ konstant prognostiziert.

549. Die zuletzt veröffentlichte Prognose konnte allerdings (Anfang 1973) noch nicht inzwischen eingetretene Entwicklungen berücksichtigen:

(1) Das im Sommer 1973 veröffentlichte Energieprogramm der Bundesregierung fordert einen höheren Beitrag der Steinkohle. Hiernach wäre der Anteil des Mineralöls entsprechend zu reduzieren. Eine Fortschreibung des von der Bundesregierung für 1980 ins Auge gefaßten Steinkohlenabsatzes bis 1985 würde bedeuten, daß auf das Mineralöl zu diesem Zeitpunkt etwa 300 Mill. t SKE entfielen (statt 330), auf die Steinkohle 80 Mill. t SKE (statt 50).

(2) Weitaus stärker stellt die ab Herbst 1973 einsetzende Ölpolitik der OPEC die Grundannahmen dieser Prognose in Frage:

Abb. 2



- Wachstum des Bruttosozialproduktes bis 1985 mit jährlichen Raten von über 4,5%
- eine kontinuierliche Entwicklung der Industriestruktur
- Verfügbarkeit über ausreichende Mengen an Energieträgern
- Konstanz der Preisrelationen zwischen den wichtigsten Energieträgern
- relative Konstanz der Energiepreise im Verhältnis zu den übrigen Preisen.

550. Es ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht möglich, die endgültigen Auswirkungen der Entwicklung der letzten Monate auf die Energiewirtschaft der Bundesrepublik Deutschland zu erfassen. Hierzu bedürfte es umfangreichere Kenntnisse:

1. Welche Ölmengen stehen in welchen Qualitäten für die Energieversorgung der Bundesrepublik Deutschland zur Verfügung?
2. Welche Preise sind für Rohöl bis Mitte der 80er Jahre zu erwarten?
3. Wie wirken steigende Rohölpreise auf die Preise der einzelnen Raffinerieprodukte?
4. Welche Auswirkungen gehen von steigenden Preisen für Mineralölprodukte auf die Preise der übrigen Energieträger aus?
5. Welche Wirkungen auf das Mengenangebot sind von steigenden Preisen zu verzeichnen?
6. Wie wirken steigende Preise der Energieträger auf die Nachfrage nach einzelnen Energieträgern oder die Nachfrage nach Energie insgesamt?

Angesichts der hiermit sichtbar werdenden Vielfalt der Aspekte und Komplexität der Zusammenhänge ist heute eine Aussage über die mutmaßliche Entwicklung von Höhe und Struktur des Energieverbrauchs bis 1985 nur unter bestimmten, stark vereinfachenden Annahmen möglich.

551. Zu 1.

Angesichts der bekannten, aufgeschlossenen sowie der vermutlich insgesamt auffindbaren Reserven an Kohlenwasserstoffen besteht bis Mitte der achtziger Jahre kein Problem einer physischen Erschöpfung, jedoch der Verfügbarkeit für die Bundesrepublik Deutschland.

Diese Versorgungsprobleme haben sich z. Z. durch die Ankündigung der Förderstaaten, zum Jahresanfang 1974 die Förderung nicht — wie ursprünglich angedroht — weiter einzuschränken, sondern sogar die Förderreduzierung teilweise zu lockern, entschärft. Danach wäre damit zu rechnen, daß ab Februar etwa 10% der geplanten Fördermenge nicht zur Verfügung stehen. Diese Lieferkürzung kann z. Z. durch die Nutzung gegebener Substitutionsmöglichkeiten sowie gewisse Einsparungen neutralisiert werden. Längerfristig jedoch würde z. B. das Einfrieren der Fördermenge auf heutigem Niveau bedeuten, daß unter der Annahme des bisher unterstellten Anstiegs des Ölverbrauchs wie des gesamten Energieverbrauchs eine wach-

sende Versorgungslücke in der Bundesrepublik Deutschland entstünde (1985: rd. 100 Mill. t SKE = 1/3 des geschätzten Ölverbrauchs, 1/6 des Gesamtverbrauchs an Energie), die durch andere Energieträger geschlossen werden müßte. In diesem Falle würde aber auch eine weltweite Nachfrage nach diesen "Ersatz"-Energieträgern einsetzen. Damit liegen so extreme Annahmen im Bereich des Möglichen, wie:

- der Energiebedarf kann mengenmäßig auch bei der gegebenen Struktur voll befriedigt werden,
- es entstehen Versorgungsengpässe, die bei gegebener Struktur das zukünftige Wachstumspotential der Bundesrepublik Deutschland einengen oder ein strukturell verändertes Wachstum erforderlich machen.

552. Zu 2.

In den Mittelpunkt der aktuellen Diskussion sind die Probleme steigender Rohölpreise getreten, nachdem die Förderstaaten in einem kartellartigen Vorgehen diese drastisch erhöht haben, und zwar auf ein Niveau, das vor wenigen Monaten erst für Mitte der 80er Jahre erwartet worden war. Es ist nicht möglich, die weitere Preisentwicklung abzuschätzen. Der preispolitische Spielraum ist außerordentlich groß. Er reicht von den Grenzkosten der Ölförderung (z. Z. rd. 3,- bis 4,- DM/t) bis zu den Grenznutzen der Ölverbraucher, die zwar nicht bekannt, jedoch noch oberhalb des nunmehr erreichten Niveaus liegen dürften. Auf lange Sicht spielen die Kosten und Preise von Substitutionsenergieträgern eine entscheidende Rolle. Es sei hinzugefügt, daß eine von Seiten der Förderstaaten in letzter Zeit häufig geforderte Bindung der Rohölpreise an die Preise für Industriegüter zu einer Parallelentwicklung von Ölpreisen und Inflationsraten in den Verbraucherländern führen würde. Auch dies trägt zur Ungewißheit über die zukünftige Rohölpreisentwicklung bei.

553. Zu 3.

Rohölpreise gehen nur als ein Kostenfaktor in die Preise für Mineralölprodukte ein. Daneben sind die Kosten des Transports, der Verarbeitung, des Vertriebs wie die Verbrauchsteuern von nicht zu unterschätzender Bedeutung. Inwieweit sich Rohölpreissteigerungen in Preissteigerungen für die einzelnen Produkte niederschlagen, ist zudem deshalb ungewiß, weil es sich bei der Refineration um einen Kuppelproduktionsprozeß handelt, bei dem die Preise der einzelnen Produkte von der Kostenseite her unbestimmt sind, so daß die Preisgestaltung der einzelnen Produkte weitgehend von den Marktverhältnissen abhängt.

554. Zu 4.

Angesichts der Interdependenz der einzelnen Energiemärkte muß davon ausgegangen werden, daß Preissteigerungen für Mineralöl bzw. (einzelne) Mineralölprodukte in vielen Fällen Auswirkungen auf die Preise anderer Energieträger haben. So sind die Verbraucherpreise für Erdgas in der Regel direkt an die Preise für schweres Heizöl über entsprechende Preisleitklauseln gekoppelt. Von hohen Preissteigerungen im Mineralölbereich können aber auch — insbesondere bei der Aussicht auf relativ konstante Grenzkosten und damit hohe Gewinnerwartungen bei den übrigen Energieträgern — Signalwirkungen ausgehen, die entsprechende Investitionen anregen und zu einer Ausweitung des Angebotes führen. Diese Entwicklung könnte sogar die Preisentwicklung für Mineralöl langfristig nach oben begrenzen.

555. Zu 5.

Die von den Förderstaaten durchgesetzten Preissteigerungen für Rohöl lassen neben dem Einsatz zusätzlicher Sekundärfördermethoden verstärkte Bemühungen zur Erschließung von Rohölvorkommen in anderen Teilen der Welt erwarten. Dieser Prozeß ist z. Z. bereits im Gange und wird von einzelnen Ländern auch durch staatliche Maßnahmen gestützt. Hierbei ist von besonderer Bedeutung, daß durch das inzwischen erreichte Preisniveau auch schon bekannte, bisher allerdings unwirtschaftliche, sehr große Vorkommen (Teersände, Ölschiefer) für eine Ausbeutung in Frage kommen und das wirtschaftliche interessante Potential sprunghaft erhöht wird. Sofern die Nutzung dieser Vorkommen nicht unmittelbar für die Bundesrepublik Deutschland infrage kommt, kann doch über eine entsprechende Entlastung des Weltmarktes auch für die Bundesrepublik eine relative Verbesserung der Versorgung die Folge sein. Steigende Preise für Mineralöl verbessern aber auch die Wettbewerbssituation der Konkurrenzenergeträger; über steigende Gewinnerwartungen können Erweiterungsinvestitionen mit einer Ausweitung des Angebotes erfolgen. Dies ist insbesondere dort zu erwarten, wo relativ konstante Grenzkosten vorliegen, was für Kernenergie und Steinkohle in weltweitem Maßstab der Fall sein dürfte. Diese Anpassungsprozesse erfordern allerdings Zeit (Kapazitätsengpässe), so daß eine maßgebliche Entlastung erst auf längere Sicht zu erwarten ist.

556. Zu 6.

Es muß davon ausgegangen werden, daß auf lange Sicht nahezu alle Energieträger untereinander ersetzt werden können. Von stark unterschiedlichen Preisentwicklungen für einzelne Energieträger sind daher entsprechende Umschichtungsprozesse zu erwarten. Diese vollziehen sich jedoch kaum bruchartig, da dem die Kosten für die Wandleraggregate, die Beurteilung der jeweiligen Preisentwicklung sowie Verfügbarkeitsprobleme entgegenstehen. Steigende Energieträgerpreise können daneben aber auch bei Überschreiten bestimmter Grenzen eine teilweise Substitution der Energie durch Kapital nahelegen (z. B. bessere Isolierung, Wirkungsgradverbesserung) und damit den Verbrauch und die Nachfrage nach einzelnen Energieträgern verringern. In diesen Zusammenhang gehören diejenigen Wirkungen, die vom energiesparenden technischen Fortschritt ausgehen.

Schließlich ist zu berücksichtigen, daß steigende Preise für bestimmte Energieträger — insbesondere bei geringer Substitutionselastizität — zu Kostensteigerungen für einzelne mit ihrer Hilfe produzierte Güter führen können. Sofern die verteuerten Güter auf eine elastische Nachfrage treffen — die Verbraucher ändern ihr Konsumverhalten — werden Rückwirkungen auf die Nachfrage nach den Energieträgern eintreten, die zur Produktion eben dieser offensichtlich nicht mehr absetzbaren Güter eingesetzt worden sind. Beziehen sich die Preissteigerungen auf alle Energieträger, so sind entsprechende Verhaltensweisen vorstellbar.

Sie werden tendenziell verstärkt, wenn sich zusätzlich Unterschiede im internationalen Energiepreinsniveau einstellen sollten. Dies wäre z. B. vorstellbar, wenn energieintensive Prozesse sowie energieintensiver Konsum im Inland durch bestimmte Auflagen belastet würden (z. B. aus Gründen des Umweltschutzes oder der Sicherung der Versorgung) oder

mittels eines bewußten Einsatzes des Energiepreises (Preisdiskriminierung) einzelner Länder — z. B. die Ölförderstaaten — Industrialisierungspolitik betreiben würden.

557. Alle diese Wirkungen steigender Energieträgerpreise mit partiell sicherlich erheblichen umweltpolitischen Auswirkungen sind z. Z. jedoch nicht quantifizierbar, da die einzelnen Elastizitätskoeffizienten unbekannt sind. Sie müßten jedoch in einer heute zu erstellenden Prognose der energiewirtschaftlichen Entwicklung in der Bundesrepublik Deutschland Berücksichtigung finden. Eine besondere Problematik besteht dabei noch darin, daß die Verhältnisse in der Bundesrepublik nicht isoliert betrachtet werden dürfen, da die deutsche Energieversorgung in hohem Maße in den Weltmarkt integriert ist. Die Spannweite der möglichen Prognoseergebnisse wird deutlich, wenn man berücksichtigt, daß immerhin so unterschiedliche Entwicklungen vorausgeschätzt werden können, wie im folgenden beispielhaft skizziert:

558. Variante A

— entspricht einer mehr optimistischen Einschätzung der energiewirtschaftlichen Entwicklung.

Es werden keine Versorgungsengpässe erwartet, da die aufgeschlossenen Ölvorkommen für die Versorgung der Verbraucherländer zur Verfügung stehen und politisch motivierte Lieferunterbrechungen nicht eintreten. Auch die erforderlichen Investitionen zur Bereitstellung der am Markt nachgefragten Energieträger werden rechtzeitig und in ausreichender Höhe getätigt, zumal die inzwischen eingetretenen Preissteigerungen für Mineralöl einen entsprechenden Anreiz für den Ölsektor wie für die übrigen Energieträger darstellen. Die Preisentwicklung tritt mit dem erreichten Niveau in eine Phase der Konsolidierung ein. Die Preissteigerung führt lediglich zu einer leichten Dämpfung der Nachfrage (Substitution von Energie durch Kapital: Energieeinsparung). Eine Strukturänderung im gewerblichen Sektor findet dementsprechend nicht statt. Gestiegene Energiepreise werden durch Rationalisierung aufgefangen oder können aufgrund nur begrenzter Elastizität oder noch nicht erreichter Schwellenwerte im Preis weitergegeben werden. Wachstumsverluste treten nicht auf. Der Energieverbrauch im privaten Bereich nimmt — getragen von einer kontinuierlichen Verbesserung des Einkommensniveaus — eine stetige Aufwärtsentwicklung. Umweltschutzmaßnahmen führen lediglich zu einer qualitativen Veränderung der Energiegewinnungs-, Umwandlungs- und Verbrauchsprozesse, nicht aber zu einer spürbaren Beeinträchtigung der Energiewirtschaft. Die hiermit einhergehenden Kostensteigerungen (z. B. für Entschwefelung oder Trockenkühlung) führen zu keiner nachhaltigen Beeinträchtigung der energiewirtschaftlichen Entwicklung. Die Umwandlungsprozesse werden nicht durch restriktive Umweltschutzaufgaben sowie Genehmigungsverzögerungen z. T. unmöglich gemacht.

Diese Variante könnte mit einer leicht modifizierten Prognose umschrieben werden, wie sie von den Instituten im Frühjahr 1973 vorgelegt wurde; dabei würde im einzelnen der Gesamtverbrauch etwas reduziert, der Steinkohleanteil erhöht (Energieprogramm, Freigabe der Importe), der Kernenergie- und Erdgasanstieg verstärkt und der Mineralölbeitrag reduziert:

Primärenergieverbrauch 1985 — Variante A —			Primärenergieverbrauch 1985 — Variante B —		
	Mill. t SKE	in %		Mill. t SKE	in %
Mineralöl	235	41	Mineralöl	190	37
Steinkohle	105	18	Steinkohle	100	19
Braunkohle	40	7	Braunkohle	40	8
Erdgas	95	16	Erdgas	90	17
Kernenergie	95	16	Kernenergie	90	17
Sonstige Energieträger	10	2	Sonstige Energieträger	10	2
Insgesamt	580	100	Insgesamt	520	100

559. Variante B

— entspricht einer mehr pessimistischen Einschätzung der energiewirtschaftlichen Entwicklung.

Es treten im Mineralölbereich Versorgungsprobleme auf, die für die Bundesrepublik Deutschland lediglich zu Lieferungen z. B. in Höhe der Importe des Jahres 1973 führen. Dies entspräche der Annahme, daß die traditionellen Liefergebiete ihre Förderung — wie hin und wieder angekündigt — auf dem Niveau der augenblicklichen Förderung einfrieren und aus den übrigen Fördergebieten entweder zusätzliche Mengen bis 1985 nicht gewonnen werden können oder diese für die Bundesrepublik Deutschland nicht zur Verfügung stünden. Mit dieser Verknappung geht ein hoher Anstieg des Energiepreisniveaus einher, der sich jedoch nicht in einer Ausdehnung des Angebotes oder der Verfügbarkeit für die Bundesrepublik Deutschland niederschlägt, weil das Energieangebot nicht schnell genug angepaßt oder nur zu sehr hohen Grenzkosten ausgedehnt werden kann oder energiepolitischen Maßnahmen der potentiellen Lieferländer den Zugriff zu diesen Energieträgern verwehren (Exportzölle, Exportkontingentierung).

Zusätzliche Erdgasbezüge sind über die kontrahierten Mengen hinaus nicht möglich, sie stehen allerdings zu den vertraglichen Bedingungen zur Verfügung, eine Ausweitung der heimischen Förderung läßt die Reservesituation nicht zu. Auch die Kernenergienutzung kann aufgrund von Kapazitätsengpässen sowie Genehmigungsproblemen nicht über das bisher geplante Maß ausgedehnt werden. Zusätzliche Braunkohle steht aus neuen Tagebauen erst nach 1985 zur Verfügung. Die hohen Preise für Energieträger führen zu einer stärkeren Substitution von Energie durch Kapital (Energieeinsparung), durch Konsumverlagerungen sowie durch daraus folgende Strukturwandlungen im Produktionsbereich, die bis zu einer Produktionsverlagerung energieintensiver Güter ins Ausland reichen können. Ein ähnlicher Effekt der Nachfragereduzierung könnte sich auch durch Maßnahmen ergeben, mit denen aus Umweltschutzgründen die Begrenzung des Energieeinsatzes in unserer Volkswirtschaft erreicht werden soll.

Unterstellen wir weiterhin, daß die Förderung deutscher Steinkohle gegenüber heute nicht wesentlich ausgedehnt werden könnte, so ergäbe sich folgendes Bild der energiewirtschaftlichen Situation in der Bundesrepublik Deutschland im Jahre 1985:

560. Beide Varianten sind aus einer Vielzahl von Konstellationen beispielhaft herausgegriffen; bedenken wir die völlig unterschiedlichen umweltpolitischen Konsequenzen, so wird deutlich, daß für eine langfristige umweltorientierte Energiepolitik unter Berücksichtigung der aufgezeigten Problemzusammenhänge eine fundierte, in sich konsistente Prognose zu erarbeiten ist, die neben dem Primärbereich auch den Umwandlungs- und Endverbrauchsbereich umfassen sollte.

4.3.2 Informationsinstrumente einer umweltorientierten Energiepolitik

561. Neben den prognostischen Problemen steht gleichrangig die Entwicklung eines Informationsinstrumentariums, das die Einsatzschwerpunkte umweltpolitischer Maßnahmen erkennbar macht. Viele der hier behandelten Probleme sind bereits in den Grundbereichen besprochen; eine Gesamtbetrachtung im energiepolitischen Zusammenhang schien dem Rat jedoch an dieser Stelle erforderlich.

Grundlage der Informationsgewinnung kann eine Darstellung bilden, wie sie den Energiebilanzen entspricht, die die einzelnen Energieträger in den Gewinnungs-, Umwandlungs- und Endverbrauchsstufen quantifiziert darstellen. Diese Darstellung ist um die Umweltsektoren Luft, Wasser und Landschaft zu erweitern. Eine solche Gesamtdarstellung bietet einmal Ansätze zum politischen Handeln nach dem Dringlichkeitsgrad des Umweltproblems. Daneben zeigt sie die über die Primärwirkung einer Maßnahme hinausgehenden Sekundär- und synergistischen Folgen und gibt damit die Möglichkeit, Problemverlagerungen von vornherein vorzubeugen. Ein derartiger Gesamtansatz erfordert indessen noch umfangreiche empirische Informationen über die energiebedingten Schadstoffemissionen. Über diese Globalbetrachtung hinaus wäre eine Regionalisierung sowohl der Energieprognose als auch der Schadstoffemissionen erforderlich, um der Tatsache Rechnung zu tragen, daß die Reinhaltung der Luft in erster Linie ein lokales Problem darstellt.

562. Ein zusätzliches Informationsinstrument für die Entwicklung von Strategien einer umweltorientierten Energiepolitik ist ein energieträgerbezogener Beurteilungskatalog der Umweltwirkungen. Da auch hier sehr unterschiedliche Belastungskategorien tangiert werden, ist lediglich eine or-

Tab. 2: Beurteilungskatalog der Umweltbelastungen nach Energieträgern

		Mineralöle			Steinkohlen		Braunkohlen		Gase		Strom auf Erzeugungsbasis				
		Heiz- öl/S	Heiz- öl/El	Benzin	Kohle	Koks	Braun- kohle	Braunk. Brikett	Erd- gas ¹⁾	Koks Gas	Heizöl	Stein- kohle	Gas	Atom	Braun- kohle
	Endenergie- verbrauch ¹⁾ 1971 in Mill t SKE	25,3	66,9	26,3	9,5	16,8	0,5	5,3	14,9	7,0	26,0				
GEWINNUNG	Wasser Landschaft				2 1		1 2								
UMWANDLUNG I	Wasser Luft Landschaft Vorbelastung	2 3	2 3	2 3	2	3 1 3		1 1 3		3 1 3					
UMWANDLUNG II	Wasser Luft Abwärme Landschaft Radioaktivität										0 4 2 1	0 6 2 1	0 1 2 1	0 5 3 1	0 2 1
VERTEILUNG LAGERUNG	Wasser Luft Landschaft	1	2	2		2			1	1	3	3	3	3	3
VERBRAUCH	Wasser Luft Abwärme	5 1	1 3 1	4	5 1	4 1		4 2	1 1	1 1	1	1	1	1	1
Gesamte Umweltbelastung nach Energieträgern ²⁾		12	12	11	13	12	—	11	3	10	11	13	8	9	12

¹⁾ Endenergieverbrauch entsprechend der Systematik der Energiebilanzen (Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen): Energieverbrauch ohne den gesamten Umwandlungsbereich (Kraftwerke, Raffinerien, etc.)

²⁾ Beim direkten Einsatz fossiler Brennstoffe für Zwecke des Endverbrauchs hebt sich nur das Erdgas als besonders umweltfreundlich heraus; beim Strom ist zu berücksichtigen, daß es sich um eine besonders hochwertige Energieform handelt.

Quelle: Energiewirtschaftliches Institut an der Universität Köln.

dinale Bewertung möglich, wobei ein Punktsystem — von 0–6 analog dem Benotungssystem — die jeweilige Belastungsintensität aufzeigen und vergleichbar machen kann.

Tabelle 2 zeigt modellartig einen derartigen Beurteilungskatalog; die addierten Punktzahlen spiegeln die "Umweltverträglichkeit" einzelner Energieträger wider. Eine hohe Punktzahl deutet auf eine hohe Umweltbelastung durch den betreffenden Energieträger hin. Werden Maßnahmen ergriffen, so läßt sich der Erfolg dieses Eingriffes an der Verringerung der erreichten Punktzahl ablesen¹⁾. Auch Verlagerungen von Umweltschäden werden hierbei transparent gemacht. Es sei ausdrücklich darauf hingewiesen, daß die ordinale Bewertung der einzelnen Emissionen und Umweltbeeinträchtigungen in den Schaubildern besonders bei intersektorellen Vergleichen sehr problematisch ist. Eine quantitative Betrachtung, die Voraussetzung für eine bessere ökonomische Bewertung ist, scheint gegenwärtig allenfalls für Teilbereiche möglich, in denen bereits hinreichend zuverlässige Emissionsschätzungen vorliegen (siehe insbesondere 3.1.6).

Tabelle 2 verdeutlicht vor allem zweierlei:

- Es liegen beträchtliche Umweltbelastungsunterschiede vor, wenn man die Energieträger bis zur Endverbrauchsstufe als dem eigentlichen volkswirtschaftlichen Zielort der Bedürfnisbefriedigung verfolgt.
- Die relativ hohe Umweltbelastung durch Strom kommt zustande, weil man auch die Umwandlungsstufe erfassen muß, die eine hohe Vorbelastung bestimmter Räume mit sich bringt. Trotzdem ist umweltpolitisch der Einsatz des Stromes lohnend, weil beim Verbrauch praktisch keine Belastungen anfallen.

563. Die dargestellten Instrumente stellen hohe Ansprüche an den Informationsstand; eine umweltorientierte Energiepolitik bedarf der genauen Kenntnis, wo, wie und warum Umweltbelastungen entstehen.

Wie verschiedentlich ausgeführt, stellt die Belastungsgrenze der Umwelt der Grad an Immissionen dar, der zu Schäden an Mensch, Tier, Pflanzen oder Sachgütern führt. Zur Feststellung dieser Grenze müssen gesicherte Kenntnisse über

¹⁾ Die Wirkungen von Maßnahmen, die auf die Substitution von Energieträgern hinauslaufen, werden in dieser spezifischen Betrachtungsweise nicht berücksichtigt.

die Wirkung von Immissionen auf den Menschen, die Natur und die Sachgüter vorliegen. Dabei bereitet es große Schwierigkeiten, die langfristigen Folgeschäden und die Summationswirkungen herauszufinden. Besonders bedeutsam sind hierbei die möglichen Klimawirkungen durch die anthropogene Wärmezuführung. Daneben wären jedoch auch Möglichkeiten zur Messung von Umweltbeeinträchtigungen subjektiver Art zu ermitteln.

564. Für die Entwicklung von Maßnahmen und deren Wirkungsabschätzung sind Immissionen aus Praktikabilitätsgründen ungeeignet, denn eine Zurechnung auf die Verursacher gestaltet sich äußerst schwierig. Um dies zu verbessern, ist es notwendig, die Beziehungskette zwischen Emissionen und Immissionen zu erforschen. Die energiepolitischen Maßnahmen auf dem Umweltsektor müssen angesichts aller unvollkommenen Informationen über die Immissionswirkungen bei den Emissionen ansetzen. Dabei ist es unabdingbar, detaillierte Untersuchungen über die Art, Intensität und Quelle der jeweiligen Emissionen anzustellen; globale Durchschnittsbetrachtungen reichen nicht aus.

Das Beispiel Kraftwerke zeigt, welche zahlreichen Faktoren Art und Intensität der Umweltbelastung — hier bezogen auf den Sektor Luft — beeinflussen. Die Luftverschmutzung durch Schwefeldioxid-Emissionen eines fossil befeuerten Kraftwerks ist abhängig von:

- dem eingesetzten Energieträger und seiner Qualität (chemische Zusammensetzung)
- dem Wirkungsgrad (Energieumwandlungsgrad)
- dem Auslastungsfaktor (Betriebsstunden)
- der Fahrweise
- dem benutzten Rauchgasentschwefelungsverfahren
- der Bauweise, insbesondere Höhe der Schornsteine
- den Klimafaktoren des Standortes

Notwendig ist eine ähnlich detaillierte Bestandsaufnahme für sämtliche Bereiche der Gewinnung, Umwandlung, des Transports und des Verbrauchs nach einzelnen Sektoren und Energieträgern.

5 WIRTSCHAFTLICHE, RECHTLICHE UND PLANERISCHE PROBLEME DER UMWELTPOLITIK

5.1 Umweltpolitische Instrumente

5.1.1 Verursacher- und Gemeinlastprinzip

565. Der Sachverständigenrat hat in seinem ersten Gutachten nicht in jedem untersuchten Bereich die große Palette der umweltpolitischen Instrumente auf ihre Anwendbarkeit prüfen können. Da zudem die Diskussion um die Auswahl dieser Instrumente bisher weitgehend von der technisch einsichtigen und juristisch gewohnten Forderung nach Normen, Ge- und Verboten beherrscht wird, legt er hier einen Überblick über die instrumentellen Möglichkeiten in volkswirtschaftlicher Sicht vor. Diese Betrachtung wird in kommenden Gutachten zur Überprüfung bisheriger Vorstellungen führen; sie soll bis dahin jedoch der politischen Planung bereits Hinweise geben.

566. Ein Überblick über die umweltpolitischen Instrumente kann davon ausgehen, daß Umweltschäden "soziale Zusatzkosten" von Produktion und Konsum darstellen. Alle Instrumente haben die Aufgabe, diese Kosten im weitest möglichen Maße zu "internalisieren", d. h. in die Rechnung eines volkswirtschaftlichen Entscheidungsträgers eingehen zu lassen mit der Folge, daß Umweltschäden künftig nicht mehr entstehen oder vermindert werden. Das dabei nach politischer Entscheidung grundsätzlich anzuwendende Zurechnungsverfahren ist das bereits dargestellte Verursacherprinzip (siehe 2.3.1); eine mit Hilfe der unterschiedlichsten Instrumente durchzuführende Zurechnung der Umweltschäden zu den Kosten der Produktion lenkt die Produktionsfaktoren in der Weise um, daß das Interesse an der Schonung der Umwelt im politisch gewünschten Maße berücksichtigt wird. Die Folge ist eine relative Verteuerung der Umweltleistungen mit dem Ergebnis "umweltentzerrter" betriebswirtschaftlicher Minimalkostenkombinationen. Da sich dieses auch in der Veränderung der relativen Preise niederschlagen wird, führt das Verursacherprinzip zu einer Umlenkung der Kaufkraft von teurer werdenden "umweltbeanspruchenden" Endprodukten zu "umweltfreundlichen" Konsumgütern. Steuerungsinstrument des umweltpolitischen Anpassungsprozesses bleibt dabei grundsätzlich der Markt, den jedoch die Umweltpolitik mit zusätzlichen Entscheidungskriterien versehen hat.

567. Die Grenzen der Anwendbarkeit des Verursacherprinzips liegen einerseits in der Lösung des Identifizierungs-, Bewertungs- und Zurechnungsproblems, andererseits in der politischen Tragbarkeit der bewirkten Preis- und Nachfrageverschiebungen. Wie die Diskussion um das sog. Äquivalenzprinzip in der Finanzwissenschaft deutlich gemacht hat, gibt es bei grundsätzlich möglicher Zurechnung unterschiedliche Grade der Zurechnungsexaktheit; dies äußert sich beispielsweise in der Gebührentheorie in einem Neben-

einander von sog. Wirklichkeits- und Wahrscheinlichkeitsmaßstäben. Analog reicht der Katalog der Instrumente nach dem Verursacherprinzip von der exakten Erfassung einer Emissionsquelle bis zur Umlage grob geschätzter Kosten auf irgendeine regionale Einheit. Ist die Zurechnung jedoch auch nach groben Plausibilitätsüberlegungen nicht möglich, so muß eine Kostenentlastung nach dem "Gemeinlastprinzip" erfolgen. In diesem Falle werden die Kosten über die öffentlichen Haushalte abgegolten mit der weiteren Folge einer Weitergabe dieser Kosten im Besteuerungsprozeß. Eine derartige Anwendung des Gemeinlastprinzips wird beispielsweise überall dort erfolgen müssen, wo Umweltschäden irgendwann in der Vergangenheit von nicht mehr feststellbaren Gruppen verursacht wurden; das gleiche gilt für Gegenwart und Zukunft dort, wo der Verursacher nicht getroffen werden kann (Ausland).

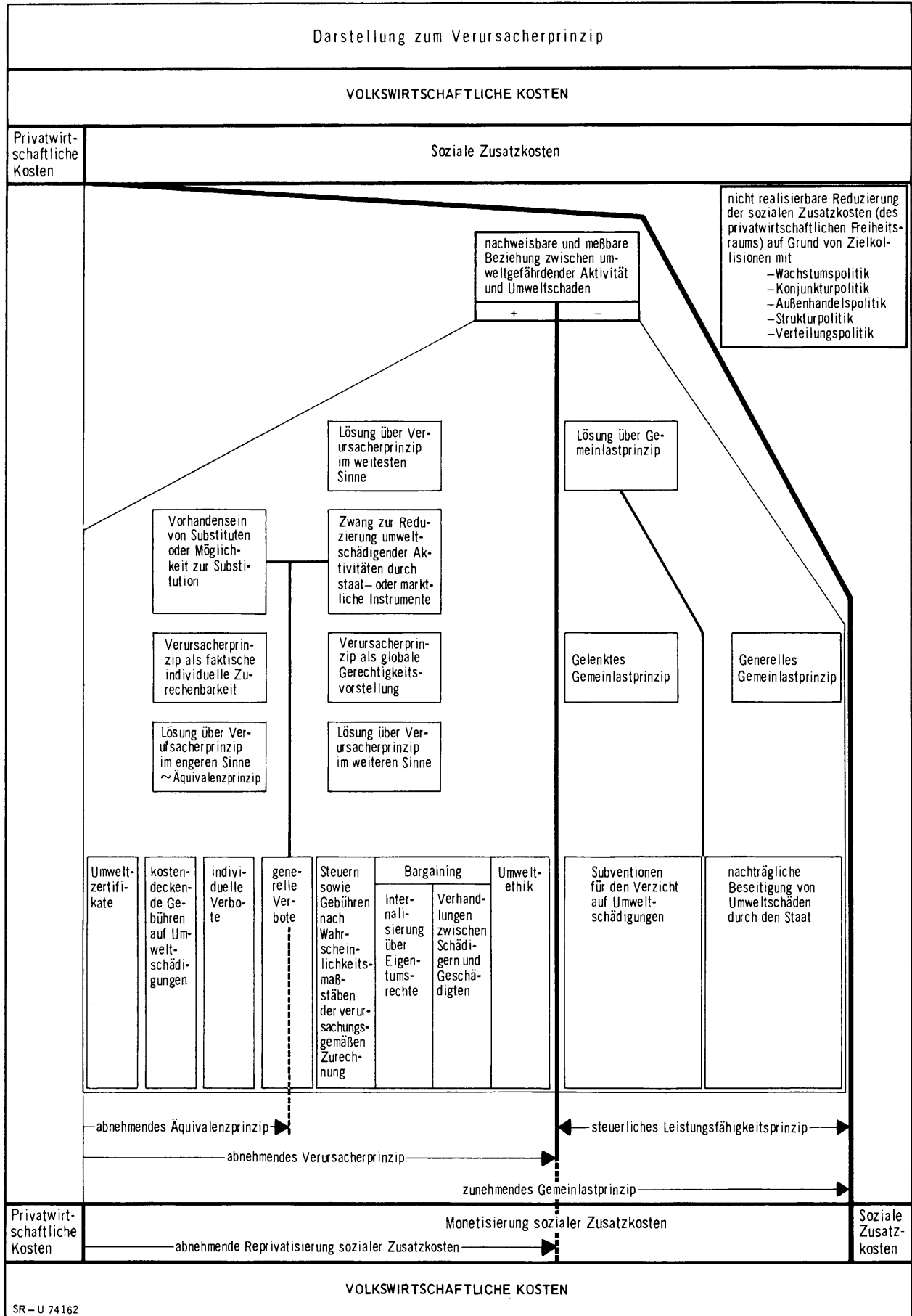
Auch bei einer Anwendung des Gemeinlastprinzips sind im Zuge des Steuerlastverteilungsprozesses relative Preisverschiebungen mit Substitutionswirkungen die Folge, die sich nun jedoch nicht nach den Zielen der Umweltpolitik, sondern nach den vielfach anderen Zielen und Zufälligkeiten der Steuerpolitik richten. Dies gilt wohlgerne auch dann, wenn die Übernahme volkswirtschaftlicher Kosten nach dem Gemeinlastprinzip durch eine zweckgebundene "Umweltsteuer" erfolgt. Ein Übergang zum Verursacherprinzip wäre erst dann gegeben, wenn diese Steuer sich in eine gebührenähnliche Abgabe verwandelt, d. h. in ihrer Höhe und in Objekt und Bemessungsgrundlage an umweltpolitisch relevante Tatbestände anknüpft.

568. Das Gemeinlastprinzip wird ebenfalls dort anzuwenden sein, wo eine Anwendung des Verursacherprinzips zu politisch unerwünschten Zieleinbußen an anderen Stellen führen müßte. Führt beispielsweise eine mittels Auflagen erzwungene Kosteninternalisierung in bestimmten Branchen zu einem Beschäftigungsrisiko, so kann der Staat dies vorübergehend durch Subventionen auffangen. Das gleiche gilt, wenn das Verursacherprinzip zu unerwünschten Verteilungswirkungen im Bereich der privaten Haushalte führt. Subventionen entsprechen daher nicht dem Verursacherprinzip; sie sind in der Lage, als konfliktminderndes Instrument politische Härten zu mildern¹⁾.

569. Dieser Vergleich zwischen Verursacher- und Gemeinlastprinzip zeigt, daß sich beide Instrumentengruppen ergänzen. Eine eindeutige Überlegenheit des Verursacherprinzips besteht dabei dort, wo eine Identifizierung, Bewertung und Zurechnung der Umweltbelastung grundsätzlich möglich ist.

570. Die hier dargestellten instrumentellen Zusammenhänge verdeutlicht das folgende Schaubild.

¹⁾ Dies gilt bei Förderungssubventionen nicht in dieser Schärfe, wenn diese beispielsweise dazu dienen, die einzelwirtschaftlichen und die gesellschaftlichen Kalkulationszeiträume näher aneinanderzurücken (Langfrist-Technologien).



571. Im Rahmen des Verursacherprinzips ergeben sich, gestaffelt nach der Möglichkeit der Zurechnung, folgende Instrumente:

- a) Ausdehnung der Eigentumstitel und Verbesserung der Eigentumsrechte
- b) Umweltnutzungslizenzen
- c) Gebührenlösungen
- d) Umweltsteuern
- e) Umweltauflagen.

5.1.2 Schaffung und Verbesserung von Eigentumsrechten

572. Da alle diese Instrumente mehr oder weniger exakte Internalisierungsversuche darstellen, sei vorweg zur Verdeutlichung des Zusammenhangs auf ein "Instrument" verwiesen, das — unter dem Namen "Coase — Theorem" diskutiert — auf der Annahme beruht, die Wirtschaftssubjekte verhielten sich ohne Zwang auch bei nichtmarktlichen Entscheidungen umwelt rational: D. h. sie versuchen nicht, bestimmte Produktionskosten auf die Umwelt abzuschieben, sie korrigieren vielmehr von sich aus umweltbedingte Fehlleitungen knapper Ressourcen¹⁾. Sieht man sich freilich die Funktionsbedingungen an, so werden die hier zugrundeliegenden rigorosen Annahmen deutlich. Es wird nämlich unterstellt, daß eine Identifikation der Umwelteinwirkungen gelingt, desgleichen der Schädiger und Geschädigten. Hierbei wird eine überschaubare Zahl der Betroffenen vorausgesetzt; außerdem dürfen keine Verhandlungskosten, die vornehmlich Informationskosten sind, existieren. Voraussetzung ist schließlich ein diesem Informationsstand entsprechendes rationales Verhalten der Beteiligten.

Die Schlußfolgerungen des Coase-Theorems muten sicherlich realitätsfern an; gleichwohl erscheint dieser Weg ausbaufähig: Es geht nämlich darum, daß der Staat angesichts der jeweils entstehenden Interventionskosten nicht alle einseitigen Umwelttransfers direkt regulieren sollte. Vielmehr sollte er die Funktionsbedingungen für das Wirksamwerden des Coase-Theorems verbessern, d. h. die in aller Regel schwächere Partei der Umweltgeschädigten stärken. Das kann durch Information, "moral suasion" und Bildungsmaßnahmen geschehen, aber auch durch Ermutigung von "Bürgerinitiativen", lauter Aktivitäten, die darauf hinzielen, die Voraussetzungen für rationales Handeln zu verbessern und die "Transaktionskosten" zu vermindern, zumal die administrativen Kosten gering sind. Die Funktionsbedingungen verbessern sich sicherlich, wenn die Haftung im rechtspolitischen Bereich verschärft wird: Z. B. durch Einführung der Produzentenhaftung, der Gefährdungshaftung usw. was de facto eine Reduzierung der anfallenden Verhandlungskosten bedeutet. Gleichwohl werden hier die Grenzen freiwilligen Umweltwohlverhaltens sichtbar, die insbesondere in den mangelhaften Informationen, aber auch bei fehlenden Sanktionen liegen. Da man sich einem Informationssystem in einer freiheitlichen Gesellschaft immer

entziehen kann, ist ein funktionierender Sanktionsmechanismus der bessere Anknüpfungspunkt.

573. Ein erstes Umweltinstrument, das deutlich in der Nähe des Coase-Falles rangiert und sich von ihm sicherlich nur graduell unterscheidet, ist durch die Ausdehnung der Eigentumstitel auf knappe Umweltgüter gegeben (DOLAN, 1971). Hier wird unterstellt, soziale Zusatzkosten seien die Folge unvollständiger Eigentumstitel an knappen Gütern der Gesellschaft. Um die bereits bekannten Argumente zu wiederholen: Die Wirtschaftssubjekte nutzen die Umweltgüter für ihre ökonomischen Aktivitäten so lange, wie der gestiftete einzelwirtschaftliche Nutzenzuwachs noch positiv ist; es wird dabei übersehen, daß die gesellschaftlichen Kosten dieser Umweltnutzungen ständig zunehmen. Da sich kein Anwalt für die positiven Umwelteffekte bestimmter Qualitäten von Luft und Wasser, von unberührter Landschaft findet, ist das Auseinanderfallen von einzelwirtschaftlichen Umweltnutzungen und volkswirtschaftlichen Umweltkosten zwangsläufig, aus Konkurrenzgründen sogar dem Wirtschaftssystem immanent.

Um die marktwirtschaftlichen Wirtschaftlichkeitsregeln wieder effizient zu machen, könnte man nun erwägen, bestimmte Umweltgüter in privatwirtschaftliches Eigentum zu überführen. Eine derartige Ausdehnung von Eigentumstiteln würde bewirken, daß diese Umweltgüter nicht länger "herrenlos" sind. Eine Eigentumsordnung stellt jenen Sanktionsmechanismus bereit, der ein Abwälzen von Umweltkosten verhindert, da die Umweltleistungen marktmäßig abgegolten würden. Auf diese Weise werden sowohl beim Produktionsfaktoreinsatz als auch in der Endproduktzusammensetzung Umstrukturierungen eingeleitet, da umweltfreundliche Alternativen deswegen begünstigt werden, weil sie weniger Eigentumsrechte tangieren und daher billiger werden.

574. In der Praxis finden sich heute bereits zahlreiche Beispiele, wo die Wirtschaftssubjekte Eigentumstitel an der natürlichen Umwelt erworben haben: Beispielsweise Bodeneigentum, Eigentum an natürlichen Bodenschätzen, an Seeufern, Jagdscheine, Fischpachtrechte, private Tier- und Naturparks etc.; lauter Fälle freilich, in denen das sog. Ausschlußprinzip (MUSGRAVE, 1959) funktioniert, welches besagt, daß derjenige von der Nutzung ausgeschlossen werden kann, der nicht bereit ist, den "Eintrittspreis" zu zahlen. Eine Ausdehnung der Eigentumstitel auf weitere Umweltgüter setzt daher zwei Grundüberlegungen voraus:

- Inwieweit ist das sog. Ausschlußprinzip für Umweltgüter technisch überhaupt anwendbar?
- Welche Kosten entstehen bei der Anwendung des Ausschlußprinzips? Lohnt sich für Einzelwirtschaften die Internalisierung bisheriger Umweltexternalitäten überhaupt, wenn man die möglichen Erlöse¹⁾ (Nutzen) und Kosten miteinander vergleicht?

Eine erste Überlegung zu diesen Kriterien zeigt, daß aus volkswirtschaftlicher Sicht das Potential der Umweltprivatisierung begrenzt ist. Es kommt für eine gesellschaftliche Beurteilung erschwerend hinzu, daß die verteilungspolitischen Konsequenzen bisher noch nicht genügend überblickt werden (SCHÜRMAN, 1973). Immerhin ist in umgekehrter

¹⁾ Vgl. hierzu auch ZERBE (1971): "What I mean ... by the Coase theorem is ... that with rationality and costless transactions all misallocations would be fully corrected through bargaining."

¹⁾ Entscheidend hierfür ist, welche Preis-, Substitutions- und Einkommenselastizitäten für die nachgefragten Umweltleistungen in der Realität vorliegen.

Argumentation der Hinweis wichtig, daß eine Verringerung von Eigentumsrechten, beispielsweise die Öffnung der Wälder, ohne ausreichende Sanktionsmechanismus umweltschädigend wirken kann.

575. Neben dieser Schaffung von Eigentumsrechten steht deren Verbesserung (SCHÜRMAN, 1973). Eigentumsrechtliche Verbesserungen können dabei auf direktem und indirektem Wege rechtspolitisch realisiert werden. Im ersten Fall wird die Position des Geschädigten durch privatrechtliche Regelungen direkt verbessert; im zweiten Fall werden die rechtspolitischen Sanktionen verschärft, wodurch potentielle Umweltschädiger abgeschreckt werden sollen. Die Möglichkeiten dieser eigentumsorientierten Umweltstrategie sind in der folgenden Figur zusammengefaßt.

Verbesserung der Eigentumsrechte

1. Direkte Verbesserungsstrategien:
 - 1.1 Umweltgerechte Interpretation von Ortsüblichkeit und Unzumutbarkeit
 - 1.2 Juristisches Verursacherprinzip
2. Indirekte Verbesserungsstrategien:
 - 2.1 Haftungsstrategien
 - 2.11 Haftung nach dem objektiven Stand der Technik
 - 2.12 Strategie der Produzentenhaftung
 - 2.13 Gefährdungshaftung als marktwirtschaftliches Grundkonzept
 - 2.2 Strategie der Popularklage
 - 2.3 Verschärfung der Sanktionsnormen

Die direkten Verbesserungsstrategien zielen darauf ab, die privatrechtlichen Möglichkeiten des Immissionsschutzes zu erleichtern, insbesondere durch die Regelung der Beweislastentlastung und der Angemessenheit von Ausgleichsforderungen bei Duldungspflicht. Ein Anwendungsfall ist beispielsweise das "juristische Verursacherprinzip" (RABENEICK, 1971) im künftigen Immissionsschutzgesetz. Bei indirektem Vorgehen entsprechen die angeführten verbesserten Haftungsstrategien dem stufenweisen Ausbau des marktwirtschaftlichen Grundprinzips der vollen Haftung und Selbstverantwortung. Die Einführung der "Popularklage" (siehe 5.3.2.1) soll die Voraussetzungen für effiziente privatwirtschaftliche Klageinitiativen eröffnen. Die Verschärfung der Sanktionsnormen in strafrechtlicher Hinsicht ist als präventives Abschreckungsmittel gedacht.

576. Generell nimmt die Strategie der Verbesserung der Eigentumsrechte im umweltpolitischen Instrumentenkasten eine komplementäre Funktion wahr, da auf diese Weise die Erfolgsmöglichkeiten der alternativen wirtschaftspolitischen Umweltlenkungsmaßnahmen verbessert werden. Es kommt hinzu, daß durch eine derartige Dezentralisierung des Umweltschutzes und der Kostenverantwortung gleichzeitig eine unter Umständen politisch schwierig ausgleichbare Machtzusammenballung bei staatlichen Umweltschutzbehörden korrigiert wird.

577. Ein in letzter Zeit insbesondere in den Vereinigten Staaten diskutierter Lösungsansatz ist die Ausgabe und

Versteigerung von Umweltnutzungslizenzen (DALES, 1968) in Abstimmung mit regionalplanerischen Maßnahmen. In der praktischen Umweltpolitik wurde dieses Instrument besonders im Anschluß an den 1971er "Report of the President's Council of Economic Advisers" (LERNER, STEIN, 1971) analysiert. Ausgangspunkt sind hierbei politisch vorgegebene Umweltqualitätstandards. Diese werden mit Hilfe regionaler Ausbreitungsrechnungen (sog. Diffusionsmodelle) in gesellschaftlich noch zulässige Emissionsbelastungen transformiert. Die danach möglichen Umweltnutzungen stellen einen knappen volkswirtschaftlichen Produktionsfaktor dar, den es durch ökonomische Aktivitäten effizient zu nutzen gilt. Zur Erreichung dieses Allokationsoptimums bedient man sich bei der Lizenzstrategie der Marktsteuerung in der Weise, daß die tolerierten Umweltnutzungen in Lizenzen gestückelt und als Eigentumstitel für Umwelleistungen bestimmter Art auf regionalen Umweltbörsen zum Kauf angeboten werden. Da diese Umweltnutzungsrechte knapp sind, werden sich für die einzelnen Lizenzen Preise herausbilden, die den jeweiligen Lizenzmarkt räumen. Die Lizenzen werden durch eine derartige Marktsteuerung denjenigen Einzelwirtschaften zugeführt, wo nach den jeweiligen Nutzen-Kosten-Kalkulationen die Umstellungskosten wirtschaftlicher Aktivitäten größer als die Lizenzkosten sind. Auf diese Weise kann bei unterstellten funktionsfähigen Wettbewerbsbedingungen die volkswirtschaftliche Wertschöpfung innerhalb der staatlich gesetzten Umweltnormen maximiert werden, wobei neben der Erfüllung des Allokationszieles auch das Umweltpotential durch planerische Maßnahmen der Regionalpolitik optimiert werden kann.

578. Es sei nicht verkannt, daß einem derartigen "Umweltverkauf" bereits beachtliche psychologische Hemmnisse entgegenstehen. Gleichwohl darf nicht übersehen werden, daß ein solcher, freilich nur partiell beschreitbarer Weg¹⁾ erhebliche Möglichkeiten eröffnet:

- a) Minimierung der einzelwirtschaftlichen Umstellungskosten
- b) Durchführung einer regional abgestuften Umweltplanung entsprechend den jeweiligen ökologischen Kapazitätsbedingungen in der Hydrosphäre oder Atmosphäre
- c) Aktionsmöglichkeiten für Bürgerinitiativen und Touristikunternehmen durch Anlauf und Stilllegung von Lizenzen
- d) Möglichkeit der schrittweisen und damit schonenden Verschärfung von Umweltstandards bei knapper werdendem Produktionsfaktor "Umwelt" (wirtschaftspolitische Strategiekonzeption der zusammenhängenden kleinen Schritte)
- e) weitestgehende Bewahrung der einzelwirtschaftlichen Verantwortung und Dispositionsfreiheit.

Das Lizenzinstrument ist allerdings kurzfristig noch nicht einsetzbar, da als Vorbedingung die ökologischen Regionen funktionsgerecht abgegrenzt werden müssen. Zugleich müssen die ökologischen Informationsmodelle (insbesondere Ausbreitungsrechnungen) verbessert und Probleme der zweckmäßigen Stückelungseinheiten gelöst werden. Von besonderer Bedeutung ist dabei der Aspekt einer rela-

¹⁾ So erscheint dieses Instrument wegen der räumlichen Dimension des Planungsproblems zum Beispiel kaum für mobile Emissionsquellen geeignet (CROCKER, 1966).

tiv überschaubaren und kontrollierbaren Zahl von potentiellen Lizenzmarktteilnehmern, da der Staat die Berechtigung von Umweltnutzungen überwachen muß¹⁾. Neben derartigen Anwendungsproblemen, die sich auch in spürbaren Kontrollkosten auswirken können, birgt dieser Lösungsansatz jedoch auch einige grundsätzliche Gefahren in sich (JÜRGENSEN, JAESCHKE & LÄMMEL, 1972): So können durch unternehmenspolitisch gezielte Hortung von Emissionsrechten systematisch Marktzugangsbarrieren durch bereits ansässige Anbieter errichtet und damit wettbewerbsspezifisch unerwünschte monopolistische Positionen aufgebaut werden. Zudem besteht die Gefahr, daß die dargestellte Strategie auch wegen technologischer Starrheiten insgesamt mobilitätshemmend wirkt. Die Lizenzstrategie ist somit trotz ihrer zunächst bestechenden Vorzüge keineswegs ein universell geeignetes Lenkungsmittel.

5.1.3 Abgaben

579. Das traditionell der Kostenzurechnung dienende Finanzierungsinstrument ist die Gebühr. Es verwundert daher nicht, daß unter den finanzpolitisch orientierten Umweltinstrumenten Gebührenlösungen am häufigsten vorge schlagen werden.

(1) Die Gebührenhöhe kann sich einmal an den erwarteten Kosten der Umweltinanspruchnahme orientieren. Dieses Instrument ist bisher insbesondere für den Gewässerbereich diskutiert worden (KNEESE & BOWER, 1968). Durch Einführung von Umweltschutzrechnungsgebühren, die im Prinzip an den jeweils erwarteten volkswirtschaftlichen Kosten der einzelnen Umweltnutzungen orientiert sind, werden planerische Daten für die selbständig disponierenden Wirtschaftssubjekte gesetzt, die Umweltgüter aufgrund dieser Kostenbelastung optimal einzusetzen. Umweltleistungen werden im Wege kostenorientierter Gebühren auf die Einzelwirtschaften verteilt; durch die zwangsläufig folgende Umstrukturierung der Faktoren- und Güterpreise wird ein umweltgerechtes Allokationsoptimum angesteuert.

Der Staat, der hierbei als Eigentümer und Verwalter bestimmter Umweltgüter tätig wird, verwirklicht durch die Gebühreninformationen ein "ex ante-Verursacherprinzip". Damit rückt diese Lösung ausdrücklich davon ab, daß sich Schädiger und Geschädigte in einem außermarktmäßigen Bargaining-Prozeß über bestimmte Umweltansprüche einigen können. Sie überträgt dem Staat das Recht und die Verpflichtung, die Beanspruchung knapper Umweltgüter gebührenpflichtig zu machen. Die Gebühreneinnahmen sind dabei für Aufgaben des Umweltschutzes reserviert, so daß sie einerseits einen Knappheitspreis für gesellschaftliche Umweltgüter darstellen, andererseits die Einnahmen für staatliche Sanierungsinvestitionen beschaffen.

580. Bisher sind die auf dieser Basis theoretischen und empirischen Arbeiten im Gewässersktor (s. insbesondere 3.2) am weitesten fortgeschritten. Dabei zeigt sich jedoch, daß insbesondere die Bestimmungen der sozialen Umwelt-

kosten in den Fällen problematisch ist, wo keine Umweltsanierungsinvestitionen möglich sind. Erschwerend kommt hinzu, daß die Wirkungszusammenhänge der Schadensverursachung komplex und daher nicht immer in verursachungsorientierte Umweltkostengebühren übersetzbar sind¹⁾. Die allokationsoptimale Ableitung von Umweltzurechnungsgebühren wird daher in der Realität nur in Ausnahmefällen möglich sein.

Darüber hinaus unterstellt jede ex-ante Festlegung von Gebühren und Steuern bestimmte Elastizitätsverhältnisse. Werden nun diese Elastizitäten falsch geschätzt, so führt das unter Umständen bei den herrschenden Gebührensätzen zu einer Übernutzung der Umweltgüter, weil beispielsweise die Nachfrage nach bestimmten Umweltleistungen durch die konkrete Gebührenbemessung nicht auf die gewünschte Belastungshöhe reduziert wird. Die nur bedingt vorhersehbaren einzelwirtschaftlichen Reaktionen sind demnach ein Grundproblem aller pretial orientierten Umweltlenkungsmethoden.

581. Es ist (2) denkbar, daß die pretiale Lenkung über Gebühren bereits früher einsetzt. In dieser Gebührenvariante (SOLOW, 1971) nimmt der Staat seine Umweltlenkungsfunktion wahr, indem er für den volkswirtschaftlichen Rohstoffeinsatz sog. Umweltverwertungsgebühren einführt, die er bei den Rohstoffproduzenten bzw. -importeuren erhebt. Die Gebührenbemessung erfolgt in der Höhe, daß die sozialen Zusatzkosten der Umweltbeanspruchung durch Produktion und Konsum für den "schlechtesten Fall" (d.h. für die schädlichste Verwendungsalternative) gedeckt werden. Der Rohstoffeinsatz ist dabei gewissermaßen nur die Gebührenbemessungsgrundlage, ein einleuchtender Gedanke, da in jedem Produktionsprozeß Rohstoffe benötigt werden. Jedes Abweichen von der Maximalbelastung der Umwelt muß der Produzent bzw. Konsument nachweisen, d.h. die Beweislast für umweltfreundliches Verhalten liegt bei ihm. Gelingt diese "Exkulpation" der einzelnen Rohstoffverwender, dann erfolgt gemäß den einzelwirtschaftlichen Beweisakten eine Rückerstattung von Umweltverwertungsgebühren in entsprechender Höhe.

582. Die gegenüber der ersten Gebührenvariante veränderte Beweislastverteilung geht von dem durchaus marktkonformen Gesichtspunkt aus, daß die Einzelwirtschaften an dem Einsatz bestimmter Rohstoffe interessiert sind, zugleich aber auch am besten in der Lage sind, die Umwelteinwirkungen bestimmter Produktions- und Konsumprozesse zu kontrollieren und abzustellen. So können die wirtschaftlichen Gewinnmotive nutzbar gemacht werden, um sowohl die Gebührenhöhe an die tatsächlich verursachten Umweltschäden heranzuführen (Gebührenfeinsteuerung mit minimalen staatlichen Kosten der Informationsbeschaffung) als auch das wirtschaftliche Wachstum in Richtung umweltfreundlicherer Rohstoffe, Einsatzverfahren und Endprodukte umzugestalten. Zudem werden durch die Rückerstattung Recycling-Prozesse besonders lohnend.

Diese zweifellos elegante Lösung setzt jedoch voraus, daß die sozialen Umweltkosten einzelner Rohstoffe bestimmt werden können, ein bei der Länge und Vielgestaltigkeit der

¹⁾ Für eine Umweltnutzung bestimmter Art ohne Lizenz müssen abschreckende Sanktionen eingeführt werden.

¹⁾ Sind lineare, trennbare Schadensfunktionen gegeben, so ist es relativ einfach, z.B. die von jedem Einleiter verursachten Schäden zu bestimmen und zuzurechnen. Im Gewässersystem liegen aber — wie auch in den Luftaustauschsystemen — in der Regel vielfältige Synergismen vor.

Produktionsketten sicherlich noch lange unlösbares Problem. Zudem sind über die Überwälzmöglichkeiten der einzelnen Rohstoffgebühren noch keine Aussagen möglich, so daß die Folgeprobleme in der Einführungsphase nicht überblickt werden können. Demnach ist auch über die Verteilungseffekte keine Stellungnahme möglich.

583. Sucht man (3) einen praktikablen Gebührenansatz, so muß dieser einmal ein groberes Kostenkonzept als das der Grenzkosten enthalten. Er muß zum anderen auch eine praktikablere "Einsatzstelle" besitzen, die sich an der Möglichkeit der günstigsten Erhebung orientiert. Dies ist die Gebührenvariante auf der Basis pragmatisch gewählter Verursachergemeinschaften (SCHÜRMAN, 1973). Der Grundgedanke ist eine Interessengemeinschaft zwischen den Produzenten und Konsumenten eines Gutes (produktbezogenes Verursacherprinzip), wobei die Produzenten- und Verbrauchergruppen mit einem jeweiligen Durchschnittskostensatz belastet werden.

Im Gegensatz zum SOLOW'schen Vorgehen besteht hier zunächst keine einzelwirtschaftliche Exkulpationsmöglichkeit für eine umweltfreundlichere Produktverwendung. Dies hat praktische Gründe: Der "Exkulpationsansatz" ist kurzfristig wohl kaum realisierbar, zumal der einzelwirtschaftliche Nachweis öffentliche und private Kosten verursacht. Der dritte Gebührenvariante stellt nunmehr eine Art Gefährdungshaftung für Produkte dar, wobei diese Haftung jeweils an den Orten der Schadensverursachungskette einsetzt, wo sie gesamtwirtschaftlich relativ billig eingeführt und kontrolliert werden kann. Das ist in aller Regel in der Produktionsstufe eines Gutes der Fall. Die Preisgestaltung der Produzenten wird sich dann (bei gegebenen Überwälzungsmöglichkeiten) an den angelasteten sozialen Zusatzkosten orientieren. Auf diese Weise wird wiederum die notwendige Wachstumsumstrukturierung erreicht. Die unterstellte Interessenidentität von Produzenten und Konsumenten besteht allerdings nur, wenn die Überwälzung der Umweltgebühr im Produktpreis gelingt.

584. Dieser Vorschlag einer Gebührenlösung auf der Basis pragmatisch gewählter Verursachergemeinschaften ist dem Prinzip der gesamtschuldnerischen Haftung aller an einer Umweltbelastung beteiligten Wirtschaftssubjekte nachgebildet. Grundgedanke ist die Überlegung, daß, wenn vielfach die Umweltschäden auch nicht exakt auf einzelwirtschaftliche "Verursacher" zurechenbar sind, doch die Möglichkeit besteht, produktbezogene Zurechnungen auf Produzenten- und Verbrauchergruppen durchzuführen. Es ist in diesem Fall sicherlich marktkonformer und auch umwelteffizienter, statt über eine allgemeine Umweltsteuer (z.B. für Energie) eine "totale Verursachergemeinschaft" zu konstruieren, z.B. energieträgerorientierte Verursachergemeinschaften (produktbezogenes Prinzip) einzuführen. Die Verbrauchergruppen bestimmter Produkte können bei entsprechender Information über die Verursachungszusammenhänge in der Realität immer besser auswählen, so daß die optimale Gebührenhöhe für Umweltnutzungen in einem iterativen Handlungsprozeß gefunden wird (BAUMOL & OATES, 1971). Gegebenenfalls kann dieser pragmatische Ansatz später auch in Richtung der oben beschriebenen Feinsteuerung durch Gebührenrückerstattung für umweltfreundliches Verhalten ausgebaut werden. Ferner ist eine Zweckbindung der Gebühreneinnahmen für Umweltsanierungsaufgaben vorzusehen.

585. Der Umweltgebührenstrategie liegt der Gedanke des finanzwirtschaftlichen Äquivalenzprinzips zugrunde. Danach sind Staat und Private Tauschpartner: Der Staat bietet Umweltleistungen an, die private Wirtschaft zahlt dafür spezielle Entgelte. Gibt man diesen Grundgedanken des *do ut des* auf, der in der Regel auch eine zweckgebundene Mittelverwendung voraussetzt, dann ergibt sich als Lenkungsstrategie die Möglichkeit einer gezielten Besteuerung der Umweltnutzungen durch Produktion und Konsum. Offensichtlich erreicht damit das Verursacherprinzip eine neue Dimension, da nunmehr allein die Wahl der Bemessungsgrundlage über das Treffen eines "Verursachers" entscheidet.

Zunächst sind spezielle Umweltverbrauchssteuern auf Produkte möglich. Zielsetzung ist hierbei, privatwirtschaftliche und soziale Grenzkostenkurven in Übereinstimmung zu bringen. Diskutiert werden dabei vornehmlich variable Umsatzsteuersätze (R. L. FREY, 1972), um bestimmte Umweltqualitätsstandards zu erhalten. Zwar werden tendenziell auch bei diesen speziellen Umweltverbrauchssteuern die sozialen Zusatzkosten als Steuerbemessungsansatz zugrunde gelegt. Die Höhe dieser Steuern ist aber in erster Linie an der Einhaltung politischer Umweltgüternormen orientiert. Die jeweilige Höhe der dazu notwendigen Steuern ist wiederum iterativ zu ermitteln (BAUMOL, 1972).

586. Die Unterscheidung zwischen Umweltgebühren und speziellen Umweltverbrauchssteuern ist in der Realität fließend: Je mehr nämlich die Beziehungen zwischen "staatlicher Umweltleistung" und "privatwirtschaftlicher Umweltauszahlung" im Sinne eines echten Zurechnungsprinzips operationalisiert werden können, desto mehr ist die Gebührenbezeichnung angebracht, zumal wenn gleichzeitig eine Zweckbindung der Gebühreneinnahmen für den Umweltschutz sichergestellt wird. Die speziellen Umweltverbrauchssteuern sind daher lediglich als Maßnahme der Übergangphase zu erwägen, bis es nämlich gelingt, Abgaben auf die Umweltmissionen produktbezogen zu bemessen und somit Umweltschutzgebühren für Produkte zu erheben (produktbezogenes Verursacherprinzip). Durch die Einführung spezieller Umweltverbrauchssteuern erfolgt jedoch bereits eine erste Weichenstellung in Richtung auf eine Umstrukturierung des wirtschaftlichen Wachstums. Hierbei ist besonders darauf zu achten, daß diese Steuern merklich für die Disponenten sind. Im übrigen werden derartige Steuern immer große Barrieren zu überwinden haben, da der Bürger sie isoliert als neue Belastungen einstuft. Eine Weiterentwicklung des Gebührengedankens erscheint daher auch finanzpsychologisch geboten.

Während die speziellen Umweltverbrauchssteuern sich zumindest tendenziell an den sozialen Zusatzkosten orientieren, haben die speziellen Umweltschutzsteuern (SCHÜRMAN, 1973) direkt nur Umweltschutzfunktionen. Angesichts des heutigen Informationsstandes kommt diesen speziellen Umweltschutzsteuern kurzfristig entscheidende Bedeutung zur Besserung der Umweltverhältnisse zu; der Gesichtspunkt der gesamtwirtschaftlichen Effizienz tritt hingegen zurück. Auch die Verteilungswirkungen treten gegenüber den ökologischen Zielsprüchen in den Hintergrund.

5.1.4 Auflagen und Verbote

587. Im Gegensatz zu den bisher diskutierten Abgaben bedeuten Auflagen direkte Verhaltensvorschriften für die Einzelwirtschaften. Sie sind insoweit marktinkonforme Eingriffe, als sie die Dispositionsmöglichkeiten der Wirtschaftssubjekte aufheben bzw. in unterschiedlichem Maße einschränken. Direkte Verhaltensvorschriften können Unterlassungs- und (oder) Verwendungsaufgaben sein. Sie können sowohl in Verfahrens- als auch Produktnormen bestehen (EG, 1972), daneben aber auch Einzelanordnungen und Verbote umfassen. Für die konkrete Festsetzung von Auflagen erscheint eine genaue Beurteilung des jeweiligen "Standes der Technik" von besonderer Bedeutung:

588. Der Begriff des "Standes der Technik" ist in den einzelnen Umweltbereichen bislang sehr unterschiedlich operationalisiert worden. Während er auf dem Gebiet der Luftreinhaltung bereits 1964 Eingang in das Regelwerk der TA-Luft gefunden hat, hat er für den Gewässerschutz bislang keine gleichrangige Behandlung erfahren. Dabei repräsentiert dieses Konzept ohne weitere definitorische Einengung zunächst einen unbestimmten Rechtsbegriff. So enthält auch das neue Bundesimmissionsschutzgesetz keine Definition des Standes der Technik, sondern beschränkt sich stattdessen auf eine allgemeine Merkmalsbeschreibung. In der Begründung zum Gesetzentwurf hat die Bundesregierung den Begriff in folgender Weise erläutert:

"Unter Maßnahmen nach dem Stand der Technik sind Verfahren und Einrichtungen zur Begrenzung der Emission zu verstehen, die von der Fachpraxis als besonders wirksam anerkannt worden sind. Diese Verfahren und Einrichtungen müssen mit den im Einzelfall geforderten vergleichbar sein, d. h. es müssen gleiche oder jedenfalls gleichartige technologische Verhältnisse gegeben sein. Die geforderten fortschrittlichen Maßnahmen müssen sich bereits im Betrieb bewährt haben; sie müssen praktisch erprobt sein. Aus dem auch in diesem Zusammenhang zu beachtenden Grundsatz der Verhältnismäßigkeit ergibt sich im übrigen, daß die Aufwendungen, die zur Erfüllung dieser Maßnahmen erforderlich sind, nicht in einem unangemessenen Verhältnis zu dem angestrebten Zweck stehen dürfen; ein Übermaß darf nicht verlangt werden. Hierbei sind die besonderen Umstände des Einzelfalls zu berücksichtigen."

Die vorstehende Erläuterung ist im Zuge der Beratung des Gesetzentwurfs durch den Innenausschuß des Deutschen Bundestages inzwischen (5. 12. 1973) wie folgt ergänzt worden:

"Stand der Technik ist der Entwicklungsstand fortschrittlicher Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen, der die praktische Eignung zur Begrenzung von Immissionen gesichert erscheinen läßt. Bei der Bestimmung des Standes der Technik sind insbesondere vergleichbare Verfahren, Einrichtungen und Betriebsweisen heranzuziehen, die mit Erfolg im Betrieb erprobt worden sind."

589. Entsprechend dieser Interpretation beschränkt sich der "Stand der Technik" keineswegs im Sinne einer rein statischen Konzeption lediglich auf den jeweils erreichten Stand der technischen Entwicklung, sondern schließt mit der realisierbaren Entwicklung bereits eine dynamische Komponente ein. Wesentliches Kennzeichen einer hieran orientierten Auflagenstrategie ist gleichwohl, daß — insbesondere im Gegensatz zu den bereits beschriebenen Abgaben-

lösungen — kein systematischer Zwang zu einer ständigen Weiterentwicklung der Vermeidungstechnologie installiert wird.

590. Im Gegensatz zu dieser bislang praktizierten Auflagenstrategie schlägt THOSS (1972) eine — bereits früher (KNEESE & BOWER, 1968) auf dem Gebiet der Gewässergütemirtschaft diskutierte — Konzeption vor, die sich an umfassenden Planungsmodellen orientiert. Aufgabe einer derartigen Auflagenstrategie ist es, die "Verwendung der jeweils besten Umwelttechnik" zu gewährleisten. Die aufgrund des Planungsansatzes fixierten individuellen Auflagen lassen sich gegenüber traditionellen Emissionsstandards am besten als "Effizienzstandards" beschreiben, da sie sich an der Effizienzbedingung einer kostenminimalen Zielerreichung orientieren.

591. Der vorgeschlagene Absatz bietet eine planwirtschaftliche Umweltschutzlösung, die hohe Anforderungen an den Informationsgrad und die staatliche Verwaltungskunst stellt. Ein derartiger Ansatz wird gefordert, weil die marktkonformen Anreize zur Durchsetzung des Verursacherprinzips als nicht genügend wirksam angesehen werden. Da die erforderlichen Planungsmodelle zum Teil noch gar nicht vorliegen, ist dieser auflagenorientierte Ansatz sicherlich erst langfristig für die Lösung der anstehenden Umweltprobleme geeignet. Inwieweit die volkswirtschaftlichen Kosten der Anpassung der Produktions- und Konsumstrukturen an die politisch gesetzten Umweltstandards auf diese Weise tatsächlich minimiert werden können, läßt sich nicht abschließend beurteilen. Immerhin ist angesichts der in der Realität bisher vorliegenden "Planerfahrungen" eine gesunde Portion Skepsis angebracht, wenn nicht die Fülle der erforderlichen ex ante-Informationen derartige Verfahren von vornherein in den Bereich der Utopie verweist.

Hier sei zudem eindringlich auf die ordnungspolitische Problematik hingewiesen, da das Steuerungsinstrument marktwirtschaftlicher Preise zunehmend durch staatliche Befehle ersetzt wird. Angesichts der prinzipiellen Ungewißheit über den kritischen Interventionsgrad in einer Volkswirtschaft dürften daher staatliche Befehlsstrategien nur in jenen Fällen im Rahmen unserer wirtschaftspolitischen Grundkonzeption angebracht sein, in denen dem Umweltschutz absolute Priorität eingeräumt werden muß und kurzfristig keine anderweitige Möglichkeit besteht, das betreffende Umweltschutzziel zu erreichen. Dies gilt insbesondere für Ausnahmesituationen, in denen Verbote angebracht sind. Derartige staatliche Eingriffe erscheinen in denjenigen Fällen berechtigt, in denen erhebliche und unübersehbare Umwelt Risiken durch bestimmte Wirtschaftsaktivitäten hervorgerufen werden: z. B. stark toxische Substanzen oder besonders umweltgefährdende Aktivitäten.

5.1.5 Beurteilungskriterien für die Instrumentenauswahl

592. Die Vor- und Nachteile der verschiedenen Strategien werden im folgenden anhand bestimmter Beurteilungskriterien zusammengefaßt. Folgende Beurteilungskriterien werden dazu eingeführt (SCHÜRMAN, 1973):

- (1) Kriterium der ökologischen Wirksamkeit
- (2) Kriterium der ökonomischen Effizienz
- (3) Kriterium der Praktikabilität
- (4) Kriterium der Reversibilität und Flexibilität
- (5) Kriterium der Systemkonformität
- (6) Verteilungskriterium.

593. Das "Kriterium der ökologischen Wirksamkeit" gibt Auskunft darüber, inwieweit durch die einzelnen Instrumente die ökologischen Zielsetzungen erreicht, d.h. die Umweltrisiken minimiert werden. Das Kriterium läßt sich durch folgende Unterziele operationalisieren:

- (1.1) Reduktion von Umweltinputs (Drosselung des Verbrauchs von Umweltgütern)
- (1.2) Verminderung der Umweltoutputs (Einschränkung der Schadstoffemissionen im Produktions-/Konsumprozeß) einschl. Lärm
- (1.3) Beschränkung der Abfälle durch Wiederverwendung (Recycling-Intensivierung durch Installierung materieller Kreislaufprozesse)
- (1.4) Verbesserung der ökologischen Regenerationsbedingungen (Steigerung der Leistungsfähigkeit ökologischer Systeme).

594. Das "Kriterium der ökonomischen Effizienz" liefert einen Beurteilungsmaßstab, um die unterschiedlichen volkswirtschaftlichen Kosten der Anpassung an politisch fixierte Umweltqualitätsziele bei den einzelnen Strategien in Rechnung stellen zu können.

595. Das "Kriterium der Praktikabilität" wird in folgende Teilkriterien operationalisiert:

- (3.1) Informationsanforderungen für den Staat (sozio-ökologische Wirkungszusammenhänge; Lagebeurteilung)
- (3.2) Planungsprobleme beim Staat (Einblick in zukünftige Trends des technischen Fortschritts und in Strukturwandlungen)
- (3.3) politische Durchsetzbarkeit (Praktikabilität im engeren Sinne)
- (3.4) Kontrollnotwendigkeiten und -möglichkeiten des Staates.

596. Das "Kriterium der Reversibilität und Flexibilität" urteilt darüber, inwieweit die einzelnen Instrumente anpassungsfähig im Hinblick auf variable Umweltnormen gestaltet werden können und welche Anpassungsprobleme sie in den privatwirtschaftlichen Dispositionen hervorrufen. Es läßt sich dementsprechend untergliedern in folgende Teilbereiche:

- (4.1) staatliche Reversibilität (nachträgliche Korrektur der Wirkungen und Maßnahmen)
- (4.2) privatwirtschaftliche Flexibilität (privatwirtschaftliche Anpassungskorrekturen).

597. Das "Kriterium der Systemkonformität" beurteilt die Instrumente danach, inwieweit marktwirtschaftliche Ordnungsprinzipien, wie insbesondere eine weitgehende einzelwirtschaftliche Dispositionsfreiheit, gewahrt werden. Dieses Kriterium kann durch folgende Unterkriterien definiert werden:

- (5.1) Funktionserhaltung des Marktes
- (5.2) Prinzip der Subsidiarität (Eigenverantwortung und Wahlfreiheit).

598. Das "Verteilungskriterium" stellt diejenigen interpersonellen Verteilungsaspekte in Rechnung, die als Folge einzelner Strategien abgeschätzt werden können.

599. Im Anschluß an diesen Katalog relevanter Beurteilungskriterien kann die relative Eignung einzelner Instrumente der Umweltpolitik untersucht werden. Dabei kann als Grundlage einer groben qualitativen Beurteilung zunächst eine Punktskalierung gewählt werden, die den Grad der Eignung einzelner Instrumente im Hinblick auf jedes der dargestellten Kriterien beschreibt. Da in der Regel noch kaum Erfahrungen hinsichtlich der speziellen Eignung einzelner Instrumente vorliegen — eine Ausnahme bildet hier die bislang praktizierte Auflagenstrategie im Rahmen des Gewerberechts —, ist zunächst lediglich eine Bewertung aufgrund allgemeiner theoretischer Überlegungen möglich.

Demgegenüber setzt eine endgültige Beurteilung voraus, daß es in Zukunft gelingt, die Bedeutung der Beurteilungskriterien im politischen Raum zu überprüfen, sie politisch zu gewichten und die Punktwerte empirisch zu ermitteln. Notwendige Informationsvoraussetzung dafür ist jedoch, daß die einzelnen Instrumente auf der Basis empirischer Eignungstests operationalisiert werden, um die heute bestehenden Forschungslücken, die letztlich durch Werturteile qualitativ überbrückt werden, zu schließen. Die bisherigen theoretischen Überlegungen lassen jedoch insgesamt erwarten, daß sich bei den gewählten Beurteilungskriterien keine absolute Überlegenheit für ein bestimmtes Instrument ergibt. Schon aus diesem Grunde dürfte in der Realität eine Instrumentenmischung die geeignete umweltpolitische Gesamtstrategie darstellen.

5.2 Volkswirtschaftliche Kosten (Verzichte)

600. Mit ihrem Umweltprogramm hat die Bundesregierung ein "Gutachten zur Gesamtbelastung der Volkswirtschaft durch das Umweltprogramm der Bundesregierung" (AK-KERMANN, GESCHKA & KARSTEN, 1971) vorgelegt, das zur Zeit unter Mitwirkung des Sachverständigenrates fortgeschrieben wird. Neuere quantitative Ergebnisse werden daher mit Sicherheit im nächsten Gesamtgutachten enthalten sein. Neben einigen Informationen seien daher hier theoretische Überlegungen vorgetragen, die vielleicht geeignet sind, die Diskussion um die volkswirtschaftlichen Kosten der Umweltpolitik voranzutreiben.

5.2.1 Quantitative Schätzungen der gesamtwirtschaftlichen Belastung durch den Umweltschutz

601. Das sog. "ACKERMANN-Gutachten" schätzt die gesamten Nettoinvestitionen im Rahmen des Umweltprogramms der Bundesregierung für den Zeitraum von 1971 bis 1975 auf etwa 28 Mrd. DM (Preisbasis 1970), die zu knapp 55% auf den öffentlichen Sektor entfallen, wovon wiederum die Kommunen 83% finanzierungsmäßig zu tragen haben. Zu diesen Nettoinvestitionen treten Betriebskosten in Höhe von 8 Mrd. DM (Preisbasis 1970) hinzu. Unabhängig von diesen Aufwendungen für das Umweltprogramm der Bundesregierung fallen bis 1975 weitere Ausgaben für umweltrelevante Forschung, Betriebskosten für bestehende Einrichtungen und Ersatzinvestitionen für bestehende Anlagen in Höhe von 34,5 Mrd. DM (Preisbasis 1970) an, so daß sich Gesamtaufwendungen für Umweltplanung und Umweltschutz in Höhe von 70,5 Mrd. DM (Preis-

basis 1970) ergeben. Im Vergleich zu der prognostizierten Größe des kumulierten Bruttosozialprodukts für den gleichen Zeitraum ergibt sich eine relative Belastung der Volkswirtschaft durch Nettoinvestitionen und korrespondierende Betriebskosten im Rahmen des Umweltprogramms der Bundesregierung von etwa 1%; werden die gesamten Aufwendungen für Umweltschutz (70,5 Mrd. DM) in Rechnung gestellt, beläuft sich die Belastungsquote auf etwa 1,8% des kumulierten Bruttosozialprodukts. Damit sind für die Bundesrepublik Deutschland Werte erreicht, die nach Meinung der Autoren des vorgenannten Gutachtens keineswegs außergewöhnlich oder gar bedrohlich sind. Sie halten sich in derselben Größenordnung wie entsprechende Schätzungen des "Council on Environmental Quality" in dessen zweitem Jahresgutachten (1971).

602. Diese Werte werden indessen insbesondere von der Industrie angezweifelt. So veröffentlichte der Deutsche Industrie- und Handelstag das Ergebnis einer Umfrage über die Ausgaben der Industrie für Zwecke der Luftreinhaltung, u. a. nach Ländern und Branchengruppen differenziert (DIHT, 1972):

Luftreinhaltung 1969 bis 1971 · Aufwendungen für Investitionen, Unterhaltung und Forschung

Land	Aufwendungen insges.	Davon									
		Bergbau		Steine, Erden, Energiewirtsch.		Eisen-, Stahl, Metallerzeugungs- u. -verarb.-Ind.		Chemische Ind. Mineralölind.		Sonst. Ind.	
		Mill DM	vH	Mill DM	vH	Mill DM	vH	Mill DM	vH	Mill DM	vH
Baden-Württ.	385,3	1,9	0,5	76,4	19,8	121,4	31,5	76,2	19,8	109,5	28,4
Bayern	382,0	3,0	0,8	95,9	25,1	86,6	22,7	36,6	9,6	159,9	41,8
Berlin	30,1	-	-	11,2	37,4	3,6	12,0	1,8	5,9	13,4	44,7
Bremen	51,3	-	-	3,3	6,3	39,2	76,5	1,2	2,2	7,7	15,0
Hamburg	154,0	-	-	98,1	63,6	16,0	10,4	25,1	16,3	14,9	9,7
Hessen	269,5	10,2	3,8	28,9	10,7	45,8	17,0	162,3	60,3	22,2	8,2
Niedersachsen	171,2	31,2	18,2	20,0	11,7	72,5	42,4	10,9	6,3	36,7	21,4
NRW	1 535,3	89,3	5,8	321,0	20,9	658,6	42,9	335,1	21,8	131,4	8,6
Rheinl.-Pfalz	155,8	0,0	0,0	38,8	24,9	11,6	7,5	84,5	54,2	20,9	13,4
Saarland	101,0	7,6	7,5	27,0	26,8	64,8	64,2	0,6	0,6	0,9	0,9
Schleswig-H.	62,9	-	-	27,3	43,4	14,6	23,2	10,7	17,0	10,3	16,4
Bundesgebiet	3 298,4	143,2	4,3	747,9	22,7	1 134,6	34,4	744,9	22,6	527,7	16,0

Alle Zahlen errechnet aus Angaben in 1000 DM. Differenzen in den Summen durch Runden der Zahlen.

Quelle: Deutscher Industrie- und Handelstag, 1972.

Die Angaben weichen von den Schätzungen der Projektgruppe "Luftreinhaltung", die bei der Erstellung des Umweltprogramms der Bundesregierung mitgewirkt hat und sich dabei auf Ergebnisse aus den Ländern Nordrhein-Westfalen und Saarland bezog, wesentlich ab: Die Projektgruppe ging von einer jährlichen Maximalbelastung in Höhe von 500 Mill. DM für Investitionen und Betrieb von Umweltschutzanlagen zur Luftreinhaltung aus (MATERIALIENBAND, 1971) — eine Zahl, die von den empi-

rischen Ergebnissen der DIHT-Umfrage um mehr als das Doppelte übertroffen wird¹⁾.

Nach den Schätzungen des sog. ACKERMANN-Gutachtens werden für Investitionen und laufende Betriebskosten im Bereich der Luftreinhaltung für die Periode von 1971 bis

¹⁾ Die Bearbeiter der DIHT-Umfrage halten diese Daten für zumindest in der Tendenz unanzweifelbar; eine etwaige Überschätzung der Investitionen wird nach ihrer Ansicht durch eine Unterschätzung der Betriebskosten kompensiert.

1975 etwa 4,3 Mrd. DM (Preisbasis 1970) aufgewendet, wobei diese Gutachter bereits von einer tendenziellen Verdoppelung innerhalb des 5-Jahres-Zeitraums ausgehen. Legt man dagegen die vom DIHT unterstellten Größenordnungen zugrunde, so werden sich die Aufwendungen für Neuinvestitionen und deren Betriebskosten bei der Luftreinhaltung innerhalb von 5 Jahren nicht auf 4,3 Mrd. DM, sondern auf 8,6 Mrd. DM stellen. Dies führte den DIHT zu der Feststellung, daß die Schätzungen des sog. ACKERMANN-Gutachtens tendenziell zu niedrig gegriffen sind: Ausgehend von der Annahme dieser Verdoppelungstendenz für alle weiteren, in dieser Umfrage empirisch nicht erfaßten Umweltschutzsektoren – Wasser, Abfall, Lärm – würde sich die Gesamtbelastung der Volkswirtschaft für die Jahre 1971 bis 1975 nicht auf 70,5 Mrd. DM, sondern vielmehr rund 140 Mrd. DM belaufen, was dann einer Belastungsquote des kumulierten Bruttosozialprodukts von 3,6% entspricht (DII 1972).

603. Es dürfte kein Zweifel bestehen, daß diesen unterschiedlichen Schätzungen auch unterschiedliche Zielvorstellungen zugrundeliegen – tendenziell allerdings können die Zahlen des sog. ACKERMANN-Gutachtens trotz der rigoros unterstellten und damit ebenfalls anzweifelbaren Verdopplungsannahme der DIHT-Schätzung als zu niedrig angesehen werden. Ob die gesamtwirtschaftliche Belastungsquote durch Umweltschutzmaßnahmen allerdings in dem bemerkenswerten Bereich von ca. 4% des Bruttosozialprodukts anzusiedeln ist, erscheint fraglich; entsprechende Zweifel werden durch Abweichungen industrieinterner Schätzungen bestätigt. So werden laut Angaben des Verbandes der Chemischen Industrie (VCI, 1973) in diesem Industriebereich von 1971 bis 1974 umweltschutzrelevante Ausgaben in Höhe von 3,043 Mrd. DM geplant, bei einem Jahresdurchschnitt der Aufwendungen von 761 Mill. DM, damit nach Hochrechnung auf die Periode 1971 bis 1975 ca. 3,8 Mrd. DM. Dieser Wert entspricht allerdings etwa nur der Hälfte der prognostizierten Aufwendungen des sog. ACKERMANN-Gutachtens für den Bereich der chemischen Industrie, keinesfalls aber dem doppelten Wert der ACKERMANN-Schätzung, wie aus den DIHT-Annahmen folgen müßte. Die zweifellos beträchtliche Differenz zwischen den genannten Schätzungen ist aber auch das Ergebnis einer unterschiedlichen sektoralen Abgrenzung: So umfaßt die ACKERMANN-Schätzung unter dem Begriff der "Chemischen Industrie im weiteren Sinne" beispielsweise auch die Mineralölindustrie, in der hohe Umweltschutzinvestitionen anfallen. Versucht man überschlagsmäßig beide Schätzungen für die gleiche Abgrenzung nachzuvollziehen, so kommt man zu dem Ergebnis, daß die ACKERMANN-Schätzung für den Bereich der "Chemischen Industrie im weiteren Sinne" nicht unrealistisch ist. Damit läßt sich zumindest an diesem Einzelfall des höchstbelasteten industriellen Sektors nachweisen, daß die Annahme einer allgemeinen Verdopplung der Gesamtaufwendungen für Umweltschutz sicherlich übertrieben ist; damit werden auch die Ergebnisse und Aussagen des DIHT, die bei ihrer Veröffentlichung großes Aufsehen erregten, relativiert. Andererseits sollten diese Erkenntnisse aber auch nicht dazu führen, die Höhe der Umweltbelastung und die Kosten ihrer Verringerung zu bagatellisieren.

Insgesamt darf der überwiegend instrumentelle Charakter der vorstehenden Kostenschätzung nicht übersehen werden: Dies gilt zumal für den grundlegenden Kostenbegriff, dessen Operationalisierung wesentlich durch die vorgegebenen umweltpolitischen Zielvorstellungen bestimmt wird.

Dieser normative Bezug wird auch durch einige prinzipielle Überlegungen verdeutlicht, die im folgenden – anschließend an eine Diskussion des "Council on Environmental Quality" – entwickelt werden.

5.2.2 Kostenüberlegungen des Council on Environmental Quality

604. Die Entscheidung, Umwelt als ein wertvolles Gut zu betrachten, erfordert eine gesellschaftliche Willensbildung darüber, wieviel dieses Gutes man wünscht, wieviel man zur Erstellung oder Bewahrung zu zahlen bereit ist und wer schließlich dafür zahlen soll. Der amerikanische Council on Environmental Quality hat sich in seinem 4. Jahresbericht (CEQ, 1973) besonders den folgenden Fragen zugewandt:

- (1) Welches sind die Kostenarten, die bei Umweltschutzentscheidungen zu berücksichtigen sind?
- (2) Wie hoch stellen sich die Kosten in den einzelnen Kostenkategorien?
- (3) Wer trägt die Kosten der Umweltschutzpolitik?

Gerade die letzte Frage ist immer zu beachten, denn alle Kosten werden von den Bürgern in Form eines veränderten Realeinkommens (oder niedrigerer Lebensqualität) zu tragen sein, und zwar differenziert nach Berufsgruppen, Regionen, verschiedenen Firmengrößen, Ausbildungsstandards und unterschiedlichen Einkommensniveaus. Auch die Nutzen der Umweltschutzmaßnahmen sind nach diesen Kriterien differenzierbar, entziehen sich aber aufgrund der besonderen Bewertungsproblematik weitgehend der Diskussion. Hieraus erklärt sich auch, wie bei nahezu jeder Kosten-Nutzen-Diskussion, eine gewisse Ungleichgewichtigkeit der Ausführungen.

605. Der CEQ unterscheidet 4 Kostenkategorien:

- (1) Schadenskosten ("damage costs")
- (2) Ausweichkosten ("avoidance costs")
- (3) Planungs- und Überwachungskosten ("transaction costs")
- (4) Vermeidungs- und Beseitigungskosten ("abatement costs")

606. Schadenskosten fallen an, wenn eine Umweltbelastung nicht an der Quelle verhindert wird oder ein erfolgreiches Ausweichen nach dem Auftreten dieser Belastung nicht möglich ist. Sie umfassen in dieser Definition Schäden der Gesundheit, der Vegetation oder von Materialien allgemein, bzw. die Kosten der Wiederherstellung der geschädigten Güter, ferner die Belastung der Ökosysteme sowie generell Schädigungen der Umweltbedingungen in der Sphäre des Ästhetischen oder der Freizeitmöglichkeiten. Schadenskosten zerfallen zunächst in einen "tangiblen" Teil, der zu Marktpreisen des beschädigten oder konsumierenden Gutes bewertet wird, sei es, daß eine Wertminderung meßbar ist, sei es, daß die Wiederherstellungskosten als Maßstab dienen. Hierher gehören demnach die Kosten durch Umweltbelastung verursachter Krankheiten oder die Kosten der Reinigung verschmutzter Kleidung usw. Mehrkosten für das oftmalige Anstreichen durch Luftverunreinigung verschmutzter Häuser. Diese Kostenart umfaßt zusätzlich einen "intangiblen" Teil – wie z. B. allgemeine Angst vor Umweltschädigungen, Gesundheits- und Sicherheitsrisiken,

Geruchs- und Geräuschbelästigungen. Diese "psychischen Kosten" können generell schon dann auftreten, wenn eine Schädigung im eigentlichen Sinne noch gar nicht vorliegt (Schwellenphänomen). Sie werden weitgehend durch individuelle oder gruppenspezifische Präferenzen bestimmt — eine marktliche Bewertung entfällt daher meistens. Die tangiblen und intangiblen Bestandteile der Schadenskosten weisen häufig Kuppelproduktcharakter auf: So rufen Luftverunreinigungen möglicherweise Gesundheitsschäden hervor, damit aber auch Produktionsausfälle, und es werden ärztliche Leistungen benötigt, um die Gesundheit des einzelnen zu sichern. Eine solche durch Luftverunreinigung bedingte Krankheit ruft dazu Angstgefühle u. ä. beispielsweise wegen drohender Arbeitsunfähigkeit hervor. Mit dem Stand des Umweltbewußtseins variieren gerade die intangiblen Kostenbestandteile, d. h., daß selbst bei sich verbessernder Umweltlage diese Kosten entsprechend der Wahrnehmungsintensität und dem Niveau des Umweltbewußtseins steigen können.

607. Ausweichkosten treten häufig, wenn auch kaum erfaßbar, auf. Dabei sind zwei Möglichkeiten des "Ausweichens" vor einer Verschmutzungsquelle möglich: Zum einen kann eine Barriere zwischen Individuum und Verschmutzungsquelle errichtet werden, beispielsweise spezielle Fenster zur Verhinderung von Lärmbelästigungen. Zum anderen ist es möglich, einer Verschmutzungsquelle räumlich auszuweichen: hier ist der Fall erhöhter Fahrtkosten anzuführen, um in einem unverschmutzten See baden zu können. Andere Beispiele hierfür sind die Verlegung von Wohnungen aus der Umgebung von Flughäfen, um Lärmbelästigungen zu vermeiden, oder bis zu einem gewissen Grade auch der Trend zum Wohnen in den Vorstädten.

Ausweichkosten lassen sich nur schwer identifizieren, geschweige denn schätzen, da derartige Entscheidungen in der Regel von mehreren Motiven geleitet sind, wobei sich das "Ausweichmotiv" nur schwer von anderen isolieren läßt. Als Beispiel sei eine Wäschetrocknemaschine angeführt: Neben weiteren Annehmlichkeiten spielt sicherlich das Motiv eine Rolle, die Wäsche nicht durch Luftverunreinigung verschmutzen zu lassen — welcher Anteil der entsprechenden Käufe allerdings auf dieses Motiv zurückgeführt werden kann, ist ungewiß.

608. Planungs- und Überwachungskosten umfassen die Kosten für Forschung, Entwicklung, Planung, Kontrolle und Durchsetzung umweltrelevanter Ziele und Standards und sind bisher weitgehend analytisch vernachlässigt worden. Dieser Kostentyp repräsentiert einen großen Teil der staatlichen Ausgaben für Umweltschutzprogramme. Ein hoher Anteil entfällt auf die Bereiche Forschung und Entwicklung, ähnlich hohe Aufwendungen sind für die Kontrolle der Verschmutzungssituation und damit auch der Umweltschutzprogramme notwendig. Zu den Planungs- und Überwachungskosten gehören auch die in den Vereinigten Staaten bereits üblichen "environmental impact studies" (Umweltverträglichkeitsprüfungen, siehe 5.4). Den hiermit verbundenen Kosten stehen aber immer Ersparnisse in Form geringerer Schadens-, Ausweich-, Vermeidungs- und Beseitigungskosten sowie die Zeitersparnisse bei der Durchführung der Programme gegenüber.

609. Vermeidungs- und Beseitigungskosten haben bisher in der Umweltschutzdiskussion generell die größte Rolle gespielt, obwohl dieser Begriff noch ziemlich unprä-

zise ist, was auch einfache Vergleiche und Analysen stark behindert. So umfaßt er nicht monetär bewertete Kostenbestandteile ebenso wie private oder öffentliche Ausgaben zur Reduzierung der vorhandenen Verschmutzung. Er müßte ferner z. B. die Einflüsse von Produktivitätsänderungen, Finanzierungsmethoden, der Verteilung des Steueraufkommens u. ä. berücksichtigen. Da auch dem CEO eine so umfassende Analyse der Kostenbestandteile nicht möglich ist, bezieht er sich in seinem 4. Jahresgutachten auf das Aggregat der "gross abatement expenditures" (CEO, 1973).

610. Die Frage, wie sich diese verschiedenen Kostenkategorien größenmäßig stellen, vermag der CEO einigermaßen zureichend nur für die Gruppen der Planungs- und Überwachungs- sowie Vermeidungs- und Beseitigungskosten zu beantworten. Bei den Schadenskosten muß auf Bestandteile wie Reinigungskosten verschmutzten Materials, Schäden bei tierischem Leben und die Schätzung von Restgrößen verzichtet werden, abgesehen davon, daß sich die Zahlen hier nur auf den Sektor der Luftverschmutzung beziehen. Ausweichkosten entziehen sich einer isolierten Schätzung z. Z. weitgehend. Lediglich für Wasserverunreinigungen existieren hiernach Schätzwerte, die aber nicht genügend klar von den Schadenskosten getrennt werden können, um als selbständige Schätzungen brauchbar zu sein. Demgegenüber beschränken sich die vorliegenden deutschen Schätzungen ausschließlich auf Vermeidungskosten; künftige Schätzungen sind in dieser Hinsicht erweiterungsbedürftig. Hinzuweisen ist jedoch bereits jetzt auf einige Verteilungskonsequenzen, die eine langfristig angelegte Umweltpolitik nicht vernachlässigen darf.

611. Der Frage, welche verteilungspolitischen Folgen aus diesen Kostenwirkungen zu ziehen sind, muß auch für den Umweltschutz zentrale Bedeutung zugemessen werden, da Umweltpolitik nicht ohne Berücksichtigung von Verteilungsaspekten betrieben werden kann. Weil aber die empirische Basis von Verteilungsüberlegungen unvollkommen ist, muß zunächst von Plausibilitätsüberlegungen ausgegangen werden; daher sind auch für die beiden ersten Typen — Schadens- und Ausweichkosten — definitive Aussagen kaum möglich. Sicher ist aber, daß die niedrigeren Einkommensschichten tendenziell einer größeren Umweltbelastung gegenüberstehen als höhere Einkommensschichten. Gesichert erscheint jedoch auch, daß die höheren Einkommensschichten ein höheres Niveau an Ausweichkosten (Klimaanlagen, längere Wege zur Arbeitsstelle, usw.) in Kauf nehmen, so daß Kompensationswirkungen vermutet werden dürfen. Für den Bereich der Schadenskosten kommt der CEO zu der Erkenntnis, daß die niedrigeren Einkommensschichten zwar einer relativ unwirtschaftlichen Umwelt ausgesetzt sind und weniger natürliche Erholungsmöglichkeiten nutzen können, weil die entsprechenden Ausweichkosten zu hoch sind bzw. Zugangsprobleme auftreten. Nach seiner Auffassung stellen sich diese Probleme aber keineswegs so drängend dar, da sich die direkt betroffenen Einkommensschichten aufgrund anderer, für sie vorrangiger Bedürfnisse (Einkommen, Ernährung, Wohnung) nur wenig "betroffen" fühlen. Dementsprechend sind nach seiner Analyse auch hauptsächlich die höheren Einkommensschichten mit Ausweichkosten belastet, da nach Annahme des Council niedriger Einkommensschichten gar nicht an Ausweichreaktionen interessiert sind. Diese Sicht erscheint jedoch einseitig, zumal andererseits den Schadenskosten, die von den niedrigeren Einkommensschichten in Form von Gesundheitsbeeinträchtigungen usw. zu tragen sind, auch noch der Nutzen-

entgang durch Nichtrealisierung derjenigen Möglichkeiten, für die die höheren Einkommensgruppen mit Ausweichkosten bezahlen, hinzugerechnet wird. Im übrigen ist auch die Argumentation, niedrigere Einkommensgruppen seien durch Umweltverschmutzung weniger "betroffen" ("less concerned"), nicht stichhaltig, da Umweltqualität Eigenschaften eines "öffentlichen Gutes" besitzt. Infolgedessen erscheinen auch Eingriffe in die individuellen Präferenzen zugunsten eines erweiterten Umweltbewußtseins berechtigt, was wiederum Kostenhöhe und Verteilung beeinflusst (MUSGRAVE, 1966; MACKSCHEIDT, 1973).

612. Der dritte Kostentyp – die Planungs- und Überwachungskosten – fällt entweder direkt im staatlichen Budget oder bei staatlichen Sonderbehörden an, so daß im wesentlichen eine Finanzierung über die Steuerbelastung erfolgt. Diese ist für die USA insgesamt leicht progressiv, ein auch für die letzte Kostenkategorie bedeutsamer Faktor.

Vermeidungs- und Beseitigungskosten treten im öffentlichen wie auch im privaten Sektor auf. Ihre Verteilung auf Einkommensgruppen ist eine Folge der Finanzierungsart: Sie äußern sich in höheren Steuern, wenn das Gemeinlastprinzip angewendet wird, dagegen bei Anwendung des Verursacherprinzips in veränderten relativen Preisen. Verfolgen wir hier einige Grundüberlegungen, so gilt für den öffentlichen Sektor tendenziell, daß die Progressivität des Einnahmensystems mit der föderalen Ebene abnimmt. Je nach Zusammensetzung und Finanzierung (Steuer, Anleihe, Finanzausgleich) öffentlicher Ausgabenprogramme ergeben sich hier differenzierte Verteilungswirkungen. Am Beispiel einer Gebühr für die Abwasser- oder Abfallbeseitigung zeigt sich, daß niedrigere Einkommensgruppen relativ um so stärker belastet sind, je weniger die Abwasser- oder Abfallmenge mit dem Einkommen korreliert. Daher ist zu vermuten, daß mit sinkender Beteiligung der Einnahmearten höherer föderaler Ebenen an Umweltschutzprogrammen auch die Regressivität der Kostenverteilung auf die verschiedenen Einkommensgruppen zunimmt. Wie der CEQ im einzelnen nachweist, wirken bei Anwendung des Verursacherprinzips private Umweltschutzausgaben im Bereich des Energie- und Automobilssektors stark regressiv: hingegen dürften sich in den übrigen Sektoren im Durchschnitt proportionale Verteilungswirkungen ergeben. Die Gesamtaussage einer in diesem Falle leicht regressiven Verteilungswirkung läßt sich indessen nicht ungeprüft auf die Verhältnisse anderer Volkswirtschaften übertragen (siehe 2.3.2).

5.2.3 Volkswirtschaftliche Kosten des Umweltschutzes als Zielverzicht

613. Der Sachverständigenrat wendet sich nunmehr der Diskussion eines Kostenkonzeptes zu, daß ihm aus mehreren Gründen sinnvoll erscheint und im weitesten Sinne aus der heute wohl allgemein akzeptierten Social-Costs-Definition und dem Opportunitätskostenprinzip (Kosten der nächstbesten Verwendung) hervorgeht.

Geht man davon aus, daß im Wirtschaftsprozess private Kosten von Produktion und Konsum auftreten, die generell marktmäßig bewertet sind – d.h. für den Ge- und Ver-

brauch solcher Güter und Dienste existieren Marktpreise – so muß hinzugefügt werden, daß der Prozeß des Ge- und Verbrauchs solcher Güter soziale Zusatzkosten im Sinne einer Belastung Dritter produziert, die nicht marktmäßig abgegolten werden und (generell unterstellt) umweltbelastend wirken. Nunmehr lassen sich "volkswirtschaftliche Kosten" als Aggregat dieser beiden Größen "private Kosten" und "soziale Zusatzkosten" im Sinne irgendwie bewerteter negativer externer Effekte von Produktion und Konsum darstellen. Diese volkswirtschaftliche Kostengröße ist, soweit sie auf Produktion und Konsum bezogen ist und damit Probleme der Zielbewertung auf höchster Ebene umgeht, zumindest zum Teil operationalisierbar. Selbst wenn wir aber unterstellen, daß es immer kaum operationalisierbare Teile dieses Kostenaggregats geben wird, so kann sich diese Gesamtbetrachtung als nützlich erweisen, wenn man nämlich "volkswirtschaftliche Kosten" als Zielverzicht generell charakterisiert. Dabei ergibt sich:

- (1) Mit Hilfe des im weiteren zu erläuternden Konzepts der Zielverzicht bei umweltpolitischen Maßnahmen ist es möglich, je nach Höhe der föderalen Ebene unterschiedliche Zielabwägungen (trade-off) durchzuspielen (hypothetisches Beispiel: Kommunale Investitionen in Müllverbrennungsanlagen "kosten" 2 Schulen).
- (2) Wegen dieser Möglichkeit eines direkten Alternativenvergleichs dürfte ein solches Konzept in besonderem Maße für aktive Öffentlichkeitsarbeit und Willensbildung geeignet sein.
- (3) Gehen wir von einer Grundentscheidung zugunsten des Verursacherprinzips aus, so ist eine Disaggregation der volkswirtschaftlichen Kosten nach den Kriterien der Internalisierungsstärke und des Internalisierungsprozesses möglich.

614. In diesem Gutachten wurde vielfach darauf hingewiesen, daß die Probleme des Umweltschutzes komplex sind. Die für eine vollständige Beseitigung aller Umweltschäden oder Gefahren erforderlichen Instrumente und Maßnahmen wären derart vielgestaltig, vor allem mit derart hohen Aufwendungen verbunden, daß es nicht möglich erscheint, einen umfassenden Umweltschutz ad hoc und mit nur einem Planungsträger durchzuführen. Umweltschutz ist daher, wie bereits betont, ein typisches Beispiel für eine Politik des "muddling through" (LINDBLOM, 1959) oder der fallweisen Planung, der Gegenposition zum mehr ganzheitlichen Ansatz des "comprehensive planning"¹⁾ (siehe hierzu 2.1). Dieser spezielle Politiktyp folgt auch daraus, daß der technologische Stand zur Vermeidung oder gar Beherrschung und Kontrolle von Umweltgefahren nicht das zur Lösung der Gesamtproblematik notwendige Niveau erreicht hat. Es muß hinzugefügt werden, daß weder die Mittel der öffentlichen Hand noch die Finanzkraft der Privatwirtschaft für eine totale Beseitigung der Umweltgefahren ausreichen. Diese Aussage gilt allein schon für die graduelle Beseitigung gegenwärtiger sowie die Verhinderung zukünftiger Schäden, erst recht für eine Politik des "Garten von Eden". Der Versuch einer Metamorphose von der "Cowboy-Wirtschaft" zur "Astronauten-Wirtschaft" (BOULDING, 1968) erfordert daher im besonderen Maße gerade ökonomische Kalküle.

¹⁾ Vgl. auch die diesen Gegensatz relativierenden Ausführungen bei Y. Dror, Comprehensive Planning: Common Fallacies versus Preferred Features, in: F. van Schlagen (Hrsg.), Essays in Honour of Professor Jac. P. Thijsse, The Hague 1972, S. 89f.

Für eine solche Politik der fallweisen Planung spricht auch die Tatsache, daß zu rigorose Auflagen, die wie Rationierungsmaßnahmen wirken, gegenüber der Industrie Kosten hervorrufen können, die im Rahmen des traditionellen Wirtschaftsablaufs nicht zu bewältigen wären. Damit ergibt sich die Gefahr des Auftretens volkswirtschaftlicher oder auch nur branchenmäßiger Krisen, was über eine Schwächung der internationalen Konkurrenzfähigkeit, insbesondere für ein exportintensives Land, auch Rückwirkungen auf alle anderen Bereiche der Volkswirtschaft haben kann. Zu einschneidende Auflagen würden die gesamtwirtschaftliche Ressourcenausstattung schwächen und damit letztlich weitere Umweltschutzmaßnahmen unmöglich machen, ein allgemeiner negativer Aufschaukelungsprozeß wäre die Folge und der Anfang einer pervertierten Version eines Umweltzusammenbruchs im Sinne Meadows'. Eine Politik nach dem Vcrursacherprinzip gleicht somit einer Gratwanderung zwischen weiterer Umweltgefährdung, gelungener Anlastung der sozialen Zusatzkosten und volkswirtschaftlicher Depression. Eine "erfolgreiche" Umweltschutzpolitik darf sich daher nicht nur nach dem Postulat einer störungsfreien Umwelt richten, sondern muß gleichrangig die Bedingungen wirtschaftlicher Vertretbarkeit beachten (siehe dazu ausführlich 2.3.2).

615. Bei allen Maßnahmen des Umweltschutzes gilt es dabei, das Optimum zwischen den durch Umweltschutz erzielbaren Vorteilen und den damit zwangsläufig verknüpften Nachteilen an anderer Stelle zu finden: das Ziel wäre in der Ermittlung eines derartigen "trade-offs" im Bereich volkswirtschaftlicher Kosten und Nutzen des Umweltschutzes analog der zwischen den Zielen Preisniveaustabilität und Vollbeschäftigung diskutierten "Phillips-Kurve" zu sehen. Die Fixierung derartiger trade-offs stößt jedoch auf die Schwierigkeit, daß weder für die Kosten- noch insbesondere für die Nutzenseite objektiv eindeutige Feststellungen möglich sind, vielmehr erstrangig subjektive Bewertungen auftreten. Jeweils nach dem Bewertungshorizont, nach den Bewertungskriterien und letztlich auch nach der Zusammensetzung von Bewertungsgruppen werden sich immer mehrere trade-off-Varianten finden lassen. Somit ist offenkundig, daß diese trade-off-Punkte nicht "einfach" zu ermitteln sind, sondern daß ebenso die Randbedingungen, unter denen diese trade-off-Punkte festgelegt werden, definiert werden müssen. Das wiederum führt zu der Feststellung, daß trade-offs sozialdefiniert sind, d. h. daß auch die Prozesse der Definition dieser Punkte für einen realistischen Umweltschutz erkannt, beschrieben und kontrollierbar gemacht werden müssen. Somit liegen die Schwierigkeiten einer Umweltpolitik und auch die Probleme einer Evaluierung volkswirtschaftlicher Kosten des Umweltschutzes in der generellen Vernetzung der einzelnen Systeme begründet, in der immer noch geringeren Kenntnis der Systemzusammenhänge und in den Wesenseigenschaften eines Typs "inkrementaler" Politik: Ziel einer derartigen Politik muß es sein, das Umweltsystem zu stabilisieren, ohne gleichzeitig durch partielle "Überstabilisierung" den Zusammenbruch anderer Systeme und/oder den Zusammenbruch des Gesamtsystems zu provozieren.

616. Jeder Kostendiskussion liegt die Erkenntnis zugrunde, daß für wahrnehmbar knappe Leistungen irgendwelcher Art irgendwo, irgendwann und irgendjemand letztlich bezahlen muß; dies ist keine neue Erkenntnis (DOLAN, 1971). Hier-

aus ergibt sich jedoch die Norm, das ökonomische System so umzugestalten, daß die verborgenen Kosten sichtbar gemacht werden. — "dies im Hinblick auf das Endziel, daß niemand, der die Umwelt beansprucht, entweichen kann, ohne dafür zu bezahlen" (JÖHR, 1972). Damit ist evident, daß letztlich für eine Umweltschutzmaßnahme entweder in einem öffentlichen oder einem privaten Plan ein in Geldeinheiten ausdrückbarer Posten erscheinen muß. So gesehen ist es in letzter Instanz der pagatorische Kostenbegriff, mit dem operiert werden muß und mit dem in praxi auch operiert wird.

Jeder Entscheidung über einen bestimmten Geldbetrag ist dabei ein Entscheidungsfindungsprozeß vorgeschaltet, in dessen Verlauf die an einer Entscheidung beteiligten Planungsträger mehr oder weniger explizit den Nutzen des Umweltschutzes den Kosten gegenüberstellen, die dadurch entstehen, daß auf eine Verwendung der Mittel für andere Ziele verzichtet wird. Nach dieser Interpretation handelt es sich dabei um Opportunitätskosten oder in einer neueren Definition um Zielverzicht. "Kosten sind das Ergebnis jeder Handlung, die irgendjemand zwingt, auf die sonst mögliche Realisierung eines oder mehrerer seiner Ziele — für ihn spürbar — ganz oder teilweise zu verzichten" (G. KIRSCH, 1971).

617. Bei der Diskussion über volkswirtschaftliche Kosten sind daher letztlich immer in Geldeinheiten meßbare Aufwendungen gemeint. Jeder Diskutant verbindet dabei den bewußten Geldbetrag mit weniger konkreten, zumindest aber nicht direkt in Geldeinheiten meßbaren Zielverzichten oder entgangenen Nutzen. Daher ist es wahrscheinlich, daß in bezug auf den gleichen Geldbetrag unterschiedliche Zielverzichte realisiert werden, je nachdem, welcher Planungsträger sein Kalkül aufstellt. Der hier verwandte Kostenbegriff stellt sich damit als im eigentlichen Sinne "planungsträgerbezogen" dar, d. h., "volkswirtschaftliche Kosten" sind als Realisierungsverzichte innerhalb eines Spektrums volkswirtschaftlicher und damit staatlicher Ziele zu interpretieren.

Der zu diesem planungsträgerbezogenen Kostenkonzept hinführende Prozeß läuft dabei modellhaft wie folgt ab:

Zunächst entstehen im Verlauf von Umwelt-Beeinträchtigungen oder -Verschmutzungen und -Belastungen aller Art wirtschaftliche Lasten. Es werden volkswirtschaftliche Ressourcen in Anspruch genommen, ohne daß ein bewußter Prozeß zur Entscheidung über Zielverzichte in Gang gekommen wäre. Es kommt, anders ausgedrückt, zu ungeplanten Zielverzichten, beispielsweise dann, wenn eine Verunreinigung des Wassers zu nicht vorhersehbaren gesundheitlichen Schäden führt. Irgendwann werden diese Lasten dann bemerkt, sei es von dem Betroffenen selbst, sei es von öffentlichen Stellen, und zwar dann, wenn private oder politische Ziele tangiert sind. Ist diese Merkschwelle überschritten, werden Maßnahmen ergriffen, d. h., es werden bisher ungeplante Zielverzichte an ungeplanten Stellen in geplante Zielverzichte transformiert. Offensichtlich ist der Umsetzungszwang von "Lasten" in "Kosten" um so größer, je näher der "point of no return" eines Umweltsystems heranrückt.

618. In diesem Umsetzungsprozeß entstehen nun volkswirtschaftliche Kosten auf direktem und indirektem Weg.

Umweltqualität ist im eigentlichen Sinne ein öffentliches Gut (siehe dazu 2.2); dabei kann es

- (1) öffentlich produziert werden durch staatliche Investitionen in Umweltschutzeinrichtungen
- (2) privat produziert werden durch Anlastung der Umweltkosten via Verursacherprinzip gegenüber den Privaten mit entsprechenden Vermeidungsreaktionen.

Betrachtet man unter diesem Produktionsaspekt des öffentlichen Gutes "Umweltqualität" die Kostenseite, so entstehen im Fall (1) direkte volkswirtschaftliche Zielverzichte im Sinne der Budgetverlagerung zugunsten des Ziels Umweltqualität und zuungunsten anderer gesamtwirtschaftlicher Ziele. In diesem Fall wird allein der öffentliche Planungsträger tätig, andere Planungsträger sind nicht eingeschaltet. Die Auseinandersetzung um potentielle Zielverzichte findet daher auch allein auf der politischen Ebene statt; es geht beispielsweise um mehr Umweltschutz, oder mehr äußere, innere oder soziale Sicherheit.

Analysiert man den Fall (2), bei dem das Gut Umweltqualität letztlich privat produziert wird, so entstehen zum einen direkte private Zielverzichte durch Anlastung der sozialen Zusatzkosten der Produktion (Beispiel Preissteigerung). Zum zweiten sind indirekte volkswirtschaftliche Zielverzichte durch Gefährdung anderer gesamtwirtschaftlicher Ziele außer Umweltschutz in Betracht zu ziehen. Wenn beispielsweise Auflagen zur Abgasentgiftung den Automobilkauf verteuern, dann werden aus privaten Kosten oder Zielverzichten im Rahmen des privaten Budgets dann volkswirtschaftliche Kosten, wenn ein politisches Ziel – beispielsweise Vollbeschäftigung – verletzt wird. Dabei muß es vordringliche Aufgabe der Forschung sein, solche Übergänge der Zielebenen zu prognostizieren. Als drittes besteht die Möglichkeit von direkten volkswirtschaftlichen Zielverzichten, wenn infolge verringerter staatlicher Einnahmen Ausgabenkürzungen und damit Zielverzichte bei der Erstellung anderer öffentlicher Güter in Kauf genommen werden müssen.

619. Eine budgetäre Einigung auf einen bestimmten Geldbetrag oder eine bestimmte Maßnahme bedeutet mithin nicht, daß für alle direkt oder indirekt Beteiligten auch die gleichen Zielverzichte vorliegen müssen. Es bedeutet bestenfalls, daß ein Konsens in bezug auf das Verhältnis zwischen Gesamtnutzungen und Gesamtnutzenverzicht hergestellt ist, das von allen Entscheidungsbeteiligten (Planungsträger) positiv beurteilt bzw. als Kompromiß allseits akzeptiert wird. Bezogen auf die einzelnen Planungsträger bzw. Planungsebenen führt dies zu der Erkenntnis, daß im Kontext des Umweltschutzes ein "kostenfunktionaler Föderalismus" (OLSON, 1965; NEUMANN, 1971) in dem Sinne festzustellen ist, als sich die jeweiligen Zielverzichte je nach Aufgaben- und Ausgabenbereichen der öffentlichen Planungsträger unterschiedlich stellen. Es läßt sich damit die Tendenzaussage machen, daß, je niedriger die föderale Planungsebene angesiedelt ist, eine Berechnung der Kosten von Umweltschutzmaßnahmen gemäß dem umfangmäßig geringeren Zielspektrum und damit Spektrum der Zielverzichte konkreter vor sich gehen kann und wird als auf den höheren föderalen Ebenen. Die Durchsetzbarkeit und der Gestaltungsraum der Maßnahmen dürfte dann auf

höheren Ebenen – bedingt durch eine verstärkte Pluralität der Ziele, eine größere Wahrscheinlichkeit der Diffusion der Umweltschutzausgaben über verschiedene Ausgabenblöcke und damit viele, kleine Zielverzichte – bedeutend höher als auf niedrigeren föderalen Ebenen anzusetzen sein. Die ins spezielle gehende Diskussion dieses planungsträgerbezogenen Kostenbegriffs für den Umweltschutz muß aber zunächst bei den möglichen Planungsträgern selbst beginnen.

620. Die Privaten als Planungsträger besitzen einen mehr oder weniger kleinen, überschaubaren Zielbereich, der durch Wachstumsstreben unter Kostengesichtspunkten (Unternehmungen) oder Bedürfnisbefriedigung durch Einkommensverwendung (private Haushalte) ausgefüllt ist. Zwar denkt auch der Private ideell in Opportunitätskostenkategorien und damit in Zielverzichten; diese sind aber durch bestimmte Investitionsrechnungen oder getätigte Käufe zumindest ex post exakt in Geld ausdrückbar. Vor allem aber gilt, daß für den Privaten generell kein anderes als sein eigenes Ziel in Frage kommt und kein anderer Gestaltungsraum als der gegeben ist, der durch die spezifische private Tätigkeit determiniert wird. Das bedeutet, daß, wenn ein Privater aus seinem begrenzten Mittelvorrat Ressourcen für den Umweltschutz aufwendet, diese bei der Realisierung seiner anderen möglichen Ziele zwangsläufig entfallen müssen. Im Ausmaß dieses Zielrealisierungsverzichts entstehen dem Privaten dann privatwirtschaftliche Kosten des Umweltschutzes. Würden diese privaten Umweltschutzmaßnahmen unterbleiben, so entstünden Umweltschäden, die die Gesellschaft belasten, also als volkswirtschaftliche Lasten bezeichnet werden können. Es soll, wie bereits bemerkt, in diesem Zusammenhang der Begriff der volkswirtschaftlichen Lasten und nicht der volkswirtschaftlichen Kosten verwandt werden, weil letzterer allein aus der "Sicht der Gesellschaft" – durch welche Prozesse oder Gruppeninteressen sich diese auch gebildet haben mag – und nicht aus der Sicht der Privaten entstehen kann.

621. Bei dem föderal am niedrigsten angesiedelten öffentlichen Planungsträger des Umweltschutzes – der Gemeinde – sind zwei Fälle zu unterscheiden.

Zum ersten: Die Gemeinde wendet Mittel für die Beseitigung oder für das Nichtentstehen selbst verursachter Umweltschäden auf.

Das bedeutet, daß aus der Sicht der Gemeinde kommunale Kosten durch Zielverzichte entstehen, denen aber auch kommunale Nutzen durch Umweltschutz gegenüberzustellen sind. Es treten daher Kosten auf in Höhe der in Geld ausgedrückten Ressourcen-Verwendung sowie Opportunitätskosten in Höhe der entgangenen Nutzen der nächstbesten anderen Verwendung dieser Ressourcen. Damit aber ist das Problem der Meßbarkeit und Bewertung der Zielverzichte nicht zu lösen, weil die nächstbeste Verwendung mit völlig anderen Maßstäben gemessen wird als die programmatische Maßnahme des Umweltschutzes als erstbeste Verwendung. Zur Messung der Kosten des Umweltschutzes müßte man auf eine in Nutzeneinheiten bestimmte Rangordnung kommunaler Ziele zurückgreifen können, die zumindest aber eine ordinale Abfolge widerspiegeln sollte (HESSE, 1972). Kann man sich auf eine solche Rangfolge zurückziehen, dann ist sicherlich die Aussage möglich, daß, je weiter nach unten – gemessen in der Prioritätsskala gemeindlicher Ziele – das nächstbeste Ziel vom Ziel "Um-

weltqualität“ entfernt ist, desto geringer auch die kommunalen Kosten des Umweltschutzes anzusetzen sind.

Zum zweiten: Die Gemeinde wendet Mittel für die Beseitigung und für das Nichtentstehen privat verursachter Umweltschäden auf.

Das bedeutet, daß aus der Sicht der Gemeinde kommunale Kosten als Zielverzicht entstehen, denen einzelwirtschaftlich zurechenbare Nutzen in Form unverminderter Zielrealisierung der Privaten sowie gemeindegemeinschaftliche Nutzen in Form einer sauberen Umwelt gegenüberstehen.

622. Die höheren föderalen Ebenen – Länder – und Bundesebene – weisen eine weitgehende Gleichartigkeit der Probleme auf. Hier ist festzustellen, daß es sich um einen erweiterten – den größten nationalen und bisweilen in gewissem Maße internationalen – Zielbereich handelt, der sich dadurch, daß a priori keine objektiven Maßstäbe für die Bestimmung öffentlicher Aktivitäten existieren (MACKSCHEIDT, 1973), im Prinzip als weitgehend "intangibel" darstellt. Die auf Gemeindeebene gedanklich und wohl auch noch empirisch mögliche Bestimmung der "differential incidence" (MUSGRAVE, 1966) zugunsten von Umweltschutzausgaben und zu Lasten anderer, durch Ausgabenblöcke repräsentierter Ziele sowie die dadurch mögliche Bestimmung kommunaler Kosten wird auf dieser hohen föderalen Ebene wegen der verstärkten Zielpluralität unrealistisch. Eine politische Entscheidung begrenzt daher die Auswahl der Ziele, bei denen Verzicht entstehen dürfen und können. Sonst ist die für den kommunalen Bereich beispielhaft skizzierte Problematik auf höherer Ebene tendenziell die gleiche; der "Umfang" der betroffenen Gesellschaft vergrößert sich nur parallel mit den zu realisierenden Zielen bzw. zu erleidenden Zielverzichten.

623. In diesem Zusammenhang sind einige Überlegungen zur Finanzierung des Umweltschutzes zu ergänzen. Wenn, wie bereits bemerkt (2.2), die Umwelt ein öffentliches Gut darstellt und für sie kein Markt existiert, so muß hier prinzipiell mit einer "free rider" ("Trittbrettfahrer")-Haltung gerechnet werden: Ein Teil der Konsumenten verdeckt seine Präferenz für öffentliche Güter, um nicht zur Finanzierung herangezogen zu werden. Daher muß der Anstoß zu Umweltschutzmaßnahmen zwangsläufig von der öffentlichen Hand ausgehen. Damit steht allerdings noch nicht endgültig fest, wer die Finanzierung übernimmt. Diese Aussage gilt mit der Einschränkung, daß langfristige Gewinnkalküle auch die Unternehmen veranlassen können, umweltfreundliche Produktionsabläufe zu installieren oder umweltfreundliche Produkte herzustellen. Dies wird besonders im Falle des drohenden Raubbaus bei Bodenschätzen und bei absehbarer Erschöpfung von Rohstofflagern auftreten und ist eine Funktion der jeweiligen Marktformen sowie des effektiven Freiheitsraumes zur Ausnutzung einer free-rider-Position. Von diesem Fall aber soll hier abgesehen werden.

624. Grundsätzlich sind zwei Finanzierungsmöglichkeiten denkbar:

Zum einen kann die öffentliche Hand die Ausgaben des Umweltschutzes selbst finanzieren, wobei zu fragen ist, auf welcher föderalen Ebene dies zweckmäßigerweise geschehen soll und weiter, ob es sich um selbst oder fremd verur-

sachte Umweltschäden handelt. Fremde können dabei sowohl die Privaten als auch die jeweils anderen Gebietskörperschaften oder sogar das Ausland sein. Zum anderen kann die öffentliche Hand Gesetze erlassen, die die jeweils "Fremden" zur Finanzierung zwingen – die generelle Anwendung des Verursacherprinzips. In jedem Fall ist aber folgende Überlegung anzustellen:

Die Beseitigung oder Verhinderung eines Umweltschadens erfordert den Einsatz von knappen Ressourcen und damit Zielverzicht nach Maßgabe der Zielbereiche der Planungsträger. Damit entsteht eine Wirkungskette, die beim einzelnen Privaten beginnt und sich über Gemeinden, Länder und Bund fortsetzt. Die Einsatzstelle der zu ergreifenden Maßnahmen wird zumindest durch einen Extrempunkt bestimmt, der dort liegt, wo die gerade noch von dem betreffenden Umweltschaden berührte Entscheidungsebene angesiedelt ist. Auf höherer Ebene anzusetzen, wäre unsinnig, weil dort der Umweltschaden kein Ziel mehr berührt, seine Beseitigung daher nur Kosten, jedoch keine Nutzen mit sich bringt. Verfolgt man nun von dieser Extremstelle aus die Wirkungskette in umgekehrter Richtung bis zum Verursacher und analysiert, auf welcher Planungsebene welche Ziele von welcher Maßnahme berührt werden, so ergeben sich volkswirtschaftliche Kosten dort, wo die berührten Ziele allgemeine Ziele sind: Volkswirtschaftliche Kosten entstehen daher nach Maßgabe des Entscheidungsfeldes des Entscheidungsträgers. Es ergibt sich also, daß die Höhe der volkswirtschaftlichen Kosten a priori nicht determiniert ist. Mithin kann nicht gesagt werden, daß ein ganz bestimmter Betrag volkswirtschaftlicher Kosten existiert, weil der Umweltschutz eine ganz bestimmte Menge an in Geldeinheiten meßbaren und addierbaren Ressourcen absorbiert. Feststellbar ist lediglich, daß dieser Ressourceneinsatz einen Verzicht auf zumindest teilweise Realisierung anderer staatlicher Ziele – also volkswirtschaftliche Kosten generell – mit sich bringt. Es existieren bestenfalls operationalisierbare und quantifizierbare Zieldefinitionen, durch die Abweichungen bei Mittelentzug meßbar gemacht werden können; vergleichbar sind diese Zielverzichte damit aber noch nicht: Die Entscheidungsfindung bleibt ein Verständigungsproblem auf der Basis nicht weiter begründbarer subjektiver Nutzensvorstellungen der Entscheidenden.

625. Die bereits in 2.3 getroffenen Zielüberlegungen können auf dem Hintergrund der vorangegangenen Feststellungen nunmehr wie folgt konkretisiert werden: Interpretiert man den Rahmen volkswirtschaftlicher Ziele weit, so ergeben sich insgesamt sechs Zielkomplexe, deren Aufzählung hier allerdings keine Rangordnung bedeutet: Das Ziel der Vollbeschäftigung, das auch regionale Beschäftigungsziele einschließt; das Ziel der Preisniveaustabilität, das je nach Konjunkturlage und öffentlicher Meinung unterschiedlich definiert wird; das Ziel eines angemessenen realen Wirtschaftswachstums, das gerade in bezug zum Umweltschutz geradezu fanatische Zustimmung oder Ablehnung provoziert; das Ziel einer gerechteren, d. h. gleichmäßigeren Einkommensverteilung, worunter auch eine verstärkte Nutzungsmöglichkeit öffentlicher Güter durch einkommensschwächere Gruppen angesprochen ist; das Ziel des außenwirtschaftlichen Gleichgewichts, das insbesondere durch verstärkte sowie einseitige Umweltschutzmaßnahmen tangiert wird sowie schließlich die umweltpolitische Zielsetzung selbst, die in der Realisierung auch einer Selbstbeeinflussung unterliegt.

Da es nicht möglich erscheint, generelle Aussagen zu diesen diversen Zielverzichten beim Umweltschutz zu machen, müssen Kriterien gewählt werden, anhand derer solche Zielverzichte diagnostiziert werden können. Dabei ist offensichtlich, daß eine Quantifizierung der Zielverzichte in diesem Stadium der Analyse kaum möglich sein dürfte. Als Beurteilungskriterien sind zunächst die Preiseffekte zu nennen, wobei direkte Preiseffekte, d.h. Preissteigerungen durch Umweltschutzmaßnahmen bei besonders umweltschädlichen Produkten sowie indirekte Preissteigerungen durch Verteuerung derartiger Vorleistungsgüter in Betracht kommen. Als zweites Kriterium sind die technologischen Effekte des Umweltschutzes zu beachten, die sich in Substitutionstendenzen zugunsten umweltfreundlicher Aggregate und Prozesse sowie Innovationstendenzen zugunsten eines umweltfreundlichen technischen Fortschritts aufspalten lassen. Als drittes Kriterium sind Mengeneffekte bei der Verfolgung des Umweltzieles in die Überlegungen einzubeziehen, die sich in Produktionseinschränkungen oder -stillegungen äußern können. Werden die Auswirkungen von Umweltschutzmaßnahmen auf die vorgegebenen Zielkomplexe nach diesen Kriterien analysiert, so ergeben sich die in der vorstehenden Tabelle niedergelegten Zusammenhänge als Plausibilitätsaussagen, wobei unter "Plausibilität" die größte Wahrscheinlichkeit bezüglich der Richtung eines Effekts zu verstehen ist.

626. Für das Ziel der Vollbeschäftigung läßt sich behaupten, daß eine vollständige Anlastung der sozialen Zusatzkosten der Produktion sicherlich die Zielrealisierung gefährdet, da zumindest regional spürbare Produktionseinschränkungen und Betriebsstillegungen aufgrund der gestiegenen Produktionskosten nicht ausgeschlossen werden können. Die technologischen Effekte sind allerdings in der Lage, diese Zielverzichte aufgrund der angegebenen

Kriterien längerfristig zumindest partiell zu kompensieren. Sowohl die Substitutions- wie auch die Innovationsprozesse begünstigen das Vollbeschäftigungsziel, solange der hier realisierte technische Fortschritt sich nicht als arbeitssparend herausstellt.

627. Für das Ziel der Preisniveaustabilität läßt sich wohl am eindeutigsten ein Zielverlust konstatieren: daß bei Umweltschutzmaßnahmen und -investitionen die Preise der Investitions- und Konsumgüter steigen, dürfte außer Frage stehen. In diesem Zielbereich stellen sich auch die technologischen Effekte nicht mehr zweifelsfrei als Kompensationselemente dar; so muß z.B. eine Substitution der Produktionsprozesse zugunsten arbeitsintensiverer Verfahren zwangsläufig bei steigendem Arbeitskräftebedarf zu höheren Lohnniveaus führen. Allein Innovationsprozesse können über Kapazitätseffekte ein Ansteigen des Preisniveaus mindern.

628. Bei der Beurteilung der Auswirkungen des Umweltschutzes auf das Wirtschaftswachstum ist von den bereits (2.3.2) entwickelten grundsätzlichen Überlegungen auszugehen. Mögliche Zielkonflikte ergeben sich hier aus der Umlenkung gesamtwirtschaftlicher Ressourcen zu Lasten der Zuwachsraten des materiellen Wohlstandsniveaus. Wegen der bislang mangelnden Bewertung der Umweltnutzung im herrschenden Wachstumsindikator des Sozialprodukts sind die entsprechenden Auswirkungen jedoch zurückhaltend zu interpretieren. Prozeßinnovationen lösen zudem gegenläufige Effekte aus, die sich insbesondere über erwünschte Strukturveränderungen produktivitätssteigernd und damit wachstumsfördernd auswirken.

629. Aussagen über die Verteilungswirkungen des Umweltschutzes sollten ebenfalls auf dem Hintergrund der be-

Harmonien (+) und Antinomien (-) von Umweltschutz und anderen gesamtwirtschaftlichen Zielen.

Effekte bei Umweltschutz Ziele	Preiseffekte (short-run)		technologische Effekte (long-run)		Mengeneffekte - Einschränkung - Stillegung
	direkte	indirekte	Substitution	Innovation	
Vollbeschäftigung (auch regional)	-	-	+	kap. spar. + arb. spar. -	-
Preisniveaustabilität	-	-	-	+(Kapazitätseffekt)	-
reales Wirtschaftswachstum (ausgedrückt im traditionellen BSP-Indikator)	- kurzfr.	- kurzfr.	-	+	kurzfr. - langfr. + (Struktureffekt)
personelle Einkommensverteilung	-	-	-	-	kurzfr. -
außenwirtschaftliches Gleichgewicht	+	+	+	-	+
Umweltqualität	-	-	+	+	-

reits erläuterten generellen Kriterien (2.3.2) interpretiert werden. Zwar gilt tendenziell, daß sich die Realeinkommenssituation der Bezieher niedrigerer Einkommen infolge der steigenden Preise zumal einkommensunelastischer Güter relativ verschlechtert. Inwieweit diese Wirkung durch positive Verteilungswirkungen einer verbesserten "Lebensqualität" abgeschwächt oder gar kompensiert wird, entzieht sich indessen bisher einer genauen Beurteilung.

630. Das Ziel des außenwirtschaftlichen Gleichgewichts dürfte bei der Ausgangslage eines erheblichen Leistungsbilanzüberschusses kaum gefährdet werden. Im Gegenteil werden Preis- und Mengeneffekte des Umweltschutzes tendenziell zur Erreichung eines Gleichgewichts beitragen — allein Prozeßinnovationen könnten langfristig diese Tendenz mindern oder sogar — wenn auch unwahrscheinlich — überlagern. Es sei allerdings ausdrücklich vermerkt, daß gerade die Annahme eines überoptimalen Leistungsbilanzüberschusses tendenziell problematisch wird.

631. Das umweltpolitische Ziel selbst wird in dynamischer Betrachtung durch die technologischen Effekte vorheriger Umweltschutzmaßnahmen sicherlich nur positiv beeinflusst. Problematisch aber ist zu diesem Zeitpunkt eine Prognose der sektoralen Preis- und Mengeneffekte. Anzunehmen ist allerdings, daß bei allgemein steigenden Preisen und relativ vermindertem industriellem Output auch die pagatorischen Kosten des Umweltschutzes steigen, so daß hier Eigenverzichte des Umweltziels in der Zeit auftreten können.

632. Als Ergebnis ist daher festzuhalten, daß Umweltqualität in der vorstehenden Betrachtung als relativ "teures Ziel" erscheint, da es in der Regel — mit Ausnahme des Ziels eines "außenwirtschaftlichen Gleichgewichts" — mit gewissen Verzichten bei der Realisierung anderer gesamtwirtschaftlicher Ziele einhergeht. Diese Aussage ist jedoch solange inhaltsleer, als

- weder das Ausmaß der umweltpolitischen Zielerfüllung
- noch die mit der verbesserten Umweltqualität verbundenen Zielgewinne, ebenfalls ausgedrückt in gesamtwirtschaftlichen Opportunitätskosten,

hinreichend bekannt sind. So nehmen zwar mit wachsendem Grad der Internalisierung tendenziell die gesamtwirtschaftlichen Zielverzichte infolge des Umweltschutzes zu. Gleichzeitig steigen jedoch auch die umweltpolitischen Zielgewinne, und zwar nach Maßgabe der hierdurch vermiedenen Schadens- und Ausweichkosten. Dieser Zielgewinn kann aber — und wird zumal in einer umweltpolitisch ungünstigen Ausgangslage — die anderweitigen Zielverzichte durchaus überkompensieren, so daß ein verstärkter Umweltschutz auch gesamtökonomisch vorteilhaft erscheint.

633. Bemühungen, die hier aufgezeigten volkswirtschaftlichen Zielverzichte für bestimmte Umweltschutzmaßnahmen zu operationalisieren, müssen sich wegen der dargestellten Grundprobleme auf Meßansätze der pagatorischen Kosten beschränken. Dabei sind einige generelle, auf Effekte der Internalisierung bezogene Folgerungen zu berücksichtigen. Maßnahmen des Umweltschutzes mit dem Ziel der Internalisierung sozialer Zusatzkosten bewirken Veränderungen der Nutzung nationaler Ressourcen sowie

Verschiebungen der nationalen und internationalen Wettbewerbssituation verschiedener Produktionssektoren. Untersuchungen zum Bereich von Preis- und Kostenveränderungen durch Umweltschutzmaßnahmen müssen daher immer verschiedene Effekte unterscheiden. Als solche Effekte können auftreten (FAZIO & LO CASCIO, 1972):

(1) Direkte Auswirkungen auf die Produktionskosten

Diese Effekte treten nach Maßgabe des Grades auf, mit dem die Unternehmen durch Umweltschutzmaßnahmen belastet werden, d. h. letztlich auch nach Maßgabe der Realisierung des Verursacherprinzips. Finden Umweltschutzmaßnahmen ihren monetären Ausdruck in Ausgaben der betroffenen Unternehmen für Umweltschutzgüter, dann ist davon auszugehen, daß die Preiseffekte auch von der Marktform dieses speziellen industriellen Umweltschutzsektors abhängen. Die Preiseffekte werden dann um so geringer ausfallen, je intensiver die Konkurrenz auf diesen Märkten ist.

(2) Direkte technologische Effekte

Direkte technologische Effekte hängen z. T. von diesem ersten Effekt auf die Kostenstruktur der Unternehmen ab, und zwar nach Maßgabe der Substitutionsbreite der Produktionsfaktoren innerhalb der Produktionsfunktion des umweltbelastenden Sektors. Die Anwendung neuer und umweltfreundlicher Technologien ist dabei sicherlich eine Funktion des Grades, mit dem die Unternehmen gezwungen sind oder werden können, Kosten der Umweltschutzprogramme zu internalisieren. Da sich neue Technologien letztlich in Investitionen, d. h. in Netto- und Reinvestitionen als "embodied technical progress" manifestieren, ist zu vermuten, daß sich der technologische Innovationsprozeß durch umweltschützende Auflagen im Vergleich zur autonomen Entwicklung beschleunigt. Mit der Veränderung des technologischen Niveaus variiert auch die Kostenstruktur der jeweiligen Industrie, und zwar abhängig vom "replacement effect" neuer Kapitalgüter gegenüber alten und abhängig vom technischen Fortschritt generell.

(3) Direkte Preiseffekte

Als Resultat der direkten Effekte von Umweltschutzmaßnahmen auf die Produktionskosten werden die Unternehmer versuchen, die entstehenden Kosten wenigstens teilweise auf die Preise zu überwälzen; teilweise werden sie sich sicherlich auch mit Gewinnschmälerungen abfinden müssen. Diese Reaktionen werden weitgehend von der Höhe der Stückgewinne sowie der Machtposition der betreffenden Unternehmen abhängen, d. h. von der allgemeinen Form der Märkte und der Situation des gesamten Produktions- und Finanzierungssystems.

(4) Indirekte Effekte auf Kosten und Preise

Indirekte Auswirkungen auf die Produktionskosten folgen aus den direkten Preiseffekten. Das Ansteigen der Preise gemäß dem direkten Preiseffekt führt zu einem Kostenanstieg in der Produktion entsprechend dem Anteil dieser Kostengüter am gesamten Input. Dabei können die Input-Koeffizienten in kurzfristiger Betrachtung konstant gesetzt werden, was die Behandlung dieses Problems innerhalb eines ökonometrischen Mo-

dells erleichtert. Dieser zweite Kosteneffekt wird in der Folge wiederum zu einem erneuten Preisanstieg führen, der aber geringer sein muß als der Preisanstieg aufgrund des direkten Preiseffekts, und dies aus zweierlei Gründen: Zum ersten, weil die zusätzlichen Kosten der zweiten Runde nur von einem Teil der Input-Güter abhängen, und zum zweiten, weil der Kostenanstieg nur teilweise in höheren Preisen weitergegeben werden kann. Dieser indirekte Effekt der zweiten Runde induziert wiederum eine Erhöhung der Produktionskosten in Relation zur Größe der Input-Koeffizienten und führt dann von neuem zu Preiserhöhungen usw. usw. Es leuchtet aufgrund der Bedingung, daß die Preis- und Kostensteigerungen in der jeweils folgenden Runde geringer sind als in der vorherigen, ein, daß der totale Effekt der Umweltschutzmaßnahmen gegen einen Grenzwert konvergiert.

(5) Technologische Effekte auf Kosten und Preise

Mittel- und langfristig bewirken Veränderungen des Standes der Technologie eine Verringerung der Produktionskosten, die den tendenziellen Anstieg der Kosten in kurzfristiger Analyse wenigstens teilweise kompensieren kann. Es hängt dabei von den Strukturfaktoren der verschiedenen Sektoren ab, ob diese technologisch bedingte Kostensenkung sich schließlich auch in einer Preissenkung oder aber in einer Gewinnerhöhung auswirkt. Das Gesamtergebnis jedenfalls ist ein mittel- oder langfristiger Trend von Kosten und Preisen, der sich mit der Zeit auf einem mittleren Niveau verglichen mit den kurzfristigen Effekten einpendelt.

(6) Effekte zusätzlicher Nachfrage auf das Einkommen

Die zusätzliche Nachfrage nach Investitionsgütern zur Realisierung der Umweltschutzanlagen leitet einen Multiplikatorprozeß ein, dessen Umfang sich letztlich nach dem Ausmaß ungenutzter Kapazitäten im Kapitalgütersektor richtet sowie nach dem Anteil der zusätzlichen Nachfrage, die im Inland wirksam wird. Langfristig allerdings können sich selbst bei vollständig genutzten Kapazitäten Einkommenseffekte einstellen, die durch einen Reallokationsprozeß volkswirtschaftlicher Ressourcen bedingt sind.

(7) Effekte auf die sektorale Struktur der Endnachfrage

Diese Effekte treten als Ergebnis des direkten Preiseffektes auf, da zum einen die Lebenshaltungskosten steigen und sich zum anderen die relativen Preise verschieben, und zwar gemäß dem Anteil, den die Haushaltungen letztlich an Umweltschutzkosten tragen – was natürlich auch von der speziellen Ausgestaltung der jeweiligen Umweltschutzmaßnahmen abhängt. Ergänzend können diese Einkommenseffekte auch durch zusätzliche Nachfrage nach Umweltschutzgütern hervorgerufen werden. Die sektorale Struktur des Endverbrauchs variiert mit der Veränderung der Kaufkraft nach Maßgabe des allgemeinen Preisanstiegs, mit dem Multiplikatoreffekt der zusätzlichen Nachfrage nach Umweltgütern, dem tendenziellen Anwachsen staatlicher Steuereinnahmen (Einkommenseffekt) und mit der Veränderung der relativen Preise (Preiseffekt). Die sektorale Struktur der Endnachfrage nach Investitionsgütern verändert sich zum einen mit der Variation des

Preissystems und der Zinssätze – Veränderungen, die letztlich auch davon abhängen, wie der Umweltschutz finanziert wird –, zum zweiten mit der Variation der gesamten Endnachfrage und zum dritten mit den verschiedenen Trends der Technologie. Der Effekt der Umstrukturierung der Endnachfrage berührt aber ebenso die volkswirtschaftlichen Erträge aus dem Außenhandel: Die Veränderung des nationalen Preissystems beeinflusst das Niveau von Konsum- und Investitionsgüterimporten ebenso wie das Niveau der Exporte.

(8) Effekte auf die Kosten des Faktors Arbeit

Wenn sich das Preisniveau durch Umweltschutzmaßnahmen strukturell und ebenso im Niveau verändert, werden auch die Kosten des Faktors Arbeit in einem gewissen Maße variieren; die daraus entstehenden Konsequenzen sind den zuvor beschriebenen sehr ähnlich.

(9) Effekte auf Produktionsniveau, Bruttosozialprodukt und sektoralen Beschäftigungsstand

Eine Veränderung der Produktionsniveaus, des Bruttosozialprodukts und der Beschäftigung in den verschiedenen Produktionssektoren ist eine natürliche Folge der Umstrukturierung der Endnachfrage und der Kostenstruktur der Industrie.

Die oben genannten Wissenschaftler haben in einer OECD-Studie Ergebnisse eines 54-Sektoren-Modells für die italienische Wirtschaft unter verschiedenen Umweltschutzniveau-Annahmen vorgelegt, das diese Effekte explizit berücksichtigt und z. T. quantifiziert; – im übrigen eine Studie, die aufgrund der dort aufgezeigten Möglichkeiten einer Quantifizierung von Umweltschutzkosten auch für andere Volkswirtschaften Anwendung finden sollte.

5.3 Hauptprobleme des Umweltschutzrechts

5.3.1 Verfassungsrecht

5.3.1.1 Zur Notwendigkeit eines Grundrechts auf menschenwürdige Umwelt

634. Das Grundgesetz kennt das Wort "Umwelt" oder "Umweltschutz" nicht. Auch ist in seinem Text ein Grundrecht auf eine Umwelt, die frei von schädlichen Einwirkungen auf die Gesundheit und das Wohlbefinden der Menschen ist, nicht verankert. Dies hat in der verfassungsrechtlichen Literatur eine Diskussion darüber ausgelöst, ob das Bekenntnis des Grundgesetzes zur Würde des Menschen (Art. 1, Abs. 1) und das den Freiheitsrechten des Grundgesetzes zugrunde liegende Menschenbild unter Berücksichtigung des Sozialstaatsprinzips (Art. 20 Abs. 1, Art. 28 Abs. 1) einen grundrechtlich gesicherten Anspruch des einzelnen auf eine menschenwürdige Umwelt einschließt. (Zustimmend: REHBINDER, E., 1970; RUPP, H., 1971; WEBER, W. 1971. Ablehnend: ULE, C., 1972).

In diesem Streit wird auf der einen Seite die Meinung vertreten, daß ein solches Grundrecht nicht nur den Schutz vor staatlichen Eingriffen zum Gegenstand hätte, sondern auch auf ein aktiv gestaltendes Handeln staatlicher und kommunaler Organe gerichtet wäre. Ein derartiges "soziales" Grundrecht passe nicht in das gegenwärtige System des Grundgesetzes, das die Grundrechte für den einzelnen als Abwehrrechte konzipiert habe. Dem wird von der anderen Seite entgegengehalten, gerade die Hinwendung zum Umweltschutz mache deutlich, daß die hergebrachte Dogmatik der Grundrechte als Defensivrechte der Problematik des modernen Sozialstaates nur noch bedingt entspreche. Und es wird hervorgehoben, daß die Grundrechte, würde man sie nach wie vor nur als Abwehrrechte verstehen, zur Freiheitssicherung in weiten Bereichen nicht mehr in der Lage wären.

635. Mag die wissenschaftliche Auseinandersetzung so oder so zu entscheiden sein, auf jeden Fall tritt in ihr die Unklarheit und Unsicherheit darüber hervor, wie die Frage nach dem verfassungsrechtlichen Standort des Umweltschutzes zu beantworten ist. Deshalb liegt es nahe, daß sich vor allem im politischen Bereich das Bestreben verstärkt, in die Verfassungen des Bundes und der Länder Bestimmungen über die Sicherung einer menschenwürdigen Qualität der Umwelt aufzunehmen. Als Beispiele seien genannt:

Schleswig-Holstein: Entwurf der SPD-Fraktion für ein Gesetz zur Änderung der Landessatzung (Landtagsdrucksache 7/132) und Entwurf der CDU-Fraktion für ein Gesetz zur Änderung des Gesetzes über Grundsätze zur Entwicklung des Landes — Landesentwicklungsgrundsätze — (Landtagsdrucksache 7/635); dazu Neufassung des Gesetzes über Grundsätze zur Entwicklung des Landes vom 18. Dezember 1973 (GVOBl. 1973, S. 425).

Baden-Württemberg: Gesetzentwurf der FDP/DVP-Fraktion mit dem Ziel der Aufnahme eines Grundrechtes auf menschenwürdige Umwelt vorzulegen (Landtagsdrucksache 6/115).

Rheinland-Pfalz: Aufforderung der SPD-Fraktion an die Landesregierung, den Entwurf eines Gesetzes zur Änderung der Verfassung durch Einführung eines Rechts des Bürgers auf menschenwürdige Umwelt vorzulegen (Landtagsdrucksache 7/2322).

Bundesminister Genscher hat sich schon am 16. Dezember 1970 vor dem Bundestag dafür ausgesprochen, den Verfassungsauftrag zum Umweltschutz aus Art. 1 Abs. 1 des Grundgesetzes abzuleiten (Sten. Ber. S. 4797 D). Nach KIMMINICH, O., 1972, S. 10, ist der Gedanke eines subjektiven öffentlichen Rechtes auf Umweltschutz von Bundespräsident Heinemann in die Diskussion eingeführt worden¹⁾.

Es ist sogar schon ein Vorstoß mit dem Ziel unternommen worden, das Recht auf eine menschenwürdige Umwelt in einem Zusatzprotokoll zur Europäischen Menschenrechtskonvention zu verankern. (ARBEITSKREIS FÜR UMWELTRECHT, 1973; Bundesminister Genscher hat diesen Vorschlag anlässlich der europäischen Umweltschutzministerkonferenz am 28. März 1973 in Wien vorgelegt und zur Beratung in den zuständigen Gremien des Europarates empfohlen).

636. Insgesamt gesehen sind gegen die Einfügung eines Grundrechtes auf menschenwürdige Umwelt in das Grundgesetz vom Gesamtsystem unseres Verfassungsrechts her, wie es sich im Lichte der heute herrschenden gesellschaftspolitischen Auffassungen darstellt, keine durchgreifenden

Bedenken zu erheben. Dieses Grundrecht ist auch rechtspolitisch notwendig, um den Stellenwert, den der Umweltschutz inzwischen im Bewußtsein der Bevölkerung als wichtige Leitlinie öffentlichen Handelns erlangt hat, verfassungsrechtlich zu bestätigen und auf die Dauer zu verfestigen. Die Folgewirkungen, die für die Gesetzgebung, die vollziehende Gewalt und die Rechtsprechung von einem eigenständigen Grundrecht auf menschenwürdige Umwelt ausgehen (s. Art. 1 Abs. 3 des Grundgesetzes: "Die nachfolgenden Grundrechte binden Gesetzgebung, vollziehende Gewalt und Rechtsprechung als unmittelbar geltendes Recht"), sind eindeutiger, klarer und unausweichlicher, als wenn man den Verfassungsauftrag zum Umweltschutz erst mittelbar aus Grundrechten mit anderer Hauptzielrichtung und aus der Staatszielbestimmung der Sozialstaatlichkeit ableiten muß.

637. Ein solches Grundrecht auf menschenwürdige Umwelt wäre entsprechend seinem Inhalt und seiner Bedeutung hinter Art. 1 des Grundgesetzes einzufügen. In seinem Text müßte zunächst der Grundsatz erscheinen, daß jedermann das Recht auf eine menschenwürdige Umwelt hat. Außerdem wäre es angebracht, in diesem Grundrecht die natürlichen Grundlagen des menschlichen Lebens, insbesondere also Wasser, Luft, Landschaft sowie Pflanzen- und Tierwelt, dem besonderen Schutz der staatlichen Ordnung zu unterstellen.

5.3.1.2 Verstärkte Sozialbindung des Eigentums

638. Es ist schon bald erkannt worden, daß der Umweltschutz eine bisher noch unbekanntene Sozialpflichtigkeit aller Grundrechte in dem Sinne mit sich bringen muß, daß jeder einzelne ein Stück seiner bisherigen Ungebundenheit zu zahlen hat (in diesem Sinne RUPP, H., 1971). Bei einem Grundrecht wie dem der Gewährleistung des Eigentums, für das die Gemeinschaftsbindung schon im Verfassungstext ausdrücklich hervorgehoben wird (Art. 14 Abs. 2 GG) muß dies bedeuten, daß die schon bestehende Sozialpflichtigkeit durch den Umweltschutz noch intensiviert wird. Zur Bedeutung der Sozialbindung für die Anwendung der schon länger bestehenden Umweltschutzregelungen s. KIMMINICH, O., S. 57 ff. (Raumordnungs- und Baurecht), S. 69 ff. (Landschaftsschutz- und Landschaftspflegerecht), S. 93 ff. (Abgrenzung zwischen Sozialbindung des Eigentums und Enteignung), S. 131 (Wasserrecht), S. 157 (Wasserschutzgebiete) und S. 192 (Immissionsschutz). In der Tat ist es ein Merkmal nicht weniger neuer Umweltschutzvorschriften, mögen sie bereits in Kraft getreten sein oder sich in Vorbereitung befinden, daß das Eigentum im weitesten Sinne (Grundeigentum, bewegliches Eigentum, Gesamtheit des eingerichteten und ausgeübten Gewerbebetriebs) in größerem Umfang als bisher zugunsten der Allgemeinheit in Pflicht genommen wird. Dies gilt vor allem für bestimmte Vorschriften des Abfallbeseitigungsgesetzes des Bundes (§ 1 Abs. 1, § 2, § 3 Abs. 2 bis 4, § 3 Abs. 7 und des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (§§ 5, 6, 12, 15, 22 bis 43, 49) sowie für Regelungsvorschläge im Entwurf eines Bundesgesetzes für Naturschutz und Landschaftspflege (§§ 9, 12, 27, 28) und im Entwurf eines Bundeswaldgesetzes (bes. § 12).

639. Bewirkt der Umweltschutz demnach deutlich sichtbar

¹⁾ S. dazu: Gesunde Umwelt ein Grundrecht, Sonderdruck herausgegeben vom Presse- und Informationsamt der Bundesregierung, 1971.

eine verstärkte Pflichtbindung des Eigentums in allen seinen Formen zugunsten der Allgemeinheit, so erhebt sich die wichtige Frage, ob die Rechtssprechung durch diese Regelungen nicht den durch Art. 14 Abs. 1 und 2 GG abgesteckten Rahmen als überzogen ansehen wird. Ohne im einzelnen auf die Schwierigkeiten der Abgrenzung zwischen der entschädigungslosen Inhaltsbestimmung und der entschädigungspflichtigen Inhaltsbeschränkung des Eigentums einzugehen (u.a. FORSTHOFF, E., 1973; KRÖNER, H. 1969), kann der Spruchpraxis des Bundesgerichtshofes zu unserem Problem folgende grundlegende Äußerung entnommen werden (Urteil vom 25. Januar 1973, III ZR 113/70, DVBl. 1973, S. 630):

„Allerdings sind die Grenzen dessen, was kraft sozialer Bindung als bloße Eigentumsbeschränkung entschädigungslos hinzunehmen ist, nicht starr, sondern müssen den sich ändernden Lebensverhältnissen angepaßt werden. Insbesondere können die Erfordernisse nicht außer Betracht bleiben, die sich durch die immer enger werdende Besiedlung und die Zusammenballung großer Menschenmassen sowie die fortschreitende Industrialisierung ergeben“.

Im Ergebnis mußte der Bundesgerichtshof in diesem sog. Auskiesungsfall allerdings eine Entschädigung zusprechen, weil die in der Schutzzone 2 eines Wasserschutzgebietes gelegenen Grundstücke, die nicht mehr ausgekieset werden durften, in unmittelbarer Nachbarschaft von Grundstücken lagen, auf denen seit längerem Kies gewonnen wird, und weil sie ohne Schwierigkeiten in diese Kiesgewinnung hätten einbezogen werden können.

So hat der Bundesgerichtshof den Wiederaufbau eines kriegszerstörten alten städtischen Hinterhauses wiederum zu Wohnzwecken als nicht mehr der gewandelten allgemeinen Baugesinnung entsprechend und deshalb als nicht mehr sachgerecht angesehen. Er hat, weil das Grundstück insofern im Laufe der Zeit eine entsprechende Einbuße an Substanz erlitten habe, in der rechtmäßigen Versagung der Genehmigung zum Wiederaufbau einen entschädigungspflichtigen Eingriff in das Eigentum nicht gesehen (Urteil vom 13. Juli 1967, NJW 1967 S. 1855). Von der gleichen Grundhaltung her hat der Bundesgerichtshof in einem Fall, in dem eine landwirtschaftliche Hofstelle mit ihren Ackergrundstücken in beträchtlichem Umfange in die Schutzzone eines Wasserschutzgebietes einbezogen worden war, eine Entschädigung u. a. mit folgender — für den gesamten Umweltschutz bedeutsamen — Begründung versagt (Urteil vom 25. Januar 1973, III ZR 118/70, DVBl. 1973 S. 626):

„Die Anforderungen, die infolge der modernen Entwicklung an die — für die Allgemeinheit handelnde — öffentliche Hand auf dem Gebiet der Wasserversorgung gestellt werden müssen, und die Schwierigkeiten, diesen Anforderungen zu genügen, sind ständig gewachsen. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, die Grenzen der sozialen Gebundenheit wasserführender Grundstücke und ihrer Umgebung weiter zu ziehen, als dies vor einerseits dem sprunghaften Ansteigen des Bedarfs an Trink- und Brauchwasser und andererseits der wachsenden Gefahr der Verschmutzung und Verseuchung des Grundwassers der Fall war.“

Damit hat der Bundesgerichtshof als das zuständige Revisionsgericht in allen Enteignungs- und Entschädigungssachen ein klares Bekenntnis zur Bedeutung der heutigen Forderung des Umweltschutzes für die Auslegung und Anwendung der verfassungsrechtlichen und gesetzlichen Enteignungs- und Entschädigungsvorschriften abgelegt. Es kann daher angenommen werden, daß er von der gleichen Grundauffassung ausgehen wird, wenn er sich in vergleich-

baren Fällen aus anderen Teilbereichen des Umweltschutzes mit der Abgrenzung zwischen entschädigungsloser Sozialbindung des Grundeigentums und entschädigungspflichtigem Enteignungseingriff befassen muß.

5.3.1.3 Gesetzgebungszuständigkeiten

640. Im Wege der Änderung des Grundgesetzes ist dem Bund während der Amtszeit des 6. Deutschen Bundestages die konkurrierende Gesetzgebungszuständigkeit für die Abfallbeseitigung, die Luftreinhaltung und die Lärmbekämpfung eingeräumt worden (Art. 74 Nr. 24 GG i. d. F. des 30. Änderungsgesetzes vom 12. April 1972, BGBl. I S. 593). Nach dem dieser Verfassungsänderung zugrunde liegende Gesetzentwurf (Bundestagsdrucksache VI/1295) sollten auch die bisherigen Rahmenkompetenzen für Wasserhaushalte sowie für Naturschutz und Landschaftspflege (Art. 75 Nr. 3 und 4 GG) in den Katalog der konkurrierenden Gesetzgebungskompetenzen übernommen werden. Diese Grundgesetzänderungen fanden jedoch im Bundesrat nicht die erforderliche Mehrheit.

Nunmehr hat die Bundesregierung wiederum den Entwurf eines Gesetzes zur Änderung des Grundgesetzes (Bundestagsdrucksache 7/887) mit dem Ziel eingebracht, daß die aufzählung der konkurrierenden Gesetzgebungszuständigkeiten um den Wasserhaushalt ergänzt wird. Der Bundesrat ist bei seiner ablehnenden Stellungnahme geblieben. Entsprechendes gilt für das Sachgebiet Naturschutz und Landschaftspflege, für das die Bundesregierung den Entwurf eines Gesetzes vorgelegt hat, das eine Vollregelung darstellen und sich auf die angestrebte Zuständigkeit zum Erlass eines konkurrierenden Gesetzes nach Art. 74 GG stützen soll (Bundestagsdrucksache 7/886). Auch zu diesem Entwurf hat der Bundesrat seine ablehnende Stellungnahme wiederholt. Neuerdings ist es schließlich noch zu Auseinandersetzungen über die Zuständigkeit des Bundes gekommen, ein Gesetz über Umweltstatistiken (Bundestagsdrucksache 7/988) als Grundlage für die "Umweltplanung" zu erlassen.

Zu diesen drei Problembereichen nimmt der Rat im folgenden Stellung:

641. Das Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz) vom 27. Juli 1957 (BGBl. I S. 1110) ist gemäß Art. 75 Nr. 4 GG als Rahmengesetz erlassen worden. Im Anschluß daran haben die Länder das Recht der Wasserwirtschaft in ihren Landeswassergesetzen näher ausgestaltet.

Die Bundesregierung weist in ihrem Entwurf eines Gesetzes zur Änderung des Grundgesetzes mit dem Ziele der Einfügung des Wortes "Wasserhaushalt" in den Katalog der konkurrierenden Gesetzgebungszuständigkeiten des Art. 74 (BT-Drucksache 7/887, S. 5) darauf hin, daß aufgrund der verfassungsrechtlichen Ausgangslage verschiedene Materien, die aus heutiger Sicht im Interesse des Gewässerschutzes dringend einer bundeseinheitlichen Vollregelung zugeführt werden müßten, mit zum Teil tiefgreifenden Unterschieden landesrechtlich geregelt seien. Dies gelte vor allem für die Anforderungen an Anlagen zum Lagern wassergefährdender Stoffe. In anderen Bereichen, wie etwa bezüglich der Erhaltung und Verbesserung des

Gütestandards der Gewässer und bezüglich der behördlichen Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in die Gewässer, fehlten überhaupt dringend notwendige Regelungen. Auch reiche das geltende Wasserrecht mit seinen weitgehend nur polizeirechtlichen Einwirkungsmöglichkeiten (wie z. B. Verboten, Genehmigungsvorbehalten oder Einzelauflagen) nicht mehr aus. Für einen effektiven Gewässerschutz bedürfe es der Festlegung von Standards für die Gewässergüte, von Grenzwerten für die Zulässigkeit von Abwassereinleitungen und von technischen Regeln.

Die Bundesratsmehrheit hält der Bundesregierung entgegen (Bundestagsdrucksache 7/887, S. 8), daß die von ihr für eine Bundesregelung ins Auge gefaßten Bereiche entweder keiner einheitlichen Regelung bedürften oder auch innerhalb der Rahmenkompetenz durch eine Änderung und Ergänzung des Wasserhaushaltsgesetzes einheitlich geordnet werden könnten. Von den Ländern wird auch geltend gemacht, daß die bisher praktizierte Form der förderativen Kooperation, etwa in der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), ausreiche, die Gewässersanierung im erforderlichen Umfang und einem angemessenen Zeitraum zu verwirklichen.

642. Der Sachverständigenrat ist der Auffassung, daß die im Grundgesetz vorgegebene föderalistische Struktur der Bundesrepublik und die objektive Verwaltung auch in Umweltfragen nur insoweit zugunsten zentraler Kompetenzen des Bundes eingeschränkt werden sollten, als auf anderen Wegen ernsthaften Mißverständnissen nicht abgeholfen werden kann (LAWA 1972, S. 33).

In sorgfältiger Abwägung hält der Rat jedoch eine über Rahmenvorschriften hinausgehende Gesetzgebungskompetenz des Bundes für den Wasserhaushalt, insbesondere zu Fragen wassergütwirtschaftlicher Bedeutung, für notwendig und die in Art. 72 (2) GG dafür festgelegten Voraussetzungen für gegeben. Im Bereich des Wasserhaushalts haben sich gegenüber den Verhältnissen der Nachkriegszeit, von denen ausgehend im Art. 74 Nr. 4 GG die Bundeskompetenz auf die Rahmengesetzgebung für den Wasserhaushalt beschränkt wurde, schwerwiegende Änderungen ergeben.

643. Als Begründung für eine erweiterte Zuständigkeit des Bundes wäre es sicher nicht berechtigt, das Vollzugsdefizit, das gegenüber den früheren Ländergrenzen, dem WHG und den dieses ausfüllenden neueren Wassergesetzen der Länder im Gewässerschutz entstanden ist, ausschließlich oder vorwiegend auf eine fehlende Bundeskompetenz zurückzuführen zu wollen.

Die hierzu beitragende Problematik ist so vielschichtig, daß jeder Versuch, dafür eine einzelne oder unter mehreren eine Hauptursache zu benennen, eine unvermeidbare Einseitigkeit bedeuten würde. Es ist sicher auch müßig, nachträglich darüber zu diskutieren, ob gewichtige Ursachen des Rückstandes, die u. U. mit der bisherigen Zuständigkeit der Länder im Zusammenhang gesehen werden können, bei einer früheren Kompetenzerweiterung des Bundes vermieden worden wären.

644. Soweit Ursachen für den Gewässerschutz-Rückstand durch langjährige Erfahrungen im Rahmen der bisherigen Länderkompetenz spürbar geworden sind, sollten sie aber für die Beurteilung mit herangezogen werden, ob die eine oder die andere Kompetenzregelung solche Ursachen künftig besser ausräumen kann. Bei den hierzu folgenden Beispielen, die z.T. bereits in der aktuellen Diskussion eine Rolle spielen, stellt die Reihenfolge keine Rangfolge dar:

1. Teilweise fehlende Einheitlichkeit in technischen und

Analysenvorschriften, schwierige Realisierung eines einheitlichen Datensystems für die Gewässer der Bundesrepublik.

2. Organisatorische Zersplitterung und ungenügende Kapazität der Gewässerüberwachung.
3. Fehlende oder nur mühsam auf dem Kooperationswege eingeleitete Gesamtplanungen für Gewässer, die mehr als ein Bundesland berühren.
4. Vorrangige Beschränkung des Verwaltungshandelns auf die einzelne Gewässerbenutzung, z. B. Abwassereinleitung, während das Gewässer selbst und seine Nutzungsmöglichkeiten das eigentliche Objekt der Wassergütwirtschaft sein sollten.
5. Fehlender Anreiz für den Einzeleinleiter zum Kläranlagenausbau (vgl. 3.2.1.3):
6. Wasserwirtschaftlich vielfach unzumutbare Verwendung öffentlicher Finanzierungshilfen (3.2.3.4).
7. Wachsender Rückstand gegenüber anderen Industrieländern bei der Schaffung regionaler Organisationen für zusammenhängende Flußgebiete (3.2.4.7).
8. Zurückstellung wassergütwirtschaftlicher Notwendigkeiten im Wettbewerb um Industrieansiedlungen. Unterschiedliche Anwendung bzw. Durchsetzung gesetzlicher Vorschriften gegenüber vorhandenen Abwasserzeugern aus Gründen regionaler Wirtschaftspolitik.
9. Vielfach unzureichender Schutz der Wasserversorgung und ihrer Reserven (3.2.4.2).
10. Schwierigkeiten in der Durchsetzung wassergütwirtschaftlicher Erfordernisse gegenüber europäischen Nachbarländern (z. B. 6.4.1).

645. Entsprechend Art. 72 (2) GG besteht die Notwendigkeit bundeseinheitlicher Regelungen dort, wo divergierende Interessen oder sachlich nicht begründete Unterschiede die Gesamtbelange unangemessen beeinträchtigen können. Sie ist zu verneinen, wo regionale oder strukturelle Unterschiede auch in übergeordneter Sicht differenzierte Regeln erfordern.

Über den gegebenen bundesrechtlichen Rahmen hinaus ist die Bundeseinheitlichkeit z. B. notwendig für¹⁾:

- a) Beurteilungskriterien für die Gewässergüte, einschließlich der Meß-, Analysen- und Datenverwertungs-Methoden
- b) Grundlagen der Zusammenarbeit bzw. Aufgabenteilung zwischen Fachstellen des Bundes und der Länder
- c) Regeln für die Festlegung von Wassergütezielen, insbesondere soweit diese von bundeseinheitlichen Mindestgütezielen abweichen
- d) Regeln für die Entwicklung von Einleitungsbedingungen aus den Wassergütezielen
- e) Regeln für die regionale wasserwirtschaftliche Planung und deren Durchführung

¹⁾ Hierbei wird üblicherweise vorausgesetzt, daß die sachlichen Festlegungen jeweils in enger Abstimmung mit den Ländern und ggf. den Fachverbänden erfolgen.

- f) Sicherung wassergütwirtschaftlich übereinstimmender Maßstäbe und deren Anwendung bei Gewässern, die mehrere Bundesländer berühren¹⁾
- g) Regeln für die Erhebung und Bemessung sowie für den Gewässerschutz und gesamtwirtschaftlich zweckmäßige Verwendung von Abgaben
- h) Anforderungen an Geräte, maschinelle und bauliche Einrichtungen mit Schlüsselfunktionen für den Gewässerschutz
- i) Produktnormen mit wasserwirtschaftlicher Bedeutung
- j) Förderung der beruflichen Aus- und Fortbildung.

Sollen diese Regelungen in einem Maße übereinstimmen, das Beeinträchtigen der Gesamtheit vermeiden läßt, dürfte hierfür eine rahmengesetzliche Grundlage nicht ausreichen. Dies ist zu einzelnen Punkten, z. B. Lagerbehälterverordnungen, Gewässergüteziele und -bewirtschaftung evident geworden.

Es erscheinen auch Zweifel angebracht, ob die vorgesehene Einführung einer Abwasserabgabe in einer Form, die das hierzu erforderliche übereinstimmende Vorgehen im Bundesgebiet gewährleistet, durch die Rahmengesetzgebungskompetenz des Bundes gedeckt wäre.

Andererseits braucht eine konkurrierende Gesetzgebungskompetenz des Bundes nicht zu bedeuten, daß alle Sachverhalte, zu denen regionale Divergenzen schädlich sein würden, ausschließlich durch Bundesgesetzgebung zu regeln sind. Vor dem Hintergrund der Bundeskompetenz steht insbesondere zu Regelungen, die am Stande der Technik zu orientieren sind, auch das Normungsverfahren bzw. die Verbindlichkeitserklärung zu Richtlinien der technisch-wissenschaftlichen Fachverbände als Instrument offen.

646. Die Bundesregierung hat die konkurrierende Gesetzgebungsbefugnis für Naturschutz und Landschaftspflege im wesentlichen mit folgender Begründung gefordert (Bundestagsdrucksache 7/886, S. 24 f.):

Die geltenden naturschutzrechtlichen Bestimmungen würden den gegenwärtigen Anforderungen an den Naturschutz und die Landschaftspflege nicht mehr gerecht. Über die Teilbereiche Flächenschutz und Artenschutz im Reichsnaturschutzgesetz hinaus seien heute insbesondere Vorschriften notwendig über den allgemeinen Schutz, Pflege und die Entwicklung der Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts, über die Erhaltung und Wiederherstellung der dauernden Nutzungsfähigkeit der Naturgüter Boden, Wasser, Luft, Klima, Pflanzen- und Tierwelt sowie über die Mittel zur Steuerung des Konfliktes zwischen den wachsenden Bedürfnissen der Gesellschaft an Natur und Landschaft und dem begrenzten Naturpotential zur Sicherung der Lebensgrundlagen und Erholungsvoraussetzungen in Natur und Landschaft.

Eine Ergänzung des Naturschutzrechts durch die Länder, die die reichsrechtlichen Bestimmungen bereits in unterschiedlicher Weise geändert und ergänzt hätten, könne — so führt die Bundesregierung weiter aus — nicht zu einer sachgerechten Kodifikation des Sachgebietes Naturschutz und Landschaftspflege führen. Im Interesse der Wahrung der Rechts- und Wirtschaftseinheit, insbesondere der Wahrung der Einheitlichkeit der Lebensverhältnisse über das Gebiet eines Landes hinaus (Art. 72 Abs. 2 Nr. 3 GG), bestehe ein dringendes Bedürfnis nach einer bundesgesetzlichen Regelung: Das Wirkungsgefüge der natürlichen Landschaftsfaktoren (Boden, Wasser, Luft, Klima,

Pflanzen, Tiere) greife über die Grenzen der Länder hinaus, so daß eine umfassende Ordnung nur nach bundeseinheitlichen Maßstäben erfolgen könne. Natur- und landschaftsbezogene Voraussetzungen für Erholung und Freizeitgestaltung seien unabdingbare Voraussetzungen einer freien Entfaltung der Persönlichkeit und müßten wegen der Mobilität der Bevölkerung in allen Teilen der Bundesrepublik in ausreichendem und etwa gleichem Umfang zur Verfügung stehen. Eine Lösung des Konfliktes zwischen Beanspruchung und Erhaltung des Naturpotentials müsse nach bundeseinheitlichen Kriterien vorgenommen werden; bei unterschiedlichen Landesbestimmungen würden standortungebundene Unternehmungen ihren Standort in das Land verlegen, in dem der Gesetzgeber die geringsten Anforderungen an Naturschutz und Landschaftspflege stelle, während standortgebundene Unternehmen Wettbewerbsnachteile erleiden würden. Schließlich sei eine bundesgesetzliche Regelung im Hinblick auf die wünschenswerte Koordinierung des europäischen Naturschutzrechts und die Vertretung der deutschen Naturschutzinteressen gegenüber anderen Staaten vorzuziehen¹⁾.

Der Bundesrat hat in seiner Stellungnahme (Bundestagsdrucksache 7/886, S. 47) lediglich darauf hingewiesen, daß er kein Bedürfnis dafür zu erkennen vermöge, den Bund zum Erlaß einer Vollregelung für Naturschutz und Landschaftspflege zu ermächtigen. Er hat weiter sein Bedauern darüber zum Ausdruck gebracht, daß die Bundesregierung von ihrer Rahmenkompetenz noch keinen Gebrauch gemacht und den Entwurf eines Rahmengesetzes vorgelegt hat, das für die unaufschiebbare Neuregelung dieses Gebietes durch die Länder die notwendige Bundeseinheitlichkeit sichere, soweit sie zwingend geboten sei.

647. Nach der Auffassung des Sachverständigenrates für Umweltfragen ist eine Änderung der bestehenden Kompetenzregelung für Naturschutz und Landschaftspflege im Sinne einer Vollkompetenz des Bundes dann geboten, wenn feststeht, daß ein Rahmengesetz des Bundes die Rechtseinheit nicht zu gewährleisten vermag. Da von der Bundesregierung noch kein dahingehender Entwurf vorgelegt worden ist, kann diese Frage derzeit nicht abschließend entschieden werden.

Da jedoch die Bundesländer in zunehmendem Maße dazu übergehen, für Naturschutz und Landschaftspflege eigenständige neue Regelungen zu schaffen²⁾, sollte alsbald geprüft werden, ob ein rahmenrechtliches Bundesgesetz für Naturschutz und Landschaftspflege ausreichend ist, um die Rechtseinheit in allen grundsätzlich und bundesweit bedeutsamen Fragen aufrecht zu erhalten bzw. wiederherzustellen.

648. Bezüglich des Gesetzes über Umweltstatistiken gehen die Meinungsverschiedenheiten zwischen der Bundesregierung und dem Bundesrat weniger darum, ob der Bund überhaupt zum Erlaß eines solchen Gesetzes zuständig ist. Der Bundesrat wendet sich vielmehr gegen Zweck und Umfang der beabsichtigten Regelung. Dabei beanstandet er besonder § 1 des Entwurfs, in dem es u. a. heißt, daß

¹⁾ Für eine Bundeszuständigkeit zum Erlaß einer Vollregelung hat sich auch der Beirat für Naturschutz und Landschaftspflege beim Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten in seiner Entschließung vom 14. November 1973 ausgesprochen. Er hat dabei Bezug genommen auf das Vorwort von STEIN, E. zu dem Entwurf eines Gesetzes über Landschaftspflege und Naturschutz (Landespflegegesetz), erstellt von einer Arbeitsgruppe aus Vertretern des Deutschen Rates für Landespflege, des Deutschen Naturschutzringes e. V. und der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Beauftragter für Naturschutz und Landschaftspflege e. V., Sonderdruck aus: Verhandlungen Deutscher Beauftragter für Naturschutz und Landschaftspflege, Band 20, 1971.

²⁾ Es liegen bereits in vier Ländern Neuregelungen vor: In Bayern das Gesetz über den Schutz der Natur, die Pflege der Landschaft und die Erholung in der freien Natur (Bayerisches Naturschutzgesetz) vom 27. Juli 1973 (GVBl. 1973 S. 437); in Hessen das Landschaftspflegegesetz vom 4. April 1973 (GVBl. I S. 126); in Rheinland-Pfalz das Landespflegegesetz vom 14. Juni 1973 (GVBl. S. 147); in Schleswig-Holstein das Gesetz für Naturschutz und Landschaftspflege (Landschaftspflegegesetz) vom 16. April 1973 (GVBl. S. 122).

¹⁾ Interessant ist hierzu die weitgehende Bundeskompetenz für "interstate rivers" in den auf anderen Gebieten stärker föderalistisch eingestellten Vereinigten Staaten.

die Bundesstatistiken "für Zwecke der Umweltplanung" durchgeführt werden sollen. Diese Worte will er ersetzt sehen durch die Formulierung "zur Erfassung von Daten über die Umweltbelastung und über Umweltschutzmaßnahmen". Zur Begründung macht der Bundesrat geltend, es sei "Aufgabe der Länder, Umweltschutzmaßnahmen zu planen" (Bundestagsdrucksache 7/988, S. 13).

649. Nach Meinung des Sachverständigenrats für Umweltfragen verkennt der Bundesrat das weitumfassende Wesen der staatspolitischen Aufgabe "Umweltplanung". Sie besteht nicht nur in der Aufstellung von — vorwiegend raum- und flächenbezogenen — Plänen zum Vollzug von Umweltschutzgesetzen, wie etwa Raumordnungs-, Landschafts-, Grünordnungs-, Bauleit-, Wasserwirtschafts-, Abfallbeseitigungs- und Luftreinhalteplänen (siehe zu diesem engeren Begriff der Umweltplanung: Raumordnung und Umweltschutz, Entschließung der Ministerkonferenz für Raumordnung vom 15. Juni 1972 und Denkschrift des Hauptausschusses der Ministerkonferenz für Raumordnung, herausgegeben vom Bundesminister für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, 1972; Empfehlungen des Deutschen Rates für Stadtentwicklung vom 29. Juni 1973, Teil III: Städtebau, in: Pressemitteilung des Bundesministers für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, XI/73, S. 21 ff.; UMLAUF, J., 1972 S. 195 ff.; STREIBL, M., 1972 S. 254 ff.; FISCHER, K., 1972 S. 260 ff.). Vielmehr muß sich die Umweltplanung auch auf Überlegungen zur künftigen Gestaltung der Umweltschutzpolitik, der Umweltschutzgesetzgebung sowie der wirtschaftlich-technischen Entwicklungsplanung erstrecken (siehe zu diesem weiteren Begriff der Umweltplanung: REHBINDER, E., 1970 S. 250 ff.; PICHT, G., 1971 S. 152 ff.; STEIGER, H., 1971 S. 133 f.; THOSS, R., 1972 S. 180 ff.). Daneben ist sogar eine Zuständigkeit des Bundes für eine das ganze Bundesgebiet umfassende raumbezogene Umweltschutzplanung zu bejahen¹⁾. Es gilt nämlich insoweit entsprechend, was das Bundesverfassungsgericht für die Raumordnung des Bundes ausgesprochen hat (Amtliche Sammlung der Entscheidungen des Bundesverfassungsgerichts Band 3 S. 407 ff.): Der größte zu ordnende Raum ist das gesamte Staatsgebiet, so daß es im Bundesstaat auch eine Raumordnung für den Gesamtstaat geben muß; die Zuständigkeit zu ihrer gesetzlichen Regelung kommt nach der Natur der Sache dem Bund als eine ausschließliche und Vollkompetenz zu.

Aus diesen Gründen ist mit der Bundesregierung die Zulässigkeit und Notwendigkeit eines Gesetzes anzunehmen, das es ermöglicht, "für Zwecke der Umweltplanung" Bundesstatistiken durchzuführen, die sich auf die Daten über Umweltbelastungen und Umweltschutzmaßnahmen erstrecken.

5.3.2 Allgemeine Probleme der Umweltschutzgesetzgebung

5.3.2.1 Verbandsklage

650. Umweltschutzgesetze schaffen zunächst nur die Rechtsgrundlagen für die Erhaltung und Gestaltung einer

menschenwürdigen Umwelt. Ob und in welchem Umfange sie wirksam werden, hängt ab von der Strenge, mit der diese Gesetze vollzogen werden¹⁾. Zuständig für den Vollzug der Umweltschutzgesetze sind vor allem Verwaltungsbehörden, im allgemeinen Behörden der Länder. Sie haben die umweltgestaltenden Planungen aufzustellen, die Genehmigungen für umweltrelevante Anlagen und Einrichtungen zu erteilen, diese Anlagen zu überwachen und mit den Mitteln des Verwaltungshandelns, erforderlichenfalls des Verwaltungszwangs gegen unzulässige Einwirkungen auf die Umwelt einzuschreiten. Wenn Verstöße gegen Umweltschutzvorschriften von den Gesetzen als Ordnungswidrigkeiten oder Straftaten gekennzeichnet sind, ist es die Aufgabe der Verwaltungsbehörden und der Staatsanwaltschaften, sie zu verfolgen; ob und mit welcher Härte solche Verstöße geahndet werden, liegt allerdings letztlich bei den Strafgerichten.

Die Verwaltungsbehörden, aber auch die Staatsanwaltschaften und die Strafgerichte haben bisher nach allgemeiner Überzeugung die Rechtsvorschriften des Umweltschutzrechts nicht ernst genug genommen (im gleichen Sinne ULE, C. H., Umweltschutz im Verfassungs- und Verwaltungsrecht, S. 437 ff.; WEBER, W., 1971, S. 806 ff.; REHBINDER, E., BURGBACHER, H.-G., KNIEPFER, R., 1972, bes. S. 15 ff.; FRIELINGHAUS, V., 1972, S. 48) und damit den heute schon weithin beklagenswerten Zustand der Umwelt zum nicht geringen Teil mitverursacht. Das Erstarken eines allgemeinen Umweltbewußtseins wird vor allem an dem Verhalten der Verwaltungsbehörden, das in manchen Fällen bezüglich der Umweltschutzvorschriften fast an Vollzugsverweigerung grenzt, nur wenig ändern. Staat und Kommunen sind nämlich in aller Regel auf Grund ihres vorausgegangenen Tuns zumindest bei industrieller und gewerblicher Umweltverschmutzung nicht mehr zu unabhängiger Handeln und Entscheiden in der Lage, weil sie entweder die entsprechenden Planungen erstellt oder die Genehmigungen erteilt oder von polizeilichen, ordnungsbehördlichen oder sonstigen Untersagungs- und Eingriffsmöglichkeiten zugunsten des Umweltschutzes keinen oder nur einen unzulässigen Gebrauch gemacht haben²⁾.

651. Wie kann sichergestellt werden, daß das Verfassungsgebot der Gesetzmäßigkeit der Verwaltung (Art. 20 Abs. 3 GG), das auch den ordnungsgemäßen Vollzug der Umweltschutzvorschriften gemäß den Intentionen des Gesetzgebers umfaßt, beachtet wird? In einem Rechtsstaat, wie ihn das Grundgesetz gewährleistet, bietet es sich an, für diesen Zweck die Anrufung der unabhängigen Gerichte, für das Umweltschutzrecht als Verwaltungsrecht in erster Linie der allgemeinen Verwaltungsgerichte (§ 40 der Verwaltungsgerichtsordnung) zuzulassen.

Dieser Rechtsschutzweg steht schon nach dem geltenden Verwaltungsprozeßrecht jedem offen, der geltend machen kann, durch die Verwaltung in seinen Rechten verletzt zu sein (§ 42 der Verwaltungsgerichtsordnung). Dabei zeigt sich in der Verwaltungsrechtsprechung eine deutliche Neigung, die Klagemöglichkeiten auch auf Fälle auszudehnen, in denen die Verwaltungsbehörden — wie nach den Um-

¹⁾ Vgl. etwa die im Entwurf eines Bundesgesetzes für Naturschutz und Landschaftspflege als § 4 vorgeschlagene Bestimmung über das "Landschaftsprogramm des Bundes".

¹⁾ Diese Formulierung in Anlehnung an ULE, C. H., Zur Verpflichtungsklage ..., 1972, S. 1076 ff., gibt die einhellige Auffassung in der Verwaltungsrechtswissenschaft wieder.

²⁾ Dies hebt mit Recht RUPP, H. 1972, S. 32 ff. hervor. S. auch FRIELINGHAUS, V., 1971, der zutreffend von einer "Verklammerung von Staat und Wirtschaft auf allen Ebenen des politischen Entscheidungsprozesses" spricht.

weltschutzvorschriften meist — im Rahmen ihres Ermessens zu handeln befugt sind (Eingehend hierzu ULE, C., Zur Verpflichtungsklage 1972, S. 1076 ff., sowie ders., 1973, S. 756 ff.). Dennoch scheitert in Umweltschutzsachen die Zulässigkeit der Klage nicht selten an dem Erfordernis der Verletzung eigener Rechte. Im Grunde geht es im Bereich des Umweltschutzes auch gar nicht so sehr darum, die Beeinträchtigungen, die eine bestimmte Person treffen können, zu unterbinden, als vielmehr Gefährdungen und Schädigungen entgegenzutreten, die einer größeren Zahl von Bürgern oder gar der Allgemeinheit drohen. Gerade was die Allgemeinheit angeht, wird den Verwaltungsbehörden in nicht wenigen Umweltschutzgesetzen aufgegeben, bei ihren Planungen und Genehmigungen das öffentliche Wohl und die Belange der Allgemeinheit in die Abwägung einzubeziehen¹⁾, ohne daß die Allgemeinheit in der Lage wäre, die Einhaltung dieser Gebote durchzusetzen (dazu zutreffend ULE, C., 1972, S. 1080).

652. Es wird deshalb von der Verwaltungsrechtswissenschaft mit Recht die Forderung erhoben, die Klagemöglichkeiten des Verwaltungsprozeßrechts in Umweltschutzsachen dahin zu erweitern, daß auch Klagen von Verbänden erhoben werden können, die sich kraft ihrer Satzung den Belangen des Umweltschutzes widmen (s. außer dem schon zitierten Schrifttum u. a. KRIELE, M., 1972 S. 11 ff., STICH, R., 1972, S. 201 ff.). Ausländische Vorbilder haben den dahingehenden Meinungsbildungsprozeß in der Bundesrepublik Deutschland unterstützt (wegen der Einzelheiten siehe REHBINDER, BURGBACHER, KNIEPER, 1972, S. 57 ff. und S. 169 ff.). In einem Bundesland ist sogar schon ein Initiativgesetzentwurf mit dem Ziel der Einführung eines "Klage- und Mitwirkungsrechts der Natur-, Landschafts- und Umweltschutzverbände" beim Landtag eingebracht worden (Initiativgesetzentwurf der Fraktion der FDP/DVP im Landtag von Baden-Württemberg. Drucksache 6/2153 vom 29. März 1973).

653. Trotz dieser Tendenzen im wissenschaftlichen und politischen Bereich haben die Gesetzgeber im Bund und in den Ländern noch in keinem ihrer neuen Umweltschutzgesetze die Gelegenheit ergriffen, die Klagemöglichkeit der Umweltschutzverbände für den Geltungsbereich des betreffenden Gesetzes oder generell zu eröffnen; auch in den von den Regierungen eingebrachten Gesetzentwürfen sucht man vergebens nach dahingehenden Regelungsvorschlägen. Selbst die Mitwirkungsrechte, die einzelne Gesetze den Umweltschutzverbänden einräumen, sind recht eng begrenzt²⁾.

In dieser Zurückhaltung kommt deutlich zum Ausdruck, daß es denjenigen, die in der politischen Verantwortung stehen, nicht leicht fällt, mit der Zulassung einer gerichtlichen Kontrolle des Verwaltungshandelns auf Initiative privater Verbände hin einzugestehen: Es bedarf einer solchen zusätzlichen externen Sicherung, weil die verwaltungsinternen Sicherungen (etwa des Organisations-, Aufsichts- und öffentlichen Dienstrechts einschließlich des Disziplinarrechts), zusammen mit dem bestehenden Rechtsschutzsy-

stem (Klagemöglichkeit nur beim Betroffensein in eigenen Rechten) nicht dafür ausreichen, daß sich der Grundsatz der Gesetzmäßigkeit der Verwaltung auf einem für die Allgemeinheit so wichtigen Gebiet wie dem des Umweltschutzes durchsetzt (Näheres bei STICH, R., DVBl. 1972, S. 209 f.). Hier muß ein Umdenken in Bezug auf das Verhältnis des Bürgers und der Allgemeinheit zur Staats- und Kommunalverwaltung im demokratischen Staat einsetzen, wie es mit der Diskussion um die Partizipation an Planungsentscheidungen begonnen (siehe dazu STICH, R., Die Mitwirkung des Bürgers ..., 1972, S. 357 ff., mit weiteren Nachweisen; zurückhaltend BLÜMEL, W., 1972, S. 9 ff.) und im Städtebauförderungsgesetz vom 27. Juli 1971 (BGBl. I S. 1125) auch schon seinen Niederschlag gefunden hat¹⁾. Die Einführung des Mitwirkungs- und Klagerechts der Umweltschutzverbände darf nicht als Mißtrauensäußerung gegenüber den für die Umweltschutzaufgaben zuständigen Behörden verstanden werden. Sie muß vielmehr im Sinne einer der freiheitlichen demokratischen Grundordnung angemessenen Heranziehung der Bürger und ihrer Verbände zur Mitverantwortung an der Erhaltung und Gestaltung menschenwürdiger Umweltverhältnisse begriffen werden.

Der Rat von Sachverständigen empfiehlt daher nachdrücklich die Einführung der Verbandsklage für Umweltschutzverbände. Mißbräuchen wird — abgesehen von dem mit der Prozeßführung verbundenen Kostenrisiko — dadurch vorgebeugt, daß die Gerichte an Gesetz und Recht gebunden sind (Art. 20 Abs. 3 GG) und daher nur prüfen können, ob die Verwaltungsbehörden die Rechtsvorschriften zum Schutze der Umwelt fehlerhaft angewandt oder außer acht gelassen haben. Gerade deshalb aber dürfen sich Regierung und Verwaltung auch nicht davor scheuen, die Gesetzmäßigkeit ihres Verhaltens in Umweltschutzangelegenheiten auf eine Verbandsklage hin vor unabhängigen Gerichten vertreten zu müssen.

5.3.2.2 Umweltstrafrecht

654. Unter dem Begriff Umweltstrafrecht faßt man alle Gesetzesbestimmungen zusammen, die Verstöße gegen die Rechtsvorschriften zum Schutze der Umwelt oder gegen Gebote oder Verbote der Verwaltungsbehörden auf dem Gebiete des Umweltschutzes als Straftaten mit Freiheits- oder Geldstrafe oder als Ordnungswidrigkeiten mit Geldbuße bedrohen. Den derzeitigen Stand des Umweltstrafrechts kann man mit der einhelligen Meinung in der Strafrechtswissenschaft dahin kennzeichnen, daß es lückenhaft ist und den besonderen Sachgesetzlichkeiten der erfaßten Umweltschädigungen und Umweltgefährdungen wie auch dem Ausmaß ihrer Sozialschädlichkeit nicht gerecht wird (siehe dazu eingehend BACKES, O., 1973, S. 337 ff.; FRIELINGHAUS, V., 1972, S. 39 ff.; ders. 1971, S. 414 ff.; MÜLLER, K., 1973, S. 3; ARBEITSGEMEINSCHAFT SOZIALDEMOKRATISCHER JURISTEN, 1971, S. 411 ff.).

Es wird nicht nur bemängelt, daß bestimmte umweltschädigende Verhaltensweisen keiner Straf- oder Bußgeldandrohung unterliegen. So begehrt etwa nach dem Gesetz über den

¹⁾ Siehe etwa § 2 des Abfallbeseitigungsgesetzes des Bundes vom 7. Juni 1972 (BGBl. I S. 873), § 17 Abs. 4 des Bundesfernstraßengesetzes. Was den Bereich der städtebaulichen Planung angeht, so ist das Abwägungsgebot durch das Urteil des Bundesverwaltungsgerichts vom 12. Dezember 1969, Baurecht 1970, S. 31, ganz erheblich aufgewertet worden.

²⁾ Beispiele dafür sind Art. 42 des bayerischen Naturschutzgesetzes vom 27. Juli 1973 (GVBl. S. 437), § 30 des rheinland-pfälzischen Landespflegegesetzes vom 14. Juni 1973 (GVBl. S. 147) und § 50 des schleswig-holsteinischen Landschaftspflegegesetzes vom 16. April 1973 (GVBl. S. 122).

¹⁾ Siehe dort vor allem die Bestimmungen über die vorbereitenden Untersuchungen (§ 4), die Aufstellung und Fortschreibung des Sozialplanes (§ 8 Abs. 2) und die Erörterungen mit den Betroffenen über die Neugestaltung des Sanierungsgebietes (§ 9).

Schutz gegen Baulärm vom 9. Mai 1965 (BGBl. I S. 503) zwar eine Ordnungswidrigkeit, wer die Überwachung von Baumaschinen durch die Behörden verhindert oder erschwert, nicht dagegen, wer unter Mißachtung der festgesetzten Immissionswerte Baulärm verursacht oder Vorkehrungen zur Minderung des Baulärms pflichtwidrig unterläßt; die eigentliche Schutzvorschrift des Gesetzes (§ 2), ist überhaupt nicht durch eine Ordnungswidrigkeit sanktioniert (BACKES, O., hat noch zahlreiche andere Fälle dieser Art festgestellt, die Anlaß für ein baldiges Handeln des Gesetzgebers sein sollten).

Gerügt wird am geltenden Umweltstrafrecht auch die monokausale Betrachtungsweise, die beispielsweise übersieht, daß bei der Gewässerverschmutzung oder Luftverunreinigung einzelne Handlungen für sich genommen noch harmlos sein können, weil sie ihre Gefährlichkeit erst und gerade durch ihr Zusammentreffen mit anderen Handlungen gleicher Art erlangen (Näheres bei BACKES, S. 339). Mit anderen Worten: Das Umweltstrafrecht in seiner rechtstechnisch noch vorherrschenden Form der konkreten Gefährdungsdelikte trägt den Summations-, Kumulations- und synergetischen Wirkungen von Substanzen nicht Rechnung (so FRIELINGHAUS, V., 1972, S. 43, mit näherer Begründung und Beispielen). Deshalb sollten die Straf- und Ordnungswidrigkeitstatbestände des Umweltstrafrechts möglichst als abstrakte Gefährdungsdelikte ausgestaltet werden. Dann wäre die Strafbarkeit nicht mehr davon abhängig, daß eine bestimmte Handlung im konkreten Fall einen Menschen an Leib und Leben gefährdet hat. Vielmehr würde für die Strafbarkeit schon die Vornahme einer bestimmten Handlung genügen, die aller Wahrscheinlichkeit nach Menschen an Leib und Leben gefährden kann (näheres bei BACKES, O., 1973, S. 340 und FRIELINGHAUS, V., 1972, S. 42).

655. Am geltenden Umweltstrafrecht wird weiter beanstandet, daß in ihm die kriminelle Sozialschädlichkeit schwerwiegender Verstöße gegen die Umweltschutzvorschriften und damit gegen existenzielle Rechtsgüter der Allgemeinheit nicht oder nur ungenügend zum Ausdruck kommt (dazu besonders FRIELINGHAUS, V., 1972, S. 39 f und S. 45 ff.). Es werden deshalb nicht nur Strafrahmen verlangt, die der inzwischen erkannten Sozialschädlichkeit der Umweltverschmutzung entsprechen, sondern es wird auch übereinstimmend die Forderung ausgesprochen, die wichtigsten Bestimmungen des Umweltstrafrechts in das Strafgesetzbuch einzugliedern. Damit könne man der Auffassung entgegenwirken, daß Umweltschädigungen und -gefährdungen Kavaliärdelikte seien; auch werde die Strafrechtslehre, wenn sie sich einmal mit Problemen des Umweltschutzes auseinandersetzen müsse, veranlaßt, ihre am klassischen Strafrecht orientierten dogmatischen Vorstellungen, z. B. über Täter, Kausalität oder Strafsanktion, vor der komplizierten Wirklichkeit der modernen Industriegesellschaft neu zu durchdenken (so mit Recht BACKES, O., 1973, S. 342).

Der vorstehend beschriebene Stand des Umweltstrafrechts hat inzwischen sogar dazu geführt, daß ein Land im Bundesrat einen entsprechenden Antrag gestellt hat¹⁾. Danach soll

der Bundesrat eine Entschließung des Inhalts fassen, daß die Bundesregierung gebeten wird, im Zuge der weiteren Strafrechtsreform die Strafvorschriften zum Schutze der Umwelt vorrangig zu behandeln, sie den heutigen Bedürfnissen und Erkenntnissen anzupassen und in das Strafgesetzbuch einzufügen.

Der auch in der Begründung zu diesem Antrag vorgebrachten Forderung, daß in den Umweltstrafbestimmungen die Wertigkeit des mit der Umweltverschmutzung verbundenen Unrechts deutlich ausgewiesen werden müsse, wird in neueren Umweltschutzgesetzen in zunehmendem Maß entsprochen. Einen ersten wichtigen Schritt in diese Richtung stellt das Abfallbeseitigungsgesetz des Bundes dar. Seine Bestimmung über Straftaten (§ 16) enthält Straftatbestände, die als abstrakte Gefährdungsdelikte gefaßt sind und für die bei vorsätzlicher Begehung eine Freiheitsstrafe bis zu fünf Jahren sowie Geldstrafe, bei fahrlässiger Begehung eine Freiheitsstrafe bis zu drei Jahren oder Geldstrafe angedroht wird. Das Bundes-Immissionsschutzgesetz setzt diesen Weg fort.

Das sind erste sachangemessene Anfänge für eine Reform des Umweltstrafrechts. Doch muß diese Reform auch die umweltschutzbedeutsamen Straf- und Ordnungswidrigkeitsvorschriften in allen anderen Bundes- und Landesgesetzen ergreifen. Entsprechende Gesetzentwürfe liegen zum Teil schon vor¹⁾. Als vollzogen kann die Reform jedoch erst dann angesehen werden, wenn die tragenden Umweltstrafvorschriften, die im Sinne eines sozial-staatlichen Strafrechts für den Schutz der gemeinsamen Lebensgrundlagen aller als Voraussetzungen für die Ausübung individueller Rechte unabdingbar sind (so FRIELINGHAUS, V., 1972, S. 39), in das Strafgesetzbuch eingegliedert sind.

656. Im Rahmen der Reformerrwägungen sollte man auch ernsthaft überlegen, die Effektivität der Umweltstrafvorschriften dadurch zu verstärken, daß man den Umweltschutzverbänden das Recht zur Einleitung von Anklageerzwingungsverfahren (§§ 172 ff. der Strafprozeßordnung) einräumt. Eine Erweiterung dieses Rechts auf bestimmte Umweltschutzorganisationen würde in der in der Praxis zu einer wesentlich wirksameren Strafverfolgung mit dem Nebenerfolg führen, daß Bürgerinitiativen sich auch insoweit in einem geordneten Verfahrensgang zweckvoll entfalten könnten (in diesem Sinne auch FRIELINGHAUS, V., 1972, S. 48; vgl. auch die Ausführungen zur Verbandsklage, Abschnitt 5.3.2.2.).

5.3.3 Durchsetzung und Vollzug des Umweltschutzrechts

5.3.3.1 Bedeutung des Vollzugs für das Umweltschutzrecht

657. Es liegt im Wesen der verwaltungsrechtlichen Gesetze und Verordnungen und damit auch der meisten Umweltschutzvorschriften begründet, daß sie erst durch Vollzugs-

¹⁾ Antrag des Landes Hessen zur Reform der Umweltdelikte, Bundesratsdrucksache 723/73 vom 6. November 1973. In der Begründung zu diesem Antrag werden im wesentlichen die bereits angeführten, von der Strafrechtslehre herausgearbeiteten Gesichtspunkte wiederholt.

¹⁾ Siehe etwa die §§ 38 und 39 des Wasserhaushaltsgesetzes in der vom Entwurf eines Vierten Gesetzes zur Änderung des Wasserhaushaltsgesetzes (Bundestagsdrucksache 7/888) vorgeschlagenen Neufassung.

handlungen der Verwaltungsbehörden in die Wirklichkeit umgesetzt werden. Was damit gemeint ist, soll an einem Gegenbeispiel verdeutlicht werden: Das das bürgerliche Recht ändernde Gesetz über die Herabsetzung der Volljährigkeit von bisher 21 Jahren auf 18 Jahre (s. § 2 BGB sowie Bundestagsdrucksachen 7/117 und 7/206) macht mit seinem Inkrafttreten alle Jugendlichen zwischen 18 und 21 Jahren volljährig, so daß sie von diesem Zeitpunkt an ohne irgendeinen weiteren "amtlichen" Vollzugsakt alle Rechte erhalten und alle Pflichten auferlegt bekommen, die sich nach bürgerlichem und sonstigem Recht aus der Volljährigkeit ergeben. Nichts anderes gilt für Strafgesetze, deren Strafdrohungen mit ihrem Inkrafttreten wirksam werden, so daß von diesem Zeitpunkt an Gesetzesverstöße die Strafbarkeit nach sich ziehen¹⁾.

Verwaltungsgesetze dagegen bedürfen, um wirksam zu werden, in aller Regel des Vollzugs durch die Verwaltungsbehörden (WEBER, W., 1958, S. 95 ff.; vgl. auch 5.4.1). Dies gilt schon für die älteste Form des Verwaltungsgesetzes, das bestimmte individuelle Aktivitäten im Interesse der Allgemeinheit genehmigungs-, erlaubnis- zustimmungs- oder wenigstens anzeigepflichtig macht und insgesamt der Überwachung durch die Verwaltungsbehörden unterwirft. Im Bereich des Umweltschutzrechts sind dieser ersten, überwachungsrechtlichen Dimension des Verwaltungshandelns (vgl. STEIGER, H., 1971, S. 133 ff.) vor allem die Regelungen der Gewerbeordnung (nunmehr des Bundes-Immissionsschutzgesetzes), des Reichsnaturschutzgesetzes, des Wasserhaushaltsgesetzes und der Landeswassergesetze sowie der Immissionsschutzgesetze der Länder zuzurechnen.

658. Ohne Vollzug wirkungslos bleiben aber im wesentlichen auch die Normen der zweiten Dimension des Verwaltungs- und damit des Umweltschutzrechts, die die Verwaltung in Erfüllung des Verfassungsgebotes der Sozialstaatlichkeit (Art. 20 Abs. 1, Art. 28 Abs. 1 Satz 1 GG) zu Leistungen verpflichtet. Diese Leistungen können entweder darin bestehen, daß die Verwaltung selbst Umweltschutzmaßnahmen ergreift, wie etwa die Versorgung der Bevölkerung mit einwandfreiem Trinkwasser, die unschädliche Beseitigung der Abwässer²⁾ und der Abfälle³⁾ oder die Begrünung des Stadtinnenbereiches und der Wohngebiete⁴⁾. Die Leistungen können aber auch darauf gerichtet sein, Privatpersonen und Privatunternehmen in den verschiedenen Formen öffentlicher Subventionierung bei der Finanzierung umweltschutzwirksamer Maßnahmen zu helfen.

¹⁾ Siehe etwa aus neuerer Zeit die Einführung der sog. 0,8-Promille-Grenze durch die Einfügung des § 24 a in das Straßenverkehrsgesetz mit Gesetz vom 20. Juli 1973 (BGBl. I S. 870).

²⁾ Damit die Gemeinden die Versorgung der Bevölkerung mit einwandfreiem Trinkwasser und die unschädliche Beseitigung der Abwässer wirksam durchsetzen können, räumt ihnen das Gemeinderecht die Befugnis ein, in ihren Anschluß- und Betriebsatzungen für die entsprechenden öffentlichen Einrichtungen den Anschluß- und Benutzungszwang anzuordnen. Siehe dazu etwa v. JAKOBS, 1963, bes. S. 76 ff.: Der Zwang zur Benutzung gemeindlicher Hygieneeinrichtungen.

³⁾ Siehe dazu jetzt § 3 Abs. 2 des Abfallbeseitigungsgesetzes des Bundes vom 10. Juni 1972 (BGBl. I S. 873).

⁴⁾ Die neuen landesrechtlichen Vorschriften über die Landschaftsplanung und Landschaftspflege enthalten ausdrückliche Bestimmungen über die Aufstellung von Landschafts- und Grünordnungsplänen im Zusammenhang mit der Bauleitplanung: Art. 3 Abs. 2 des bayerischen Naturschutzgesetzes vom 27. Juli 1973 (GVBl. S. 437), § 3 Abs. 5 des hessischen Landschaftspflegegesetzes vom 4. April 1973 (GVBl. S. 126), § 11 des rheinland-pfälzischen Landespflegegesetzes vom 14. Juni 1973 (GVBl. S. 147) und § 6 Abs. 2 des schleswig-holsteinischen Landschaftspflegegesetzes vom 16. April 1973 (GVBl. S. 122); vgl. auch § 7 des Entwurfs der Bundesregierung für ein Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege, Bundestagsdrucksache 7/886.

659. Am deutlichsten aber tritt die Bedeutung des Gesetzesvollzugs bei der neuesten, schon heute und erst recht in Zukunft wohl wichtigsten Dimension des Verwaltungshandelns und damit auch des verwaltungsrechtlichen Umweltschutzes zutage, nämlich bei der planenden Gestaltung (vgl. STEIGER, H., 1971, S. 137 ff.). Welche Tragweite diese Dimension für den Umweltschutz schon hat und in wachsendem Maße erlangen wird, zeigt ein Blick auf

- die Raumordnung im Bund, in den Ländern und in den Regionen nach dem Bundes-Raumordnungsgesetz und den Landesplanungsgesetzen¹⁾,
- die Bauleitplanung der Gemeinden nach dem Bundesbaugesetz, der Baunutzungsverordnung und dem Städtebauförderungsgesetz (Näheres bei STICH, R., 1974, S. 3 ff.),
- die Abfallbeseitigungsplanung nach dem Bundes-Abfallbeseitigungsgesetz (§ 6),
- die Landschaftsplanung nach dem Entwurf eines Gesetzes über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundestagsdrucksache 7/886, §§ 4 bis 7)²⁾,
- die wasserwirtschaftliche Planung nach dem Entwurf eines Vierten Gesetzes zur Änderung des Wasserhaushaltsgesetzes (Bundestagsdrucksache 7/888, Vorschlag für einen neuen § 36 b "Bewirtschaftungspläne"),
- die Aufstellung von Luftreinhalteplänen nach dem Bundes-Immissionsgesetz (§ 39).

Aus allem folgt, daß die Umweltschutzvorschriften in Verwaltungsgesetzen solange bloß ein gesetzgeberisches Wunschbild und damit für die Erhaltung und Gestaltung einer menschenwürdigen Umwelt bedeutungslos bleiben, als sie nicht durch aktives Verwaltungshandeln in den drei geschilderten Dimensionen vollzogen und durchgesetzt werden.

5.3.3.2 Das Vollzugsdefizit, Gründe und Abhilfemöglichkeiten

660. Der Rat ist mit vielen Rechtswissenschaftlern der Meinung, daß das Umweltschutzrecht an einem beträchtlichen Vollzugsdefizit leidet (von den zahlreichen Äußerungen in dieser Richtung seien genannt: BEST, W., 1972, S. 33 ff.; REHBINDER, E., 1970 S. 250 ff., mit weiteren Nachweisen; RUPP, H., 1972, S. 32 ff.; STICH, R., 1974, S. 3 ff.; ULE, C., 1972, S. 437 ff.; WEBER, W., 1971, S. 806 ff.). Während aber zur Bedeutung des Vollzugs für die verwaltungsrechtlichen Umweltschutzvorschriften vom Gesetzesinhalt her klare Aussagen gemacht werden könnten, liegen über das Ausmaß des Vollzugsdefizits noch keine exakten Feststellungen vor. Dies wird sich erst in einigen Jahren be-

¹⁾ Siehe dazu vor allem: Raumordnung und Umweltschutz, Entschliebung der Ministerkonferenz für Raumordnung (15. Juni 1972) und Denkschrift des Hauptausschusses der Ministerkonferenz für Raumordnung, herausgegeben vom Bundesminister für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, 1972; vgl. auch die Empfehlungen des Deutschen Rates für Stadtentwicklung vom 29. Juni 1973, veröffentlicht in den Pressemitteilungen des Bundesministeriums für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau. (Teil III: Städtebau).

²⁾ Dahingehende neue Rechtsgrundlagen gelten bereits in den Ländern, die das Recht der Landschaftsplanung und Landschaftspflege neu geordnet haben; s. oben Anm. 3.

sern, wenn u. a. die auf Grund des Bundesgesetzes über Umweltstatistiken und des Bundes-Immissionschutzgesetzes möglichen Erhebungen durchgeführt und ausgewertet worden sind.

Das vorliegende Gutachten hat die vorhandenen Fakten für die einzelnen Bereiche der Umweltpolitik zusammengestellt. Für die "Grundbereiche der Umweltpolitik" wird sich noch erweisen, inwieweit die legislativen Bemühungen auf den Gebieten des Wasserhaushalts, des Immissionschutzes und der Abfallbeseitigung das beim bisherigen Rechtsstand bestehende Vollzugsdefizit zu verringern vermögen. Für die "komplexen Bereiche der Umweltpolitik" fällt besonders ins Gewicht, daß in der Bauleitplanung der Gemeinden nach dem Bundesbaugesetz (in Verbindung mit der Baunutzungsverordnung) nicht nur die Umweltschutzbedeutung des räumlichen Verhältnisses, in das die verschiedenen Arten der Bodennutzung (insbesondere die Wohnbebauung und die Industrieansiedlung) zueinander gebracht werden, weitgehend außer Betracht gelassen worden ist. Man hat auch von den zahlreichen Möglichkeiten umweltschutzwirksamer Planfestsetzungen so gut wie keinen Gebrauch gemacht (siehe dazu: Raumordnung und Umweltschutz. Entschließung der Ministerkonferenz für Raumordnung und Denkschrift des Hauptausschusses, bes. S. 9 ff. und 19 ff.; auch BEST, W., 1972, S. 258 ff.; STICH, R., S. 3 ff.). Damit hängt eng zusammen und muß aber noch einmal besonders hervorgehoben werden, daß die Grünordnung in Siedlungsbereichen wie die Landschaftsplanung überhaupt bisher praktisch nicht zur Entfaltung gelangt ist¹⁾.

661. Nicht anders als die Einzelheiten und das Ausmaß des Vollzugsdefizits in den verschiedenen Teilbereichen des Umweltschutzrechts sind auch seine Ursachen und Gründe sowie die Möglichkeiten, ihm abzuhelfen, noch kaum untersucht und erst recht nicht wissenschaftlich durchdrungen. Es können deshalb nur erste Annahmen ausgesprochen werden, die auf einem nicht systematisch gewonnenen Erfahrungswissen beruhen. Hier eröffnet sich, soweit das Vollzugsdefizit den Staats- und Kommunalbehörden zugerechnet werden muß, ein wichtiges Feld notwendiger verwaltungswissenschaftlicher Forschungen.

Der unzulängliche Vollzug der Gesetzes- und Verordnungsbestimmungen, die heute dem Umweltschutzrecht zugeordnet werden, durch die Staats- und Kommunalverwaltungen hätte eigentlich schon immer als gemeinschaftsschädliches Fehlverhalten erkannt und verurteilt werden müssen. Bis vor kurzem waren aber die schädlichen Folgen dieser Vollzugsverweigerung kaum erkennbar und auch fast nicht bekannt. Aber selbst heute noch wird in den Staats- und Kommunalverwaltungen wenig dafür getan, die Rolle des wirksamen Vollzugs der umweltschutzbedeutsamen Rechtsvorschriften für das Wohl der Allgemeinheit und jedes einzelnen von uns zum festen Bestandteil der Kenntnisse und des Handlungsinstrumentariums der fachlich und rechtlich Verantwortlichen zu machen.

Deshalb müssen alle Verwaltungsangehörigen, in deren Aufgabenbereich umweltschutzbedeutsame Planungs- und Vollzugsmaßnahmen sowie Genehmigungs- und Überwachungstätigkeiten fallen, umfassend über die recht-

lichen und fachlichen einschließlich der soziologischen, psychologischen und medizinischen Zusammenhänge des Umweltschutzes unterrichtet werden. Sie müssen mit allen modernen Informations- und Schulungsmitteln (einschließlich programmiertem Lernen und Planspielen) nachhaltig darüber auf dem laufenden gehalten werden, in welcher Weise sie im Rahmen ihrer Zuständigkeiten den Umweltschutz fördern können und müssen.

662. Nicht wenige umweltschutzbedeutsame Verwaltungstätigkeiten sind von ihrer wissenschaftlichen Herkunft her noch so jung, daß es für sie noch nicht genügend Fachkräfte gibt, die die komplexen Zusammenhänge zu durchschauen in der Lage sind. Dies gilt beispielsweise für die Stadt- und Regionalplanung sowie für die Landschafts- und Grünordnungsplanung. Zudem läßt eine noch weit verbreitete "schmalspurige" Betrachtungs- und Planungsweise vor allem der Angehörigen von Fachbehörden die umweltfreundlichen Planungs- und Gestaltungsmöglichkeiten zum großen Teil unverwertet.

Durch verwaltungsinterne, noch besser durch gemeinsam mit den Hochschulen veranstaltete Tagungen und Seminare muß dafür gesorgt werden, daß die Verwaltungsangehörigen, die bereits in der praktischen Arbeit stehen, mit den Forderungen des Umweltschutzes und den Möglichkeiten, sie zu erfüllen, vertraut gemacht werden.

663. Vollzugshemmende Wirkungen gehen auch von zahlreichen Zuständigkeitslücken und Zuständigkeitsüberschneidungen auf allen Regierungs- und Verwaltungsstufen aus. Die ministeriellen Zuständigkeiten sind ebenso zersplittert wie die der nachgeordneten Staats- und der Kommunalbehörden¹⁾. Auch bei den Behörden selbst bestehen nicht wenige Zuständigkeitszweifel, etwa zwischen den Baubehörden, den Gewerbeaufsichtsamtern und den Naturschutz- (bzw. Landespflege-)behörden.

Es sind deshalb Organisationsregelungen anzustreben, die die Zuständigkeitsüberschneidungen, -lücken und -zweifel auf ein Mindestmaß herabsetzen. Allerdings wird sich die Idealvorstellung von "der Umweltschutzbehörde", die für alle umweltschutzwirksamen Planungs- und Vollzugsmaßnahmen zuständig wäre, wegen der weiten Streuung der Teilbereiche des Umweltschutzes und wegen ihrer erheblichen fachlichen Verschiedenheit nicht verwirklichen lassen.

5.4 Probleme der Umweltplanung

664. Der Umweltschutz ist in den letzten Jahren zu einer öffentlichen Aufgabe mit hoher politischer Priorität geworden. Versucht man jedoch, dieses politische Wirkungsfeld in organisatorische Regelungen zu fassen, so ist festzustellen, daß es sich hierbei um einen komplexen und differenzierten Aufgabenbestand handelt, der fachlich nicht begrenzbar ist. Es geht nicht nur um die Erhaltung der

¹⁾ Dies soll sich auf Grund des neuen Landschaftspflegerechts ändern; siehe dazu die bereits genannten Landesgesetze und § 7 des Entwurfs eines Bundesgesetzes über Naturschutz und Landschaftspflege. Bundestagsdrucksache 7/886.

¹⁾ Vgl. die Übersicht über die Ressortzuständigkeiten auf dem Gebiet des Umweltschutzes bei Bund und Länder, abgedruckt in: Raumordnung und Umweltschutz (s. oben Anm. 1) S. 60f., ferner in: Umwelt, Information des Bundesinnenministeriums zur Umweltplanung und zum Umweltschutz, Nr. 24 S. 16f.

natürlichen Versorgungsquellen, um Lärm, Luft- und Wasserverschmutzung, Abfallbeseitigung, Natur- und Landschaftsschutz, um städtebauliche Konzeption, Verkehrsanlagen usw., sondern um die Ausschaltung erheblicher schädlicher Auswirkungen wirtschaftlicher und sozialer Aktivitäten auf die Umwelt.

Umweltschutz ist deswegen keine selbständige, fachlich begrenzbare Aufgabe oder Aufgabengruppe, sondern eine fachübergreifende Querschnittsaufgabe. Umweltschutzplanung kann deswegen nicht Fachplanung, sondern muß Bereichsplanung sein, die zwischenfachliche Zusammenhänge erfaßt¹⁾.

Sie ist deswegen vor allem koordinierte Planung, da sie nicht nur bei der Zielfindung, sondern auch bei der Plandurchführung widerstreitende Interessen und Kompetenzen aufeinander abstimmen und dabei den übergeordneten Zielvorstellungen Geltung verschaffen muß.

5.4.1 Umweltschutz und Verwaltungshandeln

665. Der komplexen und in nahezu alle Bereiche der öffentlichen Verwaltung hinein verästelten Aufgabenstellung des Umweltschutzes steht eine noch weitgehend "eindimensional" ausgerichtete Realisationsmöglichkeit gegenüber. Recht, Organisation und Methoden der öffentlichen Verwaltung haben sich zwar von der Ordnungs- und Eingriffsverwaltung des liberalen Rechtsstaates weitgehend gelöst und sich den Erfordernissen der Daseinsvorsorge im Sozialstaat durch eine Ausprägung der Leistungsverwaltung angepaßt. Die Notwendigkeiten einer Verbesserung der Qualität des Daseins verlangt aber nach gemeinsamer Zielsetzung und vorausschauender Gestaltung. Neben die Vollziehung tritt damit die Planung, die in ihrem Umfang aus den überkommenen Staatsfunktionen heraustritt. Regierung und Verwaltung sind auf Planung und Vollzug komplexer, fachübergreifender Aufgaben noch nicht hinreichend eingerichtet.

Der Vollzug des Umweltschutzes im Regierungs- und Verwaltungshandeln der Bundesrepublik vollzieht sich in drei Bereichen (STEIGER, 1971):

- der Ordnungs- und Eingriffsverwaltung,
- der Leistungsverwaltung,
- der planenden Verwaltung.

666. Ursprünglich und bis in die jüngste Vergangenheit hinein war der Umweltschutz durch eine sachlich spezialisierte Gefahrenabwehr der Ordnungs- und Eingriffsverwaltung gekennzeichnet. Das zu diesem Zweck ausgestaltete Überwachungsrecht will drohenden Gefahren vorbeugen oder Störungen beseitigen durch Genehmigungen, Erlaubnisse, Auflagen, Bedingungen, Verbote, Bußgelder, Strafen. Hier handelt es sich also um Eingriffe in das Recht des Einzelnen, nach seinem freien Belieben tätig zu werden. Bis

¹⁾ Siehe zum Beispiel für die kommunale Organisation: Gutachten der KGSt, S. 11.

zum heutigen Tag beherrscht die nahezu unübersehbare Fülle von Rechtsvorschriften defensiver Art den Vollzug des Umweltschutzes, während eine positive, vorausschauende Umweltschutzplanung erst in Ansätzen vorhanden ist. Es war bisher nicht möglich, dieses Rechtsgebiet zu kodifizieren und überschaubar zu machen (KLOEPFER, 1972), wenn man von Gesetzesvorhaben auf einzelnen Teilgebieten (wie etwa dem Immissionsschutzgesetz oder dem Abfallbeseitigungsgesetz) absieht.

Man könnte daran denken, daß der Umweltschutz auf die Dauer zu einer abgrenzbaren gesellschaftlichen Aktivität wird, so daß die Umweltrechtsnormen zu einem einheitlichen Rechtsgebiet zusammenwachsen. Geht man davon aus, daß die großen Kodifikationen immer erst am Ende einer rechtshistorischen Epoche geschaffen werden konnten, so läßt sich eine Profilierung des Umweltschutzrechts als einer eigenständigen Rechtsdisziplin heute noch nicht absehen. Umsomehr ist es nötig, die rechtsgutbezogenen Einzelverfahren zur Erteilung von Genehmigungen und Erlaubnissen zusammenzufassen, den fachübergreifenden Aspekt methodisch zu erfassen und den Verwaltungsvorgang und Entscheidungsprozeß transparent zu machen (siehe 5.3; von LERSNER, S. 11 ff.; KLÖPFER, S. 17 ff. mit weiterer Literatur).

667. Der hochindustrielle Massenstaat der Gegenwart hat der öffentlichen Verwaltung neue Aufgaben und Funktionen gebracht. Der Staat muß heute nicht mehr ausschließlich ordnen; er muß Leistungen der Daseinsvorsorge erbringen, die der Einzelne unter dem Postulat der sozialen Chancengleichheit von ihm erwarten kann (GÖB, 1973, S. 3).

Zu dieser öffentlichen Leistungsverwaltung zählen auch wesentliche Teile aus dem Aufgabengebiet des Umweltschutzes, so etwa die kommunale Ver- und Entsorgung (Wasser, Energie, Abwasser, Abfälle). Hierhin müssen auch die staatlichen Zuschüsse für umweltfreundliche Investitionen und die Abgaben für die schadlose Beseitigung von Abfallprodukten (z. B. nach dem Altölgesetz) gerechnet werden.

Zu dem Bereich der Leistungsverwaltung können schließlich auch die staatlichen Maßnahmen gezählt werden, die durch eine Anwendung des Verursacherprinzips die für die Abwendung von Umweltbeeinträchtigungen erforderlichen Kosten dem Verursacher anlasten wollen (s. 5.1).

668. Die Notwendigkeit der Planung im Regierungs- und Verwaltungshandeln ist heute unbestritten (Enquete-Kommission des BT, S. 73 ff.). Sie ist als Komplementärfunktion zur arbeitsteiligen öffentlichen Organisationsstruktur und zur Organisiertheit des gesellschaftlichen Lebens unabdingbar. Die wachsende Aufgabenfülle, die steigende Komplexität der Aufgaben und ein Innovationsdefizit haben in den vergangenen Jahren zu einer sprunghaften Ausweitung und einer zunehmenden Intensität öffentlicher Planungen geführt. Damit trifft zu den Kategorien der Ordnungs- und der Leistungsverwaltung heute die der planenden Verwaltung (GÖB, 1973, S. 3).

669. Die ansteigende Flut öffentlicher Planungen der vergangenen Jahre ist heute nicht mehr überschaubar. Eine kritische Analyse zeigt, daß mit dem Begriff "Planung" ein Spektrum heterogener Tätigkeiten bezeichnet wird. Pla-

nung ist deswegen in der öffentlichen Verwaltung zu einem Experimentierfeld geworden, in dem zur Zeit die Planungsfehler der Vergangenheit aufgearbeitet werden. An Aufbau und Methode der bestehenden öffentlichen Planungsarten wird heute vor allem die mangelnde Integration und Eignung für eine Entwicklungssteuerung gerügt. Es besteht z. B. ein Mangel an Systematik, an ausreichenden Maßnahmen-, Zeit- und Finanzbezügen, an Komplexitätsbeachtung, Operationalität, Wichtigkeitskonzentration, Alternativplanung, Querkoordination und Erfolgskontrolle (WAGENER, 1972, S. 23). Überlegungen über Notwendigkeit und Möglichkeiten der Umweltschutzplanung müssen also vor dem Hintergrund dieser weithin in Praxis und Theorie noch unbewältigten Planungsproblematik gesehen werden.

Es ist deswegen nützlich, den Planungsbegriff in diesem Zusammenhang zurückzuführen auf eine Planmäßigkeit des Regierungs- und Verwaltungshandelns, also auf das vorausschauende, alternative Durchdenken und Formulieren von Zielen, Programmen und von Verhaltensweisen für den Umweltschutz. Planung in diesem Sinne ist ein Führungsinstrument für Regierung und Verwaltung.

670. Bei einer vorausschauenden Umweltschutzplanung ist zu bedenken, daß die Maßnahmen der Eingriffs- und Leistungsverwaltung zwar die Folgen der technisch-wirtschaftlichen Entwicklung in einem noch nicht näher quantifizierbaren Maße auffangen oder beseitigen können. Ohne eine übergreifende strukturelle Programmierung dieser Entwicklung selbst ist zu befürchten, daß eines Tages auch diese Folgen nicht mehr bewältigt werden können. Ein Umweltprogramm sollte also Teil eines strukturpolitischen Gesamtkonzeptes sein, das die Entwicklung der Lebensbedingungen des Menschen in der Bundesrepublik zum Ziele hat. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, daß der technisch-wissenschaftliche Fortschritt, die gesellschaftliche Differenzierung und der Wertpluralismus die Entscheidung gesellschaftlicher Konflikte außerordentlich kompliziert haben. Der bisher weitgehend übliche eindimensionale Indikator zur Bemessung des Wohlstandes — das quantitative Wachstum des Bruttosozialproduktes — reicht heute nicht mehr aus.

671. Es wird im politischen und gesellschaftlichen Raum nahezu nirgendwo bestritten, daß von der Forderung nach mehr "Lebensqualität" abgeleitete Ziele neben die ökonomischen treten. Es gibt aber keinen objektiven Maßstab, der Aufschluß darüber geben könnte, wieviel Wirtschaftswachstum noch mit der Qualität des Lebens vereinbar ist oder wieviel Wachstum notwendig ist, um diese Qualität zu verbessern oder auch nur zu erhalten.

Die Suche nach sozialen Indikatoren mit informativer, normativer und evaluativer Funktion, die Urteile und Entscheidungen über den Zustand und die Veränderung wichtiger sozial-ökonomischer Problembereiche ermöglichen, ist im Gange. Es läßt sich noch nicht absehen, ob sie Erfolg haben wird und ob es mit den derzeitigen Mitteln möglich ist, ein Programm aufzustellen, daß die Oberziele staatlicher und gesellschaftlicher Entwicklung operationalisierbar macht (s. Anhang I, 1 und 2).

672. Darüber hinaus erschwert die Regierungs- und Verwaltungsorganisation von Bund und Länder sowohl die Zielfindung als auch den Zielentscheidungsprozeß. Im Rahmen eines die allgemeinen Ziele formulierenden Regie-

rungsprogramms befinden die einzelnen Ministerien über ihre Aktivitäten selbständig. Konsensbildung und Konfliktentscheidung werden damit in einem späten Stadium in das Kabinett verwiesen, das oft genug gezwungen ist, Krisenvermeidungsstrategien anzuwenden. Die Finanzplanung kann eine zielorientierte Programmsteuerung allein nicht ermöglichen. Die Anstrengungen der Bundesregierung, im Wege der "Frühkoordinierung" die Programme der einzelnen Ministerien zu einem Arbeitsprogramm der Bundesregierung zu integrieren, konnten wegen der bestehenden Organisationsstruktur nur geringen Erfolg haben (Projektgruppe Regierungs- und Verwaltungsreform beim Bundesminister des Innern, 1972; KAHRENKE, 1973). Ohne eine nachhaltige Förderung der Arbeiten zur Reform der Regierungsstruktur können deswegen die Funktionsschwächen des bestehenden Planungssystems nicht überwunden werden.

5.4.2 Probleme der Durchführung des Umweltprogramms

673. Aus den angegebenen Gründen mußte sich die Bundesregierung darauf beschränken, im Umweltprogramm ein strukturpolitisches Gesamtkonzept anzukündigen, das neben dem Umweltprogramm das Bundesraumordnungsprogramm, die Entwicklung des Städte- und Wohnungsbaus, die Maßnahmen der regionalen Wirtschafts- und der Agrarstrukturpolitik und die Entwicklung leistungsfähiger öffentlicher Verkehrssysteme zusammenfaßt (UPr.BReg., 1971, S. 12).

Ein derartiges strukturpolitisches Gesamtkonzept, nach dessen Zielvorstellungen sich alle Planungen und Plandurchführungen gemeinsam ausrichten könnten, ist noch nicht erstellt. Deswegen ist damit zu rechnen, daß die Praxis der gesamt einheitlich unstrukturierten und unkoordinierten öffentlichen Planungen im Sinne einer fachlichen Fortschreibungsplanung weitergeführt wird.

674. Erarbeitung und Durchführung eines solchen Gesamtkonzeptes steht zur Zeit vor allem entgegen, daß neben den allgemein oben bereits dargestellten Mängeln in der Organisationsstruktur der Regierungen von Bund und Ländern erschwerend die Verteilung der strukturpolitischen Zuständigkeiten auf die verschiedensten Ressorts ins Gewicht fällt. So ist für den Umweltschutz der Bundesinnenminister, für Städtebau und Raumordnung der Bundesbauminister, für die regionale Wirtschaftsförderung der Wirtschaftsminister, für Landschaftspflege und Ordnung des ländlichen Raumes der Landwirtschaftsminister, für die Verbesserung der Verkehrsverhältnisse der Verkehrsminister und für die Landeskunde und das Kommunalwesen wiederum der Innenminister zuständig. Allerdings haben sich auch auf diesem Gebiet ressortübergreifende Abstimmungsmechanismen entwickelt, z. B. der Abteilungsausschuß für Umweltfragen.

675. Die Plandurchführung des Umweltprogramms wird im Bereich der Administration dreifach erschwert: Einmal ist die Zahl der mit Umweltschutzfragen befaßten Behörden kaum zu übersehen. Zum anderen muß eine einheitliche Durchführung des Programms koordiniert zwischen Bund und Ländern erfolgen. Und schließlich trifft auch die Plandurchführung durch Abstimmung und Koordinationsentscheidung auf die Barrieren der arbeitsteiligen Ressortstruktur der Regierung und Verwaltungen von Bund und Ländern.

676. Es ist schwierig, die vorhandene Behördenstruktur zum Zwecke eines besseren administrativen Vollzuges des Umweltschutzes nachhaltig zu ändern. Dennoch können zwei wesentliche Verbesserungen im Verfahren erreicht werden. Die vor allem in den Ländern nach der territorialen Kommunalreform anstehende Funktionalreform, die über die Verteilung der Aufgaben auf die einzelnen Behörden neu entscheidet, sollte den Grundsatz der Einheit der Verwaltung möglichst weitgehend beherzigen. Soweit wie möglich, sollten Entscheidungen deswegen nicht Spezialbehörden, sondern der allgemeinen Verwaltung (Gemeinde, Kreis, Regierungspräsident) übertragen werden. Weiterhin sollten die Genehmigungsverfahren nach Sachbereichen zusammengefaßt und transparent gemacht werden (von LERSNER, 1972).

677. Die vertikale Koordinierung der Plandurchführung zwischen Bundes- und Länderbehörden trifft auf die Grenzen der verfassungsmäßigen Zuständigkeiten von Bund und Ländern. So kann ein strukturelles Gesamtentwicklungskonzept ebenso wie etwa ein Bundesentwicklungsprogramm für die Länder etwa als Gesamtproblemanalyse wirken, die sie nur im Wege der Selbstbindung übernehmen können. Dieses Ergebnis, das der Erkenntnis entspricht, wonach die Länder eine durch Art. 79 Abs. 3 GG abgesicherte Eigenständigkeit besitzen, die nicht durch eine institutionalisierte gemeinsame Aufgabenplanung unterlaufen werden darf, widerspricht aber der Notwendigkeit gemeinsamer Aufgabenplanung so sehr, daß zur Zeit nach geeigneten Kooperationsformen zwischen Bund und Ländern gesucht wird. Für den Bereich des Umweltschutzes könnten die bestehenden Bund-Länder-Fachkommissionen ausgebaut werden.

678. Freilich setzt dies voraus, daß die Abstimmungsmechanismen innerhalb der einzelnen Regierungen verbessert werden. Die starke Betonung des Ressortprinzips, wie es in Art. 65 GG festgelegt ist, wonach zwar der Kanzler die Richtlinie der Politik bestimmt, die einzelnen Bundesminister in den ihnen zugewiesenen Geschäftsbereichen ihre Geschäfte selbständig und unter eigener Verantwortung führen, hat ein Faktum der ressortmäßigen Eigendynamik geschaffen, die auch durch in der Geschäftsordnung festgelegte Koordinierungsregeln nicht überspielt werden kann. Vielmehr führen kurzfristige, erfolgsorientierte Ressortstrategien meistens zum Effekt der "negativen Koordinierung": Es werden bei der Abstimmung mit anderen Ressorts eigene Ressortinteressen abgesichert. Eine positive, vorausschauende, gesamtheitlich ausgerichtete Planung kann dabei nicht wirksam werden. Solange eine Reform der Regierungsstruktur in Bund und Ländern keine neuen Formen gefunden hat, die diesem Zustand entgegenwirken, ist ein wirksamer Planungsvollzug für den Umweltschutz davon abhängig, daß für diese besonders bedeutsame Aufgabe eigene Abstimmungsmechanismen institutionalisiert werden, die über die bestehenden Möglichkeiten der geschäftsmäßigen Regelungen hinausgehen (Projektgruppe

Regierungs- und Verwaltungsreform beim Bundesminister des Innern, 1972).

679. Als Lösung bietet sich hier die unter dem Stichwort der "Umweltverträglichkeitsprüfung" zur Zeit diskutierte gesetzliche Regelung eines Abstimmungsmechanismus an (OBENHAUS, 1973). Ein solches Gesetz sollte Grundsätze des Umweltschutzes als materielles Leitbild enthalten, nach dem sich die Abstimmung vollziehen müßte. Ein solches Leitbild ist notwendig, weil längst nicht alle umweltrelevanten Gesetze ausreichende Umweltschutzklauseln enthalten und weil sich viele umweltbeeinträchtigende Tätigkeiten auch der öffentlichen Hand im gesetzefreien Raum vollziehen.

Zwar enthalten einige Gesetze Umweltschutzklauseln oder doch Sach- und Verfahrensregelungen, aus denen man eine Umweltverträglichkeitsprüfung ableiten kann (z. B. Bundesraumordnungsgesetz, Bundesbaugesetz, Atomgesetz, Abfallbeseitigungsgesetz, Bundesimmissionsschutzgesetz). Sie sind aber gegenüber anderen Planungsgesetzen und vor allem gegenüber öffentlichen Maßnahmen ohne besondere gesetzliche Grundlage in der Minderzahl. Zu erwähnen sind vor allem die Fachplanungen und die zu ihrem Vollzug durchgeführten Maßnahmen etwa auf den Gebieten des Straßen-, Schienen-, Seilbahn- und Luftverkehrs, der Energie-, Wasser- und Abwasserwirtschaft, der Flurbereinigung und des ländlichen Siedlungswesens sowie der Ansiedlung von Industrie- und Gewerbebetrieben im Rahmen der regionalen und kommunalen Wirtschaftsförderung, ohne daß es sich hierbei um eine abschließende Aufzählung handeln kann. Bei einigen dieser Fachplanungen muß zwar auch ein Planfeststellungsverfahren eingehalten werden (z. B. beim Bundesfernstraßengesetz). Es fehlt aber an den materiellen Grundsätzen, die eine Berücksichtigung der Umweltbelange erfordern müssen. Die Einführung von besonderen Umweltschutzklauseln in einzelnen Fachplanungsgesetzen würde nicht nur einen erheblichen Gesetzgebungsaufwand erfordern. Es blieben auch Lücken dort, wo umweltrelevante Maßnahmen einem Planfeststellungsverfahren nicht zugänglich oder unterworfen sind.

680. Die bessere Lösung ist deswegen der Erlaß eines Bundesgesetzes, das materielle Grundsätze der Umweltverträglichkeit und Verfahrensregeln enthalten sollte, die sicherstellen, daß nach einem nach der Erheblichkeit der Maßnahmen abzustufenden Verwaltungsverfahren, das eine Verzögerung der Maßnahmen ausschließen muß, auf jeder Stufe der öffentlichen Verwaltung (Bund, Ländern, Gemeinden) eine koordinierende Behörde an der Prüfung der Umweltverträglichkeit zu beteiligen ist, um damit dem fachübergreifenden Aspekt des Umweltschutzes gerecht zu werden und eine punktuelle Betrachtungsweise auszuschließen. Nur durch ein derartiges Gesetz wäre auch eine bundeseinheitliche Verfahrensregelung möglich. Verfassungsrechtlich läßt sich diese normative Regelung auf die im Grundgesetz aufgezählten Sachregelungskompetenzen des Bundes nach Art. 74, 75 GG stützen, an die sich die Kompetenz zur Verfahrensregelung nach Art. 84, 85 GG knüpft.

681. Ein solcher institutionalisierter, einheitlicher Abstimmungsmechanismus könnte auch dazu führen, daß über die fachübergreifende Abstimmung hinaus Rückkoppelungen zum Bundesumweltschutzprogramm und zu denen der Länder ermöglicht würden, die nicht nur eine Kontrollfunktion enthalten, sondern auch wesentliche Anstöße zur Fort-

schreibung und zur Koordinierung der Programme geben könnten. Freilich bleibt aus der Erfahrung mit anderen fachübergreifenden Verfahrensregelungen, wie sie etwa im Bundesraumordnungsgesetz enthalten sind, darauf hinzuweisen, daß auch eine gesetzliche Regelung nicht ausreicht, die keinen Zwang zur Abstimmung enthält. So wirkt nach § 4 Abs. 1 des Bundesraumordnungsgesetzes der für die Raumordnung zuständige Bundesminister auf die Verwirklichung der Raumordnungsgrundsätze insbesondere durch Abstimmung der raumbedeutsamen Planungen und Maßnahmen einschließlich des Einsatzes raumwirksamer Investitionen hin. Diese Formulierung hat dazu geführt, daß der zuständige Bundesminister regelmäßig auf das Wohlverhalten seiner Ressortkollegen angewiesen war. Der Raumordnung sind auf diesem Wege einige Teilerfolge durchaus beschieden gewesen. Insgesamt bleibt aber doch festzustellen, daß sich an der unkoordinierten Fortschreibungspraxis von Fachplanungen ohne wirklich übergreifende Zielsetzung nichts geändert hat (GÖB, 1972).

682. Es wäre deswegen notwendig festzulegen, daß umweltbeeinträchtigende Maßnahmen von größerer Erheblichkeit nur im Einvernehmen mit dem zuständigen Minister oder Beauftragten der jeweiligen Stufe der öffentlichen Verwaltung erfolgen kann. Wird die zuständige Stelle nicht beteiligt, entsteht ein Verfahrensfehler mit möglicherweise erheblichen verwaltungsinternen und externen Auswirkungen. Dieser Zwang zur Beteiligung, der daraus resultiert, schafft auch die Notwendigkeit, bei mangelndem Einvernehmen die Koordinationsentscheidung des nächsthöheren Entscheidungsträgers herbeizuführen und verhindert damit, daß Zielkonflikte in der praktischen Politik durch Ausklammerung oder nach dem Prinzip der Machtanfälligkeit der Planung entschieden werden.

5.4.3 Das Umweltplanungsinformationssystem (Umplis)

5.4.3.1 Zum Konzept von Umplis

683. Zu den Voraussetzungen für erfolgreiche Umweltplanung zählen problemgerecht aufbereitete Informationen. Das Umweltprogramm der Bundesregierung sieht vor, ein Informationssystem für die Umweltplanung einzurichten. Dessen Ziele sind:

- Schädliche Entwicklungen sollen frühzeitig erkannt werden.
- Vorhandene Informationsmöglichkeiten sollen schnell nachgewiesen werden. Dazu gehört eine Rückkoppelung zwischen Informationssystem und politischen Entscheidungssituationen.
- Vorhandene Datensysteme sollen systematisch ausgeschöpft und miteinander koordiniert werden.
- Die unterschiedlichen Meinungen zu bestimmten Fragen sollen dargestellt werden.

684. Umplis soll die für diese Zwecke erforderlichen statistischen Daten, Meß- und Forschungsergebnisse im allge-

meinen nicht selbst erarbeiten, sondern vielmehr den Zugriff auf vorhandene Datensysteme ermöglichen. Es ist als zentrale Nachweis- und Koordinierungsfunktion für Umweltplanung und -dokumentation gedacht.

Dementsprechend gliedert sich Umplis in einen Kern zur Steuerung des Gesamtsystems sowie in 10 weitere Subsysteme (Sub), deren Inhalt den abgedeckten Aufgabenbereich angibt (KUNZ & RITTEL 1972, 1973; Umweltbrief Nr. 2, 1973):

- Sub 1: Problembuchhaltung, zentrales Schaltsystem als Zugang zu anderen Subsystemen und internationalen Umweltinformationssystemen. Sub 1 ist der Kern des Gesamtsystems.
- Sub 2: Grundinformationsträger (Fach- und Bereichsdatenbanken) als Datei mit Angaben darüber, wo welche Informationen gesammelt und ausgewertet werden.
- Sub 3: Expertendatei.
- Sub 4: Überwachung und Messung kritischer Umweltvariabler.
- Sub 5: Projektregister für Forschung, Entwicklung und Gesetzgebung.
- Sub 6: Methodisches Repertoire (Prognose, Operations Research, Simulation, Kostennutzenanalyse usw.).
- Sub 7: Dokumentation des Umweltrechts und Verwaltung der Agenda der gesetzgeberischen Maßnahmen.
- Sub 8: Bezieht sich auf Standards und Schwellenwerte für kritische Umweltvariable.
- Sub 9: Planungsunterstützung für das Krisen- und Katastrophenmanagement.
- Sub 10: Informationen zum Verbraucherschutz.
- Sub 0: Selbstverwaltung von Umplis und deren Verbesserung.

685. Die vorgesehene Gliederung und Abgrenzung der Subsysteme mag unter systematischen Gesichtspunkten Mängel aufweisen (GÜNTHER, 1973; ZIMMERMANN, 1973), trotzdem ist eine Abgrenzung nach vorhandenen und ggf. veränderlichen Organisationsstrukturen aus Praktikabilitätsgründen geboten. So ist es z. B. notwendig, daß Umplis als "Wegweiserdatenbank" in das z. Z. entstehende Bundesdatenbanksystem integriert wird.

5.4.3.2 Externe Probleme

686. Generell wird vorausgesetzt, daß Planungsentscheidungen um so besser ausfallen, je besser der Entscheidungsträger informiert ist. Besser informiert sein heißt jedoch nicht, mit mehr Informationen überflutet zu werden, sondern in erster Linie besser aufbereitete Informationen zu erhalten; ein Gleichgewicht zwischen Informationsoutput und der Aufnahmekapazität der Benutzer ist erforderlich. In der Informationskette Experten – Informationssystem – Entscheidungsträger stiftet die Informationssystemkomponente mehr Schaden als Nutzen, wenn sie nicht men-

genmäßig weniger Information ausgibt als ihr eingegeben wird (SIMON, 1971).

Dieser Erfahrungssatz gilt besonders im Umweltbereich, wo einer bereits vorhandenen größeren Menge von Detaildaten eine geringere Zahl aggregierter Daten und Informationen über Zusammenhänge gegenüber stehen. Umplis trägt diesem Sachverhalt Rechnung, indem es, in den eigentlich neuen Subsystemen 1 und 6, Einzeldaten problemorientiert aufbereiten will.

687. Der Output von Informationssystemen als Entscheidungshilfen muß genügend einfach sein, um von den Entscheidungsträgern verstanden zu werden. Hier liegt ein wichtiges Problem bei der Entwicklung formaler Planungsmittel. Bei der Gestaltung des Informationsoutputs ist zu berücksichtigen, wie Entscheidungen in der Planungsorganisation zustande kommen. Informations- und Entscheidungssysteme sind zusammen zu betrachten. Die einzelnen Elemente des Outputs müssen ihre Adressaten in einer entsprechenden realen Planungsorganisation finden.

688. Der Inhalt der Subsysteme von Umplis zeigt, daß es auf eine weitgefächerte, integrierte Gesamtumweltplanung ausgerichtet ist. Eine entsprechende reale Planungsorganisation als Adressat existiert aber nicht. Dies zeigt sich z. B. deutlich in Sub 9: Es gibt keine zusammenhängende Krisen- und Katastrophenplanungsorganisation, z. B. für Unfälle bei Kernkraftwerken, Smogsituationen, Tankerkollision etc. Die vorhandenen Teilorganisationen für diese Aufgaben benötigen Umplis nicht, da sie ihre Information direkt aus ihrem Fachinformationssystem erhalten können (aus denen auch Umplis sie bezieht).

Ein integriertes strukturpolitisches Gesamtprogramm, das eine entsprechende Ausformung realer Planungsorganisationen nach sich ziehen könnte, wurde im Umweltprogramm lediglich angekündigt. Auch ist unklar, wie ein solches Gesamtprogramm bei dem Prozeßcharakter des Planens sinnvoll durchführbar ist (s. dazu 5.4.2).

Derzeit ist Umweltplanung in eine Reihe von Fachplanungen geteilt. Dabei werden die erwarteten Planungshilfen von Umplis solange nicht voll ausgenutzt, als die Umweltschutzziele, wenn nicht in einem strukturpolitischen Gesamtprogramm, so doch in die Ziele der Fachplanungen integriert werden. Dann allerdings ist Umplis neben allgemeinen Diensten für Wissenschaft, Verwaltung und Wirtschaft auch als Planungshilfe unentbehrlich.

689. Die erforderliche genauere Untersuchung der potentiellen Benutzerstrukturen ist erst für 1974 vorgesehen, nachdem bereits etwa zwei Jahre an Umplis gearbeitet wird. Aus den Ergebnissen werden sich genauere Angaben über die Prioritäten bei der Weiterentwicklung von Umplis ableiten lassen.

5.4.3.3 Interne Probleme

690. Der Wegweisercharakter von Umplis bringt es mit sich, daß der Kern (Sub 1) und auch Sub 6 nicht wie ein konven-

tionelles System zum Wiederauffinden von Informationen strukturiert werden kann. Bisher stellte man bei strittigen Problemkomplexen die verschiedenen Aspekte manuell zusammen. Zur Formalisierung dieses Vorganges, der wegen der Datenmenge bei komplexer Umweltplanung erforderlich ist, wurde für Umplis eine neuartige Organisationsstruktur, ein Schaltmechanismus unter der Bezeichnung IBIS entwickelt, bei dem Fragestellungen und ihre Vernetzungen die Bausteine sind, die sich in Abhängigkeit von der Benutzungsgeschichte des Systems verändern. Dabei ist eine gewisse Normierung und Klassifikation der Anfragen notwendig. Es werden Sachfragen, instrumentelle Fragen und Entscheidungsfragen unterschieden.

Jede Fragen-Klassifikation bringt außerordentlich schwierige Abgrenzungs- und Bewertungsprobleme mit sich. Auf Transparenz, Kontrollierbarkeit und Veränderungsmöglichkeiten sollte hier besonders geachtet werden.

Der Erfolg von Umplis hängt wesentlich von der Leistung des Schaltmechanismus ab. Ohne eine leistungsfähige IBIS-Struktur ergäbe sich lediglich eine Kollektion von Spezialdateien. Zwar würden auch diese bereits Planungshilfen bringen, doch ist wegen der großen Datenmengen zu befürchten, daß ohne anderweitige Ersatzlösungen dann ein Teil davon zum "Datenödland" wird.

Der Nachweis über die Realisierbarkeit von IBIS steht noch aus. Die jetzt beginnende Testphase sollte hier baldige Aufklärung bringen.

691. Der Umfang der Subsysteme dürfte den in überschaubarer Zeit realisierbaren Aufgabenbereich der Umweltpolitik abdecken.

Bei den Subsystemen 2, 3, 5, 7, 9 und 10 handelt es sich um normale Datenbanksysteme, die aus informationswissenschaftlicher und technischer Sicht wenig Probleme mit sich bringen. Die Schwierigkeiten sind hier organisatorischer Art:

Integration in das Bundesdatenbanksystem und andere Grundinformationsträger (Sub 2) (KITSCHLER, 1973).

Aktualisierung der Informationen über Experten (Sub 3) und Projekte (Sub 5),

Setzung von Schwellenwerten und Informationen über Wirkungsmechanismen kritischer Umweltvariabler (Sub 4 und Sub 8)

Vermeidung von Doppelarbeit auf rechtlichem Gebiet (Sub 7) usw.

692. Für Sub 6 (Methoden) ist neben dem Problem der IBIS-Struktur noch eine erhebliche Forschung erforderlich, um einen handhabbaren Methodenbaukasten zu erhalten (s. Anhang I, 1). Dennoch verspricht – im Vergleich zum bisherigen Zustand – eine systematische Zusammenstellung und kritische Aufbereitung der bisher vorhandenen Verfahren schon wesentliche Verbesserungen.

693. Insgesamt wertet der Sachverständigenrat Umplis als anspruchsvolle Aufgabe. Seine Verwirklichung ist ein wesentlicher Beitrag zu erfolgreicher Umweltpolitik.

6 TRANSNATIONALE ASPEKTE DER UMWELTPOLITIK

6.1 Der ökologische Verflechtungsgrad der Bundesrepublik Deutschland mit der Außenwelt

6.1.1 Der geoökologische Verflechtungsgrad

Die geographische Lage

694. Ein Blick auf die Landkarte zeigt, daß die Bundesrepublik Deutschland — wie übrigens nur wenige Staaten der Erde — aufgrund ihrer geographischen Lage ihre Umweltprobleme mit vielen Nachbarn teilt: Ihr geoökologischer Verflechtungsgrad mit der Außenwelt ist sehr hoch.

Grenzen bestehen zu neun europäischen Staaten: DDR, CSSR, Österreich, Schweiz, Frankreich, Luxemburg, Belgien, den Niederlanden und Dänemark. Nur in den wenigsten Fällen prägten geographische Gegebenheiten die Entstehung dieser Grenzen. Wo aber Flüsse, Seen oder das Meer eine Art natürlicher Grenzlinie bilden, knüpfen gerade diese eine ökologische Verbindung und werfen damit wichtige Probleme des internationalen Umweltschutzes auf. Selbst Gebirge stellen keine ökologische Grenze dar, da sie beispielsweise den Luftaustausch nicht verhindern können.

Nur durch Meeresstraßen und -buchten getrennt oder als Unterlieger an wichtigen Flüssen besteht zusätzlich eine ökologische Wechselwirkung zwischen der Bundesrepublik Deutschland und mindestens sieben weiteren Staaten, wie Liechtenstein, England, Norwegen, Schweden, Finnland, UdSSR und Polen.

Als Oberlieger an der Donau steht die Bundesrepublik Deutschland in ökologischer Beziehung zu den Unterliegern Österreich, Ungarn, Jugoslawien, Rumänien und Bulgarien.

Der Bereich Wasser und Abwasser

695. Die meisten großen und viele kleinere Flüsse Europas überschreiten in ihrem Lauf Staatsgrenzen. Für die Bundesrepublik seien hier vor allem Rhein, Elbe, Donau, Mosel, Saar und Werra genannt, die alle zu den stark belasteten Gewässern zählen. Entsprechendes gilt für die Grundwasserströme und -reservoirs, die auch an staatlichen Grenzen nicht haltmachen.

An den größten Binnensee Deutschlands, den Bodensee, grenzen neben der Bundesrepublik auch Österreich und die Schweiz. Die Binnenmeere Nord- und Ostsee haben sogar zwölf Anliegerstaaten. Die Ostsee gehört deshalb zu den stärksten belasteten Gewässern der Welt.

Luft

696. Auch verschmutzte Luft macht an den Landesgrenzen nicht halt. Die regionalen Luftströmungen sind eingebettet in die großen Luftbewegungen zwischen Meer und Land und die Strömungen zwischen Hoch- und Tiefzonen, welche sich wiederum als Folge der globalen Zirkulation einstellen. Außerdem verlaufen die Winde als Hauptverteiler der Luftverunreinigungen in ihren täglichen und jährlichen Rhythmen je nach der Bodenunterlage und der geographischen Breite sehr verschieden. Im engbesiedelten Europa können deshalb die einzelnen Länder von den Emissionen ihrer Nachbarländer betroffen und in ihrem Anrecht auf gesunde Umweltbedingungen beeinträchtigt werden. Das gilt insbesondere, wenn die Grenzen durch Industriegebiete verlaufen, wie dies an der deutsch-französischen Grenze für die beiden Industriegebiete Elsaß-Lothringen und Saarland der Fall ist, in denen im übrigen Westwind vorherrscht.

697. Untersuchungen über den großräumigen Transport von Luftverunreinigungen werden derzeit von der OECD durchgeführt (Zeitraum 1972–1974) für mögliche Ausbreitungen bis zu 2000 km. Hierbei ist nicht in Frage gestellt, ob überhaupt ein großräumiger Transport von Luftverunreinigung stattfindet, sondern ob die Emission in Europa schon so intensiv sind, daß Immissionen auch noch in solchen Gebieten Umweltschäden erzeugen, die weit von Emissionsgebieten entfernt liegen. Im Mai 1973 wurde von der OECD ein vorläufiges Emissionskataster für ganz Europa (auch für die europäischen Ostblockstaaten) vorgelegt. Die höchsten SO₂-Emissionen treten demnach im östlichen Teil Mitteleuropas auf (Oberschlesien, Böhmen und Mähren, Sachsen-Thüringen), 60% der dort gemessenen Werte treten in Großbritannien auf und 50% in den Niederlanden, Belgien, Nordostfrankreich sowie in Nordrhein-Westfalen und an der Saar (BMI-Umwelt, Heft 24/1973, S. 22–23).

Als Ergänzung zu diesem Projekt dienen seit Sommer 1973 die deutsch-niederländischen Untersuchungen der Emissionsauswirkungen in der Region zwischen Rotterdam und dem Ruhrgebiet. Bei Ost- oder Westwinden werden die SO₂-Transporte zwischen den beiden Ballungszentren und ihre Folgen auf die dazwischenliegenden mehr ländlichen Gebiete gemessen. Ergebnisse liegen noch nicht vor.

Globale Verflechtung

698. Der globale Charakter des Umweltproblems ergibt sich aus der fast totalen Geschlossenheit des ökologischen Systems der Erde, prägnant beschrieben mit dem Begriff "Raumschiff Erde". Dieses System erfährt seine Einflüsse durch einen weitverzweigten Regelkreis, in welchem jede Veränderung eines Teilsystems vielfältige Änderungen an nahezu allen übrigen Systemteilen bewirkt. Z. B. verringern Verbrennungsprozesse irgendwo auf unserer Erde den Sauerstoffgehalt und erhöhen den Staubauswurf und den CO₂-Gehalt der Luft, beeinflussen die Wärmebilanz der Gesamtatmosphäre und damit das Weltklima, woraus sich

Auswirkungen auf Flora und Fauna ergeben; ungeordnete Abfallablagerungen führen oft zur Verschmutzung von Grundwasser oder Flüssen, wirken damit auf den Haushalt der Ozeane ein (die trotz ihrer Größe auch begrenzt sind), somit auf die Lebensgrundlage vieler Lebewesen und – direkt oder am Ende einer langen Nahrungskette – wiederum auf den Menschen.

So verschwinden die Pestizid- und Abfallmengen, die laufend ins Meer gelangen, keineswegs. Ein großer Teil wird irgendwann von Lebewesen aufgenommen und weitergegeben, wobei sie sich in immer höheren Konzentrationen ansammeln und die Endkonsumenten schädigen können. Ein großes Problem der Weltmeere hängt mit dem wichtigsten Energieträger zusammen, dem Erdöl. Das Gewinnen, Transportieren und Raffinieren der jährlichen Ölproduktion (2610 Mill. Tonnen im Jahr 1972) ist mit Verlusten verbunden, die zu einem Teil ins Meer gelangen: 1972 waren es ca. 2,5 Mill. t, wovon ca. 65% auf Schiffe und 35% auf andere Verursacher entfallen (Raffinerien und andere Landverluste) (COWELL, 1973 und HOULT, 1969).

Da die natürlichen Syntheseleistungen die steigende anthropogene CO₂-Erzeugung nicht kompensieren, wird die Erdatmosphäre zunehmend mit CO₂ angereichert. Hinzu kommt eine laufende Anreicherung mit Wasserdampf (vor allem durch Prozesse aller Art, bei denen Verbrennungsvorgänge ablaufen, z. B. bei Kraftfahrzeugen), mit feinen Feststoffteilchen und Wärme (durch die zunehmende Erzeugung von Energie). Die hieraus resultierenden klimatischen und sonstigen Folgen werden z. Z. diskutiert. Eine einhellige Meinung darüber besteht noch nicht (LANDSBERG, 1970). Auf diese Problematik wird auch unter 3.6 eingegangen.

6.1.2 Der sozialökologische Verflechtungsgrad

699. Die Europäische Gemeinschaft hat unter Ausklammerung des regen innergemeinschaftlichen Handels mit 21% am Welthandel (Vereinigte Staaten 14%) und mit 25% (Vereinigte Staaten 18%) am Handel der westlichen Industrienationen den größten Anteil am Gesamtaußenhandel der Erde (IMF 1973). Zugleich sind die Anteile des Außenhandels am Bruttosozialprodukt in der Europäischen Gemeinschaft sehr hoch, in der Bundesrepublik Deutschland z. B. etwa 1/3. Dies hat eine entscheidende umweltpolitische Konsequenz: Da ein hoher Anteil der Wirtschaftsaktivitäten auf einem Austausch von Gütern, Diensten und Menschen mit dem Ausland beruht, haben die umweltpolitischen Probleme, die sich im Zusammenhang mit wirtschaftlichen Aktivitäten stellen, fast immer zugleich eine internationale Dimension.

Die geoökologische Verflechtung der Bundesrepublik hat die umweltpolitische Konsequenz, daß Nachbarstaaten durch Abgabe von Verschmutzung in der Bundesrepublik Schädigungen oder Belästigungen verursachen, wie dies umgekehrt die Bundesrepublik bei ihren Nachbarn verursacht. Dahingegen liegt die umweltpolitische Konsequenz der sozialökologischen Verflechtung vornehmlich darin, daß im Zusammenhang mit dem Außenhandel Wettbewerbsverzerrungen entstehen oder beim Handel mit Le-

bensmitteln und Agrarprodukten Schädigungen über die Grenze getragen werden können.

Dies gilt auch für die Durchsetzung nationaler Produkt- und Produktionsstandards oder die Anwendung des Verursacherprinzips. Es können sowohl für die nationale Wirtschaft als auch für die internationalen Wirtschaftsbeziehungen tiefgreifende Folgen auftreten. Betriebswirtschaftlich tritt zumindest kurzfristig eine Kostenerhöhung auf, welche über die Preise an die Verbraucher weitergegeben wird, so daß im Vergleich mit Produzenten in anderen Ländern eine internationale Wettbewerbsverzerrung entsteht.

Bisher wird eine mögliche Lösung dieses Dilemmas darin gesehen, den betroffenen Betrieben eine kurzzeitige Überbrückung ihrer durch umweltschützende Auflagen entstandenen und im Vergleich zu ausländischen Konkurrenten höheren Kosten oder Abgaben durch Subventionen oder Steuernachlässe zu bieten. Dies wird vor allem damit begründet, daß die betrieblich durchgeführten Umweltschutzmaßnahmen zu volkswirtschaftlichen Ersparnissen führen, indem sie die Infrastruktur entlasten, den Gesundheitsschutz erhöhen, die Arbeitsplatzbedingungen verbessern, also "soziale Zusatzkosten" vermindern. Außerdem werden durch solche Maßnahmen Innovationen und Modernisierungen angeregt, die auch eine Erhöhung der Produktivität zur Folge haben. Aus diesen Gründen kann man argumentieren, daß langfristig eine scharfe Umweltpolitik die Wettbewerbssituation durchaus verbessern kann.

700. Anders liegt die Situation bei umweltpolitisch bedingten Produktstandards. Ihre Einführung führt zu Handelsbeschränkungen, wenn die Einfuhr nicht standardkonformer Produkte durch die standarderlassenden Länder behindert oder verboten wird. Hier ist eine Lösung nur möglich, wenn die Standards international vereinheitlicht werden. Wie schwierig dies ist, zeigen die Kontroversen über Abgasbestimmungen und Qualitätsnormen für Kraftstoffe und Lebensmittel.

Ein besonderes Problem stellen die Ballungsgebiete dar, da alle genannten ökologischen Belastungen hier in erhöhtem Maße auftreten und die in gewissen Grenzen vorhandene Selbstreinigungskapazität der Natur überfordert wird. In einem zusammenstrebenden Europa wachsen auch die nationalen Ballungsräume zu grenzüberschreitenden Ballungsregionen von Industrie und Siedlungen zusammen, vor allem in den Gebieten Rhein-Ruhr-Maas und Elsaß-Lothringen-Saar.

Die Notwendigkeit internationaler Regelung wird evident, wenn die Maßnahmen des einzelnen Landes, welches aus ökologischen Gründen seiner Industrie hohe Umweltschutzaufgaben macht, durch Emissionen des Nachbarlandes durchkreuzt werden. Mehr noch: Dessen Industrie hat ohne kostspielige Umweltschutzmaßnahmen gegenüber der heimischen Industrie zumindest kurzfristig einen Wettbewerbsvorteil.

701. Die zentrale geographische Lage Deutschlands innerhalb Europas bedingt ein hohes Maß an internationalem Verkehrsaufkommen, sei es als Transitverkehr oder als zwischenstaatlicher Verkehr auf Schiene, Straße, Wasser oder in der Luft. Der Verkehr führt zu hohem Flächenbedarf, zu Schadstoff- und Lärmemissionen, deren Verhinderung ge-

rade wegen der Internationalität der Verursachung besonders schwierig ist. Hinzu kommen noch die Emissionen des Militärverkehrs, z. B. durch Überschall- und Tiefflüge, Belastungen durch Manöver usw.

In diesem Zusammenhang sei auf die neuen Maßnahmen der amerikanischen Umweltschutzbehörde EPA hingewiesen, welche bis Ende der 70er Jahre eine drastische Einschränkung des Schadstoffausstoßes von Flugzeugen verlangen, so z. B. eine Reduzierung von Kohlenwasserstoffen um bis zu 80%, von Kohlenmonoxid um bis zu 60% und von Stickoxiden um bis zu 50%. Die hierzu erforderlichen Kosten werden nach Ermittlung der EPA so gering sein, daß sie bei völliger Überwälzung auf die Flugpreise diese nur um 0,1% erhöhen werden. Während alle in den Vereinigten Staaten zugelassenen Flugzeuge diesen Bedingungen entsprechen müssen, werden internationale Probleme durch Starts, Landungen und Überflüge nichtamerikanischer Flugzeuge auftreten.

Die Vereinigten Staaten haben auch, ebenso die Niederlande, Dänemark und die Schweiz, den zivilen Überschallflugverkehr auf ihrem Gebiet untersagt. Andererseits tolerieren noch immer die Länder, die schnelle Verkehrsflugzeuge bauen, die erheblichen Lärmbelastungen (auf einer Breite von 60 km entstehen durch Überschallknall Werte von 120 bis 130 dB). Auf diese Problematik wird unter 3.4 näher eingegangen.

Der Sachverständigenrat empfiehlt der Bundesregierung, sich den von der EPA beschlossenen Maßnahmen zur Reduzierung der Schadstoff- und Lärmemissionen bei Flugzeugen und dem Verbot des zivilen Überschallflugverkehrs anzuschließen.

702. Als weiterer Aspekt der sozialökonomischen Verflechtung bleibt die Gastarbeiterfrage zu nennen. Jahr für Jahr wandern Hunderttausende von Arbeitskräften in die ohnehin schon dichtbevölkerten Wirtschaftszentren. 1972 arbeiteten ca. 2,4 Mill. ausländische Arbeitskräfte in der Bundesrepublik, in Europa über 8 Mill. Der Anteil an der Zahl der unselbständig Erwerbstätigen (Ausländerquote) beträgt in der Bundesrepublik ca. 11%, in Frankreich rund 12% und in der Schweiz sogar 25% (HÖPFNER et al., 1973).

Die hieraus resultierenden politischen, ökonomischen und sozialen Probleme verflechten die betroffenen Staaten eng miteinander und haben auch einige umweltrelevante Auswirkungen. Die wichtigste ergibt sich aus dem deutlichen Trend der ausländischen Arbeitnehmer, in die industriellen Verdichtungsräume zu ziehen. 1969 arbeiteten in Verdichtungsgebieten rund ein Drittel aller Arbeitnehmer, aber fast die Hälfte der ausländischen Arbeitnehmer. Die Städte München, Stuttgart und Frankfurt stehen mit jeweils über 100000 Gastarbeitern an der Spitze. Bezogen auf die Ausländerquote ist ein deutlicher Unterschied zwischen ländlichen und Ballungsräumen sichtbar; während in gewerblich schwach strukturierten Gebieten 10% aller Arbeitnehmer beschäftigt sind, arbeiten dort nur 4% der ausländischen Arbeitnehmer (Bundesregierung, Gesellsch. Daten, 1973). Die Städte Frankfurt, Ludwigsburg und Stuttgart liegen, bezogen auf die Ausländerquote mit jeweils über 20%, weit an der Spitze vergleichbarer Städte. Die Gastarbeiter verschärfen somit die ohnehin zu beobachtenden Ballungszentren.

denzen. Die neben der regionalen auch festzustellende lokale Konzentration auf Stadtteile führt zusätzlich zur Gettobildung. In diesen Gettos werden umweltfeindliche und ungenügende Verhältnisse am Leben gehalten.

Schließlich hat die hohe Gastarbeiterzahl noch die Konsequenz, daß sie aufgrund der Akzeptierung auch schlechter oder schmutziger Arbeitsbedingungen oftmals Produktionsprozesse aufrechterhalten hilft, die ohne ihre Anwesenheit wahrscheinlich durch modernere und umweltfreundlichere Verfahren ersetzt worden wären.

6.2 Umweltprobleme zwischen der Bundesrepublik Deutschland und der DDR

703. Wenngleich die DDR im Verhältnis zur Bundesrepublik Deutschland nicht als Ausland angesehen werden kann, liegt dennoch eine weitgehende Parallelität der Probleme in den umweltpolitischen Beziehungen zwischen den beiden deutschen Staaten einerseits und der Bundesrepublik Deutschland mit dem Ausland andererseits vor.

Die wichtigsten Umweltprobleme zwischen der Bundesrepublik Deutschland und der DDR bestehen auf dem Gebiet der Wasserverschmutzung. An den meisten grenzüberschreitenden Gewässern ist die DDR Oberlieger. Deshalb ist vor allem die Bundesrepublik an zwischenstaatlichen Verhandlungen interessiert, die seit 1972 durch den Grundlagenvvertrag möglich sind. Die höchste Dringlichkeitsstufe hat hierbei das Problem der Ulster- und Werraversalzung.

In den Jahren 1923/24 wurden für die Kaliwerke an der Werra nach den Vorschlägen der 1913 gegründeten und aus Vertretern der Thüringischen und Hessischen Regierung sowie der Kaliindustrie zusammengesetzten Kaliabwasserkommission einheitliche Verleihungsbedingungen festgelegt.

In dem noch heute gültigen Vertrag hat man sich u. a. auf Höchstwerte der Salzkonzentration in der Werra bei Gerstungen (Grenze zur DDR) mit 2500 mg/l Cl⁻ geeinigt (KAEDING, 1955). Im Gegensatz zu den hessischen Einleitern, die sich an die angegebenen Werte halten, wird von den DDR-Einleitern allerdings dieser Grenzwert mit 20000 mg/l als Spitzenwert weit überschritten (Hessisches Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt, 1971). Derartige Höchstkonzentrationen sind wesentlicher Grund für die bis auf 2000 mg/l ansteigende Versalzung der Weser bei Bremen (HABERER, 1972). Dies ist umso bedenklicher, als die Stadt Bremen den Spitzenbedarf an Trinkwasser bis zu rd. 20% aus der Weser deckt (LAWA 1972, OHL 1969).

Die infolge mangelnder Verantwortung und fehlender Zusammenarbeit hier in großem Maße von der DDR betriebene Ausnutzung der Oberliegervorteile hat das biologische Leben in der Werra nahezu völlig zerstört.

704. Aber auch die aus der DDR einfließende Elbe ist oberhalb Hamburg stark belastet durch schwer abbaubare Substanzen und eine zunehmende Versalzung (bis zu 600 mg/l), die in erster Linie auf die Abwässer der mitteldeutschen Kaliwerke zurückzuführen ist. Dies wirft ebenfalls ernste Probleme für die Trinkwasserversorgung der 2-Millionen-Stadt auf. Die notwendige Zusammenarbeit zur Reduzierung der Elbeverschmutzung ist nicht möglich, da sich die DDR und die CSSR als Oberlieger zu einer solchen Kooperation bisher nicht bereit gefunden haben.

Das ist um so bedauerlicher, als neue Industrieansiedlungen in der Bundesrepublik, wie z. B. zwei Kraftwerke, zwei Aluminiumwerke und ein chemisches Werk, mit den wasser-gütebeeinflussenden Maßnahmen der Oberlieger im Zusammenhang betrachtet werden müßten. Die zwischenstaatliche Aufstellung eines Abwasserlastplanes und eines Wärmelastplanes ist daher dringend erforderlich, damit Maßnahmen zur Sicherung der Wassergüte eingeleitet und koordiniert werden können.

705. Die DDR hat mit dem Landeskulturgesetz vom 28. Mai 1970 die für ihren Umweltschutz gültige Basis geschaffen. Als Grundlage für Maßnahmen gegen grenzüberschreitende Verunreinigungen zwischen der DDR und der Bundesrepublik Deutschland gilt Artikel 7 des Grundlagenvertrages vom 21. Dezember 1972, der die Zusammenarbeit der beiden Staaten auf dem Gebiet des Umweltschutzes anregt:

„Die Bundesrepublik Deutschland und die Deutsche Demokratische Republik erklären ihre Bereitschaft, im Zuge der Normalisierung ihrer Beziehungen praktische und humanitäre Fragen zu regeln. Sie werden Abkommen schließen, um auf der Grundlage dieses Vertrages und zum beiderseitigen Vorteil die Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Wirtschaft, der Wissenschaft und Technik, des Verkehrs, des Rechtsverkehrs, des Post- und Fernmeldewesens, des Gesundheitswesens, der Kultur, des Sports, des Umweltschutzes und auf anderen Gebieten zu entwickeln und zu fördern. Einzelheiten sind in dem Zusatzprotokoll geregelt.“

Im Zusatzprotokoll findet man hierzu unter II.9:

„Auf dem Gebiet des Umweltschutzes sollen zwischen der Bundesrepublik Deutschland und der Deutschen Demokratischen Republik Vereinbarungen geschlossen werden, um zur Abwendung von Schäden und Gefahren für die jeweils andere Seite beizutragen.“

Eine gewisse Zusammenarbeit findet in Einzelfällen wie z. B. bei der Trinkwasserversorgung aus der Eckertalsperre statt. Dieser Trinkwasserspeicher liegt auf der Grenze zur DDR, wird aber von den westdeutschen Harz-Wasserwerken betrieben. Sowohl die Stadt Wolfsburg mit ihren Industriebetrieben als auch Gemeinden der DDR beziehen gemeinsam aus der Eckertalsperre Wasser und elektrische Energie.

Die nach Teil I des Zusatzprotokolls zum Grundlagenvertrage eingerichtete Grenzkommission hat für die Behandlung der Grenzgewässer und zur Schadensbekämpfung an der Grenze zwei Vereinbarungen erarbeitet, die am 20. September 1973 von den beiden Vertragspartnern unterzeichnet wurden. Nach diesen Richtlinien können nun die seit Jahren in den vernachlässigten Grenzgebieten aufgetretenen Schäden wie Brände, Seuchen, Ölschäden, Luftverunreinigungen und anderes unter gegenseitiger Hilfe bekämpft sowie die Grenzgewässer und wasserwirtschaftlichen Anlagen in Stand gehalten und ausgebaut werden. Innerdeutsche Verhandlungen über ein Umweltabkommen sind Ende No-

vember 1973 aufgenommen worden und sollen fortgesetzt werden.

Der Sachverständigenrat würde es begrüßen, wenn durch die Ausdehnung der genannten Bestimmungen des Grundvertrages und des Zusatzprotokolls zukünftige Umweltaktivitäten nicht nur auf eine Abwehr der aufgezählten Gefährdungen beschränkt blieben, sondern eine weitergehende umfassende umweltpolitische Zusammenarbeit auch auf den Gebieten des technischen Erfahrungsaustausches und des gemeinsamen Vorgehens in internationalen Umweltschutzgremien erreicht werden könnte.

6.3 Internationale Ansätze zur Lösung des Umweltproblems

706. Die Notwendigkeit internationaler Zusammenarbeit gerade im Bereich der Umweltproblematik ist aus den vorhergehenden Abschnitten ersichtlich und wird auch von niemandem mehr bestritten. In der Praxis steckt sie jedoch noch in den Anfängen. Ihre Aufgaben ergeben sich aus der bisherigen Analyse: Erfassen der Schäden und Belästigungen, Erforschung der ökologischen Zusammenhänge, Aufstellung international einheitlicher Richtlinien und Normen, deren kontinuierliche Überwachung und Durchsetzung sowie die Lösung entstandener und die Vermeidung zukünftiger Konflikte durch Schlichtung bei Aufstellung international einheitlicher Richtlinien und Normen, die gemeinsame Behebung bestehender Schäden und die Schaffung eines geeigneten institutionellen Rahmens zur Planung und Durchführung gemeinsamer Aufgaben.

Diesen Anforderungen genügen die im folgenden behandelten Organisationen nur ansatzweise. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, welcher Zeitraum den Organisationen für Umweltaufgaben bisher zur Verfügung stand und welche schwerwiegenden politischen Hemmnisse auf dem Gebiet der Umweltpolitik einer internationalen Zusammenarbeit entgegenstehen.

6.3.1 Die Europäische Gemeinschaft

707. Auf dem Gebiet des internationalen Umweltschutzes ist für die Bundesrepublik Deutschland die Zusammenarbeit im Rahmen der Europäischen Gemeinschaft am wichtigsten, denn innerhalb der EG befinden sich die bedeutendsten Handelspartner der Bundesrepublik, und ihre Mitglieder bilden für etwa die Hälfte der deutschen Grenze die Partner für die Lösung von grenzüberschreitenden Umweltproblemen. Deshalb faßt die Bundesregierung ihr Umweltprogramm auch bewußt als Beitrag zur gemeinsamen Lösung des europäischen Umweltproblems auf.

Die heutige Gemeinschaft stützt sich bei Ihrer Umweltpolitik auf die umweltrelevanten Zielsetzungen in den Gründungsverträgen der drei Gemeinschaften (deren Organe 1967 fusioniert wurden).

Die Europäische Gemeinschaft für Kohle und Stahl (EGKS)

708. Nach Art. 3 des EGKS-Vertrages von 1952 will die Gemeinschaft eine Verbesserung der Lebens- und Arbeitsbedingungen im Bereich der Montan-Industrie anstreben. Hierzu ist gemäß Art. 55 des EGKS-Vertrages Forschung zu betreiben zur Förderung der Betriebssicherheit, z. B. zur Bekämpfung der Luftverunreinigung durch Gase und Stäube.

Die Europäische Atomgemeinschaft (EURATOM)

709. Das gesamte Kapitel 3 des EURATOM-Vertrages von 1957 regelt Umweltfragen, vor allem den Schutz der Beschäftigten und der Bevölkerung gegen radioaktive Strahlung. Dies geschieht durch die Festsetzung von maximalen Belastungswerten (Art. 30 und 31), welche in die Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedsländer aufgenommen werden müssen (Art. 33). Zudem sind die Mitgliedsstaaten verpflichtet, den radioaktiven Gehalt von Wasser, Luft und Boden und den Verbleib von radioaktiven Abfällen laufend zu ermitteln und der EURATOM zu melden, welche dann bindende Richtlinien erlassen kann. Außerdem werden spezifische Forschungsprogramme koordiniert und gefördert.

Die Europäische Wirtschaftsgemeinschaft (EWG)

710. Explizit ist der Umweltschutz nicht in den EWG-Verträgen von 1957 aufgenommen. Mit dem in immer größerem Umfang vorgenommenen Erlaß von Umweltschutzvorschriften in den Mitgliedsstaaten der Gemeinschaft gewinnt jedoch die Kompetenz zum Erlaß von Richtlinien für die Rechtsangleichung (Art. 100 EWG-Vertrag) auch für das Gebiet des Umweltschutzes zunehmend an Bedeutung. Zu dem hat nach Art. 2 des Vertrages von Rom die EWG die Aufgabe, eine harmonische Entwicklung des Wirtschaftslebens innerhalb der Gemeinschaft, eine beständige und ausgewogene Wirtschaftsausweitung, eine Hebung des Lebensstandards und engere Beziehungen zwischen den Mitgliedsstaaten zu fördern. In der Präambel des Gründungsvertrages wird der Vorsatz bekräftigt, "die stetige Besserung der Lebens- und Beschäftigungsbedingungen ... als wesentliches Ziel anzustreben." Dies bildet zusammen mit Art. 3 des EWG-Vertrages, der u. a. den Schutz des Gemeinsamen Marktes vor Wettbewerbsverzerrungen und die Gewährleistung des freien Warenverkehrs als Tätigkeitsgebiete der Gemeinschaft nennt und mit Art. 235 (Erlaß weiterer Vorschriften) eine weitere Grundlage für umweltschützende Aktivitäten der Gemeinschaft.

Nach der Fusion der Organe der drei Gemeinschaften im Jahre 1967 erläuterte der Rat im Jahre 1971 diese weiterhin geltenden Zielsetzungen der drei Grundverträge bei der Aufnahme des dritten Programms für die mittelfristige Wirtschaftspolitik:

"Die Wirtschaftspolitik der Gemeinschaft kann sich nicht darauf beschränken, nur die beiden Ziele Wachstum und Stabilität anzustreben. Sie erhält ihren Sinn durch den Beitrag, den sie zur Verbesserung der Lebensbedingungen leistet. Sie muß sowohl auf eine Anhebung des materiellen Lebensstandards als auch auf eine Verbesserung der qualitativen Lebensbedingungen abzielen." Die Umweltprobleme der Gemeinschaft finden sich in allen Umweltsektoren, sowohl zwischen den Mitgliedsländern als auch in den Beziehungen der Gemeinschaft nach außen. Dies gilt (wie schon angesprochen) für den weiträumigen Transport von Luftverunreinigungen, für grenzüberschreitende Abfalltransporte, für Belastungen durch den starken internationalen Verkehr, für den Güteraustausch, für grenzüberschreitende Flüsse, Grundwasser, Seen und angrenzende Meere (vor allem die Nord- und Ostsee).

Isolierte nationale Umweltschutzmaßnahmen führen jedoch zu Wettbewerbsverzerrungen: Unterschiedliche Produk-

tionsstandards (z. B. durch verschieden hohe Anforderungen an die Emissionsvermeidung, verschieden konsequente Durchführung des Verursacherprinzips oder unterschiedliche Emissionsabgabenhöhen) führen vor allem zu Produktionsverlagerungen und Wettbewerbsverzerrungen durch Produktionsversteuerungen; unterschiedliche Produktstandards zu nichttarifären Handelshemmnissen.

711. Hauptziel der Europäischen Gemeinschaft ist jedoch die Schaffung eines gemeinsamen Marktes, der ab 1980 in eine Wirtschafts- und Währungsunion einmünden soll. Aus diesem Grunde kommen den Wettbewerbswirkungen umweltpolitischer Maßnahmen für die Gemeinschaft besondere Bedeutung zu. In Erkenntnis dieser Situation erklärte die Kommission der EG am 7. Februar 1971 vor dem Europäischen Parlament, daß Maßnahmen gegen die Umweltgefahren durch die Gemeinschaft unternommen werden müßten, um Wettbewerbsverzerrungen oder neue Hindernisse für den Warenverkehr zu verhindern. Am 22. Juni 1971 legte die Kommission der Europäischen Gemeinschaften ihre erste Mitteilung über die Politik der Gemeinschaft auf dem Gebiet des Umweltschutzes vor (Dok. SEK (71) 1616).

Hierin wird die Verpflichtung zum Umweltschutz auf das in Art. 2 des Vertrages von Rom genannte allgemeine Ziel, eine "harmonische Entwicklung des Wirtschaftslebens innerhalb der Gemeinschaft" zu sichern, zurückgeführt. Außerdem wurde auf Art. 100 hingewiesen, wonach die Gemeinschaften verpflichtet sind, Wettbewerbsbehinderungen zu vermeiden. Neben einem allgemeinen Aktionsprogramm der Gemeinschaft auf dem Gebiet des Umweltschutzes regte die Kommission an, die Römischen Verträge um einen allgemeinen Umweltschutzauftrag zu erweitern, da zur Zeit der Niederlegung der Verträge die Umweltproblematik noch nicht erkannt worden sei. Solange diese Novellierung nicht vorliegt, muß sich die Gemeinschaft neben dem schon angesprochenen Art. 100 auf Art. 235 stützen, der den Erlaß von Vorschriften für unvorhergesehene Fälle regelt.

712. Am 22. März 1972 wiederholte die Kommission in einer Mitteilung an den Rat (Dok. SEK (72) 666) ihre Meinung, daß die Vermeidung unerwünschter Wettbewerbsauswirkungen, die durch abweichende nationale Umweltschutzvorschriften entstehen könnten, als eine wichtige Triebfeder für eine gemeinsame Umweltaktion zu werten sei und zudem die Integration innerhalb der EG fördern könnte. Am gleichen Tag übergab die Kommission dem Rat drei Beschlüßentwürfe zur Verminderung der Umweltbelastung und zum Schutze der natürlichen Umwelt (Dok. KOM (72) 333), zur Abstimmung gesetzlicher und verwaltungsrechtlicher umweltrelevanter Vorschriften zwischen Mitgliedsländern und Kommission (Dok. KOM (72) 334) und zum Problem der Rheinverschmutzung (Dok. KOM (72) 335).

Das Drängen der Kommission auf gemeinschaftseinheitliche Regelungen läßt befürchten, daß die Verträge in der jetzigen Form die Mitglieder an der Realisierung einer wirksamen nationalen Umweltpolitik hindern könnten. Einzelstaatliche Maßnahmen, die strengere Umweltnormen als in der übrigen Gemeinschaft beinhalten, könnten wegen ihrer wettbewerbshemmenden Wirkung von der Gemeinschaft beanstandet werden. Aufgrund des Einstimmigkeitsprinzips im Ministerrat besteht die Gefahr, daß die niedrigste Norm des Mitgliedslandes mit den schwächsten Umweltbestimmungen zur Gemeinschaftsnorm erhoben würde.

713. Dies hängt mit einer für die Umweltpolitik der EG zentralen Frage zusammen: Die unterschiedliche ökologische Situation der verschiedenen EG-Mitgliedsländer. Innerhalb der Europäischen Gemeinschaft weisen die Niederlande, Belgien, die Bundesrepublik und Großbritannien die stärksten Belastungsdichten auf — sie sind mit der Japans vergleichbar. Diese Staaten werden eher zu schärferen Umweltbestimmungen ihre Zustimmung geben, als dies etwa Frankreich tun würde, dessen ökologische Belastung weit unter dem durchschnittlichen Belastungswert der Gemeinschaft liegt, so daß Frankreich noch über eine ausreichende Reserve an Ausgleichsräumen verfügt. Sollte versucht werden, im Interessenausgleich mit den Mitgliedsländern der EG einheitliche Standards aufzustellen, die unter den Normen der Bundesrepublik liegen, so wären diese für die Bundesrepublik nicht annehmbar.

In Brüssel wird derzeit eine Richtlinie über die Begrenzung des Bleigehaltes im Benzin vorbereitet, die in ihren Anforderungen dem Inhalt des deutschen Benzinbleigesetzes vom 5. August 1971 (0,15 g Blei/l Benzin ab 1976) in einigen wesentlichen Punkten nicht entspricht, da sie den Wünschen der Mehrheit der Mitgliedsstaaten folgend nur die Begrenzung auf 0,4 g Blei/l Superbenzin ab 1. 1. 1976 und auf 0,15 g Blei/l Normalbenzin ab 1978 vorsieht. Ohne deutsche Zustimmung kann die Richtlinie jedoch nicht verabschiedet werden; andererseits würde das Fehlen einer Richtlinie zu erheblichen wettbewerbsspolitischen und damit wirtschaftlichen Folgen führen.

714. Eine ähnliche Situation zeichnet sich auch im Bereich der Schwefelbegrenzung im leichten Heizöl ab, wo die Bundesrepublik ähnlich strenge Normen zu früheren Zeiten anstrebt, als der Kommissionsentwurf es vorsieht. Eine stärkere Entschwefelung wurde bisher mit dem Hinweis abgelehnt, daß die Reduzierungskosten von bis zu 1 Pfg. pro Liter leichtem Heizöl oder Dieselmotorkraftstoff (bei Reduzierung auf einen Schwefelgehalt von 0,3 %) zu hoch seien und vom Markt nicht mehr getragen werden könnten, ein Argument, das nach den drastischen Rohölverteuerungen in den letzten Monaten an Stichhaltigkeit stark eingebüßt hat.

Im übrigen wird auch an einer Richtlinie für Gewässer, die der Trinkwasserverordnung dienen, gearbeitet.

Aber auch bei Verfahrensnormen wird ein Einzelstaat nicht viel strengere Maßstäbe anlegen können als die Gemeinschaft, da andernfalls zumindest kurzfristige Nachteile für die einheimische Industrie eintreten können. Diese eventuell durch Subventionen auszugleichen, ist wegen des allgemeinen Subventionsverbotes gemäß Art. 92 EWG-Vertrag bedenklich und würde zudem gegen das Verursacherprinzip verstoßen.

Deshalb gilt die am 5. März 1973 wirksam gewordene Vereinbarung über Informationsaustausch und Stillhaltepflichten als ein wesentliches Instrument der EG-Umweltpolitik. Diese wird auf freiwilliger Basis eingehalten und sieht vor, daß die Mitgliedstaaten die Kommission über alle normativen umweltrelevanten Vorhaben frühzeitig unterrichten und in Fällen, in denen die geplante Umweltnorm das Funktionieren des Gemeinsamen Marktes beeinträchtigen könnte, bestimmte Stillhaltefristen einhalten. In dieser Zeit kann die Kommission prüfen, ob sie eine Gemeinschaftsregelung vorschlagen will. Dadurch soll eine Harmonisierung

innerhalb der Gemeinschaft erleichtert werden. Außerdem gibt diese Regelung den Mitgliedsländern die Möglichkeit, durch rechtzeitige Planung nationaler Maßnahmen auf Gemeinschaftsregelungen Einfluß zu nehmen und eine aktive Umweltpolitik im europäischen Rahmen zu betreiben.

715. Im Jahre 1970 begannen mit den schon erwähnten Mitteilungen des Rats zur Umweltpolitik der Gemeinschaft die Arbeiten an einem umfassenden Umweltaktionsprogramm. Die Pariser Gipfelkonferenz der Staats- und Regierungschefs vom Oktober 1972 gab hierzu wesentliche Impulse und legte als Termin für die Verabschiedung des Programms den 31. Juli 1973 fest. Auf einer Konferenz der für die Umwelt zuständigen Minister in Bonn im Oktober 1972 wurden die Grundprinzipien einer europäischen Umweltpolitik in Fortschreibung der aktuellen Umweltdiskussion festgelegt, die im Aktionsprogramm ihren Niederschlag finden sollten. Hierzu zählt vor allem die europäische Anerkennung des Grundsatzes, keine Umweltbelastungen auf den Nachbarn abzuschieben: "Im Sinne der in Stockholm beschlossenen Erklärung zur Umwelt des Menschen ist dafür Sorge zu tragen, daß nicht durch Aktivitäten in einem Lande Schäden für die Umwelt in einem anderen Lande verursacht werden" (Bonner Communiqué vom 31. 10. 1972). Allerdings sollten für eine nicht näher bestimmte Zeit Ausnahmen und Sonderregelungen zugelassen werden. Am 19. Juni 1973 schließlich wurde das EG-Aktionsprogramm fristgemäß vom Rat der Umweltminister in Brüssel verabschiedet.

Das Aktionsprogramm der Europäischen Gemeinschaften für den Umweltschutz¹⁾ gliedert sich in zwei Hauptziele auf:

716. Teil 1 enthält die Ziele und Grundsätze einer gemeinschaftlichen Umweltpolitik und die allgemeine Beschreibung der erforderlichen Aktionen und ihre Prioritäten.

Ziel einer Umweltpolitik der Gemeinschaft ist es, "die Lebensqualität, den Lebensrahmen, den Lebensraum und die Lebensbedingungen der zu ihrem Bereich gehörenden Völker zu verbessern. Mit ihrer Hilfe soll die wirtschaftliche Expansion in den Dienst des Menschen gestellt werden, indem für ihn eine Umwelt mit den bestmöglichen Lebensbedingungen geschaffen und diese Expansion mit der immer dringlicher werdenden Notwendigkeit der Erhaltung des natürlichen Lebensraumes in Einklang gebracht wird." Dies soll erreicht werden durch Verhütung, Verringerung und möglichst weitgehende Beseitigung der Umweltbelastungen, Erhaltung eines ökologischen Gleichgewichtes, gemeinsame Bewirtschaftung der Ressourcen und verstärkte Berücksichtigung der Umweltaspekte bei Strukturplanung und Raumordnung. Dies alles soll in Zusammenarbeit auch mit nicht zur Europäischen Gemeinschaft gehörenden Staaten und internationalen Organisationen angestrebt werden.

Die allgemeinen Grundsätze des Programms entsprechen weitgehend dem Umweltprogramm der Bundesregierung. Im europäischen Rahmen anerkannt wird vor allem das Verursacherprinzip und das Vorsorgeprinzip; der beste Umweltschutz besteht somit in der Vermeidung von Belastungen, nicht etwa in deren nachträglicher Beseitigung. Hierzu ist die Aufstellung eines Nutzungsplanes der natürlichen Ressourcen und eine Überprüfung aller nationalen und gemeinschaftlichen Maßnahmen auf ihre umweltrelevanten

¹⁾ Von der Kommission der EG am 22. 11. 73 verabschiedet, veröffentlicht im Amtsblatt der EG, Nr. C 112 vom 20. 12. 1973.

Auswirkungen (Umweltverträglichkeitsprüfung) erforderlich. Für die Bundesrepublik bedeutsam ist auch die Anerkennung des Grundsatzes, daß Gemeinschaftsaktionen schon erreichte nationale Fortschritte auf dem Umweltsektor nicht beeinträchtigen dürfen — jedoch unter der zwangsläufigen, wenn auch problematischen Einschränkung, daß derartige Fortschritte das Funktionieren des Gemeinsamen Marktes nicht gefährden dürfen.

Diese Grundsätze sind bleibende Bestandteile des Programms, wogegen der Aktionsteil auf vorerst zwei Jahre befristet ist und anschließend laufend fortgeschrieben werden soll.

717. Der zweite Teil des Programms beschreibt die auf Gemeinschaftsebene in den ersten zwei Jahren zu unternehmenden Aktionen.

Neben allgemeinen Forderungen nach methodologischen Untersuchungen der ökologischen und ökonomischen Probleme sind zwei normative Aktionskategorien zu unterscheiden:

- (1) Die Festlegung von Umweltqualitätsnormen in Form von Immissionsnormen (zunächst nur für einige Schadstoffe im Wasser), strengere nationale Normen sind hierbei durchaus erlaubt.
- (2) Die Festlegung von Produktnormen (maximale Geräuschpegel und Abgase von Kraftfahrzeugen, Bleigehalt von Kraftstoffen, Schwefelgehalt von Heizöl, Schädlichkeit von Waschmitteln).

Die EG gibt derzeit keine gemeinschaftsverbindlichen Verfahrensnormen in Form von Emissionsnormen heraus. Sollte dies in Zukunft beabsichtigt werden, so gelten für den Sachverständigenrat die oben formulierten Bedenken.

In einem besonderen Teil des Programms wird ausdrücklich auf den ressortübergreifenden Charakter der gemeinschaftlichen Umweltpolitik hingewiesen, die Wirtschaftspolitik, Verkehrspolitik, Agrarbereich, Rohstoffplanung, Arbeitsumwelt sowie Regional- und Strukturpolitik umfaßt.

718. Trotz dieser weitgehenden Übereinstimmung in umweltpolitischen Grundsatzfragen bleibt die Frage der Zuständigkeiten unklar. Frankreich bezweifelt die juristische Grundlage für einige im Gemeinschaftsprogramm vorgesehene Maßnahmen, da in den europäischen Verträgen — wie oben gezeigt — kein "ausdrücklicher" Auftrag für eine gemeinsame Umweltschutzpolitik verankert sei. So konnte nur eine Rats-Erklärung durchgesetzt werden, wonach "die Aktionen dieses Programms in bestimmten Fällen auf Gemeinschaftsebene und in anderen Fällen auf der Ebene der Mitgliedsstaaten ausgeführt werden. Was die nationalen Aktionen betrifft, so wird ihre Ausführung von den Mitgliedsstaaten kontrolliert, wobei ... der Ministerrat die durch den EWG-Vertrag abgedeckte Koordination wahrnimmt" (R/1980 d/73 (Env. 87)).

Dennoch gehen die Zuständigkeiten der Gemeinschaft aus dem beschlossenen Programm hervor, da den Mitgliedsstaaten im Programm keine eigene Kompetenz zugesprochen wird und alle konkret angesprochenen Maßnahmen als Gemeinschaftsaktion konzipiert sind und somit in den Kompetenzbereich der Kommission fallen.

Der Sachverständigenrat empfiehlt eine Übertragung der umweltpolitischen Zuständigkeit auf die Gemeinschaft auf

den Gebieten, wo die Art der Probleme eine gemeinschaftliche Politik erfordert. Dies könnte zuerst zu einer Anreicherung der Kompetenzen durch eine Ausschöpfung des Art. 235 der Römischen Verträge führen und — falls sich diese Bestimmung als unzureichend erweisen sollte — durch Überprüfung und entsprechende Änderung der Europäischen Verträge. Hierbei muß die Gewähr gegeben sein, daß eine strengere nationale Umweltpolitik der Mitglieder durch die Zuständigkeit der Gemeinschaft nicht ausgeschlossen wird.

719. Im VN-System werden die Mitgliedstaaten auch bei umweltpolitischen Belangen weiterhin einzeln auftreten, also nicht durch die Gemeinschaft vertreten werden.

Der Sachverständigenrat empfiehlt deshalb der Bundesregierung, darauf hinzuwirken, daß die derzeit in internationalen Organisationen betriebene Konsultation und Abstimmung der EG-Mitglieder in Fortführung der schon angelaufenen Zusammenarbeit nach Art. 116 EWG-Vertrag intensiviert wird und die Gemeinschaft mit einer Stimme spricht. Hierbei sollte der Kommission eine vorrangige Rolle eingeräumt werden.

Das EG-Aktionsprogramm schafft somit einen Ausgangspunkt und bringt erste Fortschritte auf dem Weg zu einer europäischen Umweltpolitik. Diese ist als ein wesentlicher Bestandteil der angestrebten Europäischen Union und als Triebkraft in Richtung auf die europäische Integration anzusehen.

6.3.2 Die Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD)

720. Der OECD gehören die Industriestaaten Westeuropas und Nordamerikas sowie Japan und Australien an. Damit sind in ihr alle hochindustrialisierten nicht-kommunistischen Staaten mit 85% der Welt-Industriekapazität und 70% des Welthandels vereint. Hierdurch ist die OECD auch ein besonders geeignetes Forum, wichtige Probleme des internationalen Umweltschutzes zu behandeln, denn ihre Mitglieder erzeugen nicht nur den größten Anteil der globalen Umweltverschmutzung, sondern haben als Hauptverbraucher der Ressourcen der Welt, insbesondere der Energie (70% der Welt-Elektrizitätserzeugung bei nur 20% der Weltbevölkerung), ein besonderes Interesse an Maßnahmen zur vernünftigen Steuerung des Ressourcenverbrauchs.

Der Artikel 231 der Römischen Verträge bestimmt, daß die Europäische Gemeinschaft mit der OEEC — aus der die OECD hervorgegangen ist — eine enge Zusammenarbeit herstellen soll. Innerhalb der OECD befaßt sich vor allem der 1970 gegründete und zunächst mit einem Mandat für fünf Jahre ausgestattete Umweltausschuß mit Fragen des Umweltschutzes. Als Ziele gelten der Austausch von Erfahrungsdaten, eine Angleichung der Umweltpolitik und eine integrierte Konzeption zur Bewirtschaftung der Ressourcen. Hierzu wurden vier sektorale Gruppen mit den Themenbereichen Luftreinhaltung, Wasserhaushalt, städtische Agglomeration und Pestizide sowie vier Studiengruppen eingesetzt, die sich mit der Verschmutzung durch feste Abfälle, Kraftfahrzeuge, Zellstoff- und Papierindustrie sowie Kraftwerke befassen.

721. Die durchgeführten Arbeiten waren anfangs vor allem naturwissenschaftlich auf Identifizierung und Quantifizierung der Umweltschäden ausgelegt. So wurden internationale Arbeiten durchgeführt und Umweltprobleme des Autos (U/ENV/72.20 und U/CKO/72.27), Eutrophierung von Gewässern, Abfallbeseitigung und Umweltbelästigungen in städtischen Agglomerationen. Seit April 1972 läuft das schon erwähnte Forschungsprojekt über den großräumigen Transport von Luftverunreinigungen, insbesondere von SO₂.

Von großer Bedeutung für die internationale Zusammenarbeit ist die Erarbeitung von wirtschaftlichen Leitprinzipien (guiding principles) des Umweltschutzes, vor allem des Verursacherprinzips und der Internalisierung umweltpolitisch bedingter Kosten, sowie die Erarbeitung von Verwendungsverboten oder -einschränkungen (z. B. PCB's und Quecksilber). Das schon erwähnte Gewicht der OECD als weltumspannende Koordinierungsorganisation gibt diesen Maßnahmen eine besondere Bedeutung.

Die Beschlüsse der OECD sind nach Art. 5a der Satzung für die Mitgliedstaaten bindend, sofern sie einstimmig gefaßt wurden und die einzelstaatlichen verfassungsrechtlichen Erfordernisse erfüllt sind. Als Beispiel hierzu soll die internationale Strahlenschutzbestimmung gelten, die in Form einer OECD-Grundnorm die Bevölkerung vor Strahlenschäden schützen soll.

6.3.3 Die Vereinten Nationen

722. Die VN sind aufgegliedert in eine Vielzahl von Unterorganisationen und nahestehenden Organisationen, sowie in eine große Zahl von speziellen Kommissionen, Programmen und Abteilungen, von denen viele auf dem Umweltsektor schon seit ihrer Gründung aktiv gewesen sind, z. B. die Weltgesundheitsorganisation. Diese Aktivitäten wurden jedoch unkoordiniert nebeneinander ausgeführt; auch waren sie oft ein Nebenprodukt anderer Tätigkeiten, etwa der Wetterbeobachtung, und nicht als Bestandteil einer reflektierten Umweltpolitik konzipiert. Erst die Stockholmer Umweltkonferenz der VN brachte hier eine entscheidende Wende. Deshalb soll nur beispielhaft ein kurzer Blick auf einige wichtige umweltpolitische Aktivitäten der VN-Unterorganisationen geworfen werden.

Das Entwicklungsprogramm der Vereinten Nationen (UNDP) hat trotz des bisher geringen Interesses der Entwicklungsländer an nicht-ökonomischen Projekten eine Reihe umweltpolitischer Vorhaben vor allem auf dem Luft- und Wassersektor durchgeführt. So entstanden umweltpolitisch relevante Pläne und Projekte zur Urbarmachung von Landflächen in Argentinien und Chile, hydrometeorologische Gutachten über afrikanische Seebecken sowie Pläne zur Eindämmung der Küstenerosion in Guayana, zur Entsalzung von Bodenflächen und der Bewässerung von Wüstengebieten.

723. Die umweltpolitischen Arbeiten der regionalen Wirtschaftskommissionen der VN wie ECAFE, ECA, ECLA und ECE beschränkten sich auf die Behandlung dieses Themas auf verschiedenen Konferenzen. Gerade deshalb spielten sie jedoch bei der Mobilisierung von Regierungen und des weltweiten Umweltbewußtseins eine bedeutsame Rolle. In Europa behandelte die ECE auf Konferenzen in Prag (Mai 1971) und Genf (Dezember 1971) unter anderem die Einflüsse des Wirtschaftswachstums auf die Umwelt. Sie konzentriert ihre sektoriellen Untersuchungen im Gegensatz zu anderen Organisationen auf die einzelnen Industriezweige und sucht vom industriellen Standort aus realisierbare Lösungen zu finden.

Gerade die ECE bietet gute Möglichkeiten für eine Koordinationstätigkeit im gesamteuropäischen Rahmen, da in ihr neben den westeuropäischen Industriestaaten und den USA auch die osteuropäischen Länder vertreten sind. Von den Verhandlungen über die Umweltthematik auf der Konferenz über Sicherheit und Zusammenarbeit in Europa in Helsinki und Genf wird erwartet, daß der ECE neue Aufgaben auf dem Gebiet des gesamteuropäischen Umweltschutzes zu wachsen. Um die Bildung einer zusätzlichen Organisation zu vermeiden, sollten die aus den KSZE-Gesprächen resultierenden Aufgaben der ECE-Institution der "Senior Advisers of Governments for Environmental Affairs" wahrgenommen werden, in der die Umweltberater aller beteiligten Staaten zusammengefaßt sind.

724. Die Ernährungs- und Landwirtschaftskommission (FAO) arbeitet auf allen Gebieten, die dem Schutz, der rationellen Nutzung und der Verbesserung der physikalischen und biologischen natürlichen Hilfsquellen (vor allem Boden und Wasser) dienen und berührt damit eine Vielfalt von Problemen des Umweltschutzes. Hierzu gehört die Verhinderung der Bodenerosion und der Schutz und die Weiterentwicklung von Naturpflanzen und Tierbeständen, vor allem auch der Fischbestände, die durch die zunehmende Binnengewässer- und Meeresverschmutzung sowie durch Überfischung bedroht sind. Die FAO legt ebenfalls die "Acceptable Daily Intake" (ADI)-Werte für Fremdstoffe in Lebensmitteln fest (siehe 3.3).

Die Organisation der VN für Erziehung, Wissenschaft und Kultur (UNESCO) betreut schon seit 1966 ein langfristiges Programm "Man and his Environment - Design for Living" zur Verbesserung des Lebensstandards der Menschen und seit 1970 ein Programm "Man and the Biosphere", dessen wesentlichste Aufgabe es ist, wissenschaftliche Grundlagen für eine rationelle Nutzung der natürlichen Ressourcen zu schaffen und das Verhältnis zwischen dem Menschen und seiner Umwelt zu beleuchten. Weitere wichtige Tätigkeiten liegen auf den Gebieten Meeresforschung und Hydrologie (Internationale Hydrologische Dekade).

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) beschäftigt sich seit vielen Jahren mit den Beziehungen zwischen Umweltbedingungen und Gesundheit. Sie hat Umweltschäden im einzelnen analysiert, Umweltnormen erarbeitet und die Wirkungen künstlicher Anlagen wie Städte, Industrieagglomerationen und Staudämme auf die natürliche Umwelt analysiert.

725. Innerhalb der Vereinten Nationen und ihrer Unterorganisation setzte sich Ende der 60er Jahre zunehmend die Ansicht durch, daß die Weltorganisation das immer dringlicher werdende Umweltproblem aufgreifen müsse, um eine Bestandsaufnahme vorzunehmen, Orientierungspunkte für zukünftige Maßnahmen zu setzen und die Arbeit der einzel-

nen VN-Unterorganisationen auf diesem Gebiete effektiver zu koordinieren. Nach langwieriger und z.T. schwieriger Vorbereitung, bei der es schließlich gelang, die anfänglich zögernden Entwicklungsländer zur Teilnahme zu gewinnen, fand im Juni 1972 in Stockholm die Umwelt-Konferenz der Vereinten Nationen unter Teilnahme von 114 Nationen statt. Die Konferenz erörterte einmal den Entwurf einer Erklärung über die Umwelt des Menschen und zum anderen den Entwurf eines Aktionsplanes mit konkreten Empfehlungen auf folgenden Gebieten: Umwelt und menschliche Siedlungen, soziale und kulturelle Aspekte, Nutzung natürlicher Hilfsquellen, Entwicklung und Umwelt, Kontrolle und Überwachung der Umweltbelastung und internationale organisatorische Folgerungen.

Mit der Konferenz wurde zum ersten Mal eine globale Bestandsaufnahme des Umweltproblems vorgenommen, die in vielen Ländern und bei den beteiligten Regierungen und der öffentlichen Meinung dazu führte, sich zum Teil zum ersten Mal oder vertieft mit dieser Materie zu beschäftigen. Als wichtigste Ergebnisse der Konferenz dürfen einmal die Umwelterklärung angesehen werden, mit der sich die Mitglieder auf eine Reihe von Grundprinzipien einigten, die in Zukunft ihr Verhältnis zueinander und auch ihre interne Politik auf dem Umweltgebiet regeln sollen. Diese Regeln setzen erste Orientierungspunkte für ein entstehendes Völkerrecht des Umweltschutzes.

Sodann wurde eine Vielzahl von Aktionen und Untersuchungen vorgeschlagen zur Bekämpfung der Meeresverschmutzung, zur Errichtung eines weltweiten Umwelt-Meßnetzes (Earthwatch), zur Vermeidung von Handelshemmnissen durch Umweltschutzmaßnahmen und zur Berücksichtigung von Umweltgesichtspunkten bei der Entwicklungshilfe.

726. Gleichzeitig wurde ein Umweltsekretariat geschaffen, das durch späteren Beschluß der Generalversammlung in Nairobi angesiedelt wurde. Ihm wurde die Aufgabe der Koordinierung der Umweltpolitik der verschiedenen VN-Organisationen und der Initiierung neuer Programme übertragen. Dokumentiert werden soll diese Arbeit in einem jährlich zu erstellenden "Level-One-Report", der alle umweltpolitischen Ergebnisse und Tätigkeiten der VN-Organisationen darstellen soll — zum ersten Mal ist er 1974 erschienen (UN, 1974). Zur Erfüllung dieser vielfältigen Aufgaben wurde ein Umweltfonds in Höhe von über 100 Millionen Dollar geschaffen.

Dem Versuch der Entwicklungsländer, das VN-Umweltprogramm zu einer zusätzlichen Einrichtung für Entwicklungshilfe umzuformen, wurde auf der Konferenz des Verwaltungsrates des UNEP (VN-Umweltprogramm) im Juni 1973 in Genf von den Industrieländern entschieden Widerstand geleistet. Dennoch gelang es den Entwicklungsländern, über die Hälfte des Fonds-Haushaltes auf entwicklungspolitische Aktionen zu konzentrieren.

Von den beschlossenen Maßnahmen und den Aktivitäten des Umweltsekretariats wird es noch ein weiter Weg bis zu einer effektiven globalen Umweltpolitik sein, denn vorerst sind Einzelstaaten noch nicht willens, ihre Umweltpolitik globalen Gesichtspunkten unterzuordnen. Dies zeigt sich z. B. an dem in Stockholm beschlossenen Walfangmoratorium; es wird von den wichtigsten Fangnationen nicht einge-

halten, die dadurch die Ausrottung dieser aussterbenden Meeressäuger weiterbetreiben.

6.3.4 Andere multilaterale Ansätze

Die NATO

727. Im Dezember 1969 wurde der NATO-Umweltausschuß (CCMS-Committee on the Challenges of Modern Society) gegründet, der die Schaffung besserer Umweltbedingungen in den Mitgliedsstaaten fördern soll. Dies geschieht über die Grundsätze, daß jedes Projekt federführend von einem Land betrieben wird und praktische Politiken und Rechtsvorschriften zur Lösung der Umweltprobleme formuliert werden sollen. Der Umweltausschuß gilt als allianzstärkendes Element, da er ein Grundanliegen der Allianz zu verwirklichen versucht: Die Erhaltung und Vertiefung einer gleichartigen Lebensqualität. Die Relevanz der durchgeführten Arbeiten resultiert aus der Auswahl der Projekte nach praktischen Gesichtspunkten, der schnellen Projektdurchführung und der Formulierung praktisch anwendbarer Resultate.

Neben verschiedenen Kooperationsverträgen zwischen NATO-Ländern zur Bekämpfung von Umweltgefahren (z. B. Ölwarnsysteme) wurden Projekte in Angriff genommen über Luftverschmutzung, Verunreinigung der Küsten- und Binnengewässer, Verkehrssicherheit, Hilfe bei Naturkatastrophen, regionale Entwicklung und über gefährliche Abfälle (Bundesrepublik Deutschland federführend). Die Sitzungen finden halbjährlich statt, die letzte im Oktober 1973 in Brüssel. Aber auch der CCMS hat keine Entscheidungsbefugnisse. Die ausgesprochenen Empfehlungen besitzen jedoch eine relativ hohe politische Durchsetzungswirkung.

Der Europarat

728. Nach den Artikeln 230 des EWG-Vertrages und 200 des EURATOM-Vertrages wird eine zweckdienliche Zusammenarbeit der Europäischen Gemeinschaft mit dem Europarat angestrebt. So sind an den Arbeiten der meisten Ausschüsse des Europarates auch Beamte der Kommission der EG beteiligt. Hinzu kommt die Funktion als verbindendes Organ Europas, da im Europarat auch europäische Nationen vertreten sind, die nicht Mitglied der EG sind (z. B. Österreich und die Schweiz). In erster Linie beschäftigt sich der Europarat auf dem Gebiet des Umweltschutzes mit einer Koordinierung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedsländer. Des weiteren wurden Aspekte des Naturschutzes und der Wasserwirtschaft, wie die Aufwärmung der Binnengewässer und die Verschmutzung des Rheins untersucht. Vorarbeiten einer ad-hoc-Gruppe zur Schaffung einer "Europäischen Gewässerschutzkonvention" sind in der Zwischenzeit abgeschlossen. Auch Probleme des Lärms, der Luftverunreinigung, der rechtlichen Instrumente zum Schutz des Individuums vor Umweltbelastungen und der Re-

gionalplanung sind innerhalb des Europarates behandelt worden, so z. B. auf einer Ministerkonferenz über die natürliche Umwelt im März 1973 und auf einer parlamentarischen Konferenz für Menschenrechte in Wien im Oktober 1971.

Das Allgemeine Zoll- und Handelsabkommen (GATT)

729. Die EG ist Verhandlungspartner im GATT, da die meisten der unter das GATT fallenden Gebiete der EG-Kompetenz gemäß Art. 113 unterstehen. Auf dem Gebiet des Umweltschutzes wurde vom GATT, dessen Mitglieder über 80% des Welthandels betreiben, im Juli 1971 eine Studie über die Auswirkungen von Umweltschutzmaßnahmen auf den internationalen Handel veröffentlicht. Neben der Analyse der Auswirkungen und Abhilfemöglichkeiten werden konkrete Richtlinienvorschläge gemacht, die nachteilige Folgen durch die Entstehung neuer Handelsschranken vermeiden sollen.

Von besonderer Bedeutung für den europäischen Umweltschutz sind die Internationale Kommission zum Schutz des Rheins gegen Verunreinigung, die Bodenseekommission, die Mosel- und die Saarkommission. Sie werden unter 6.4 behandelt.

6.3.5 Bilaterale Ansätze

730. Die Bundesrepublik Deutschland führt mit zahlreichen Ländern einen ständigen bilateralen Gedanken- und Erfahrungsaustausch über konkrete Umweltprobleme durch, so mit Frankreich, den Niederlanden, den Vereinigten Staaten, Großbritannien und gelegentlich mit Schweden. Sie versucht auch mit Ostblockländern ins Gespräch zu kommen. Bei Rumänien ist dies schon einmal gelungen, mit Polen ist ein Erfahrungsaustausch auf dem Gebiet der Abfallbeseitigung erfolgt. Verhandlungen mit der Sowjetunion über ein Umweltabkommen sind vorerst an der Berlin-Klausel gescheitert. Dennoch bleibt die UdSSR an einer bilateralen Zusammenarbeit interessiert.

Die Bundesregierung hofft, daß die Ergebnisse der KSZE-Verhandlungen zu weiterführenden bilateralen Kontakten mit Osteuropa auch auf dem Gebiet der Umweltpolitik führen werden. Mit Japan ist ein Umweltabkommen in Aussicht genommen, mit Großbritannien findet ein informeller Meinungsaustausch von Fall zu Fall statt. Zwischen den Vereinigten Staaten und Deutschland wurde 1966 das UGNR- (United States and German National Resources) Programm gegründet, welches die Gebiete allgemeine Ressourcen, Silikoseforschung, Energieplanung und Meerwasserentsalzung beinhaltet – ein noch umfassenderes Abkommen ist in Vorbereitung.

731. Auf bilateraler Ebene ist wohl am weitesten fortgeschritten die Zusammenarbeit zwischen der Bundesrepublik Deutschland und den Niederlanden. Das liegt nicht zuletzt daran, daß auch das nationale Interesse beider Teile an einer Lösung vor allem der Luft- und Wasserprobleme nahezu

gleich stark ist. Dies gilt für die Reinhaltung von Rhein, Ems, Dollart und Nordseeküste ebenso wie für den ausgeprägten gegenseitigen Luftaustausch im Bereich Rotterdam – Ruhrgebiet, zu dessen Messung derzeit ein automatisches Meßstellennetz errichtet wird. Der deutsch-niederländische Ausgleichsvertrag vom April 1960 sieht in Art. 64 die Bildung einer "Ständigen deutsch-niederländischen Grenzgewässerkommission" vor, die im August 1963 konstituiert wurde und Erfolge bei den wasserwirtschaftlichen Ausbaumaßnahmen an grenzüberschreitenden Flüssen wie der Vechte und Dinkel verzeichnen konnte.

Ebenso wurden schon Fortschritte erzielt im Bestreben, die Abwässer der niederländischen Strohnappe- und Kartoffelmehlindustrie zu klären, die bisher Binnengewässer und Teile der Nordseeküste stark verschmutzten. Sie sollen nach der Reinigung über ein Druckrohrsystem direkt ins Ems-Ästuar gepumpt werden.

732. Auch mit Frankreich hat sich, zum Teil im Rahmen der durch den deutsch-französischen Vertrag bewirkten Zusammenarbeit eine Intensivierung der Konsultation auf umweltpolitischem Gebiet ergeben. Wie jedoch die Erörterungen über die Wärmebelastung des Rheins, die fehlende Klärung des Straßburger Abwassers, die Kalisalzgruben im Elsaß und die niedrigeren französischen Gewässergüternormen für Grenzflüsse zeigen, bleiben einige gravierende Umweltprobleme im deutsch-französischen Verhältnis bestehen, die sich bisher weder bilateral noch auf den dazu geschaffenen multilateralen Ebenen lösen ließen.

Außerdem arbeiten bilaterale grenzüberschreitende Raumordnungskommissionen zwischen der Bundesrepublik und Holland, Belgien, der Schweiz und Österreich und in der Region Saar – Lothringen – Luxemburg.

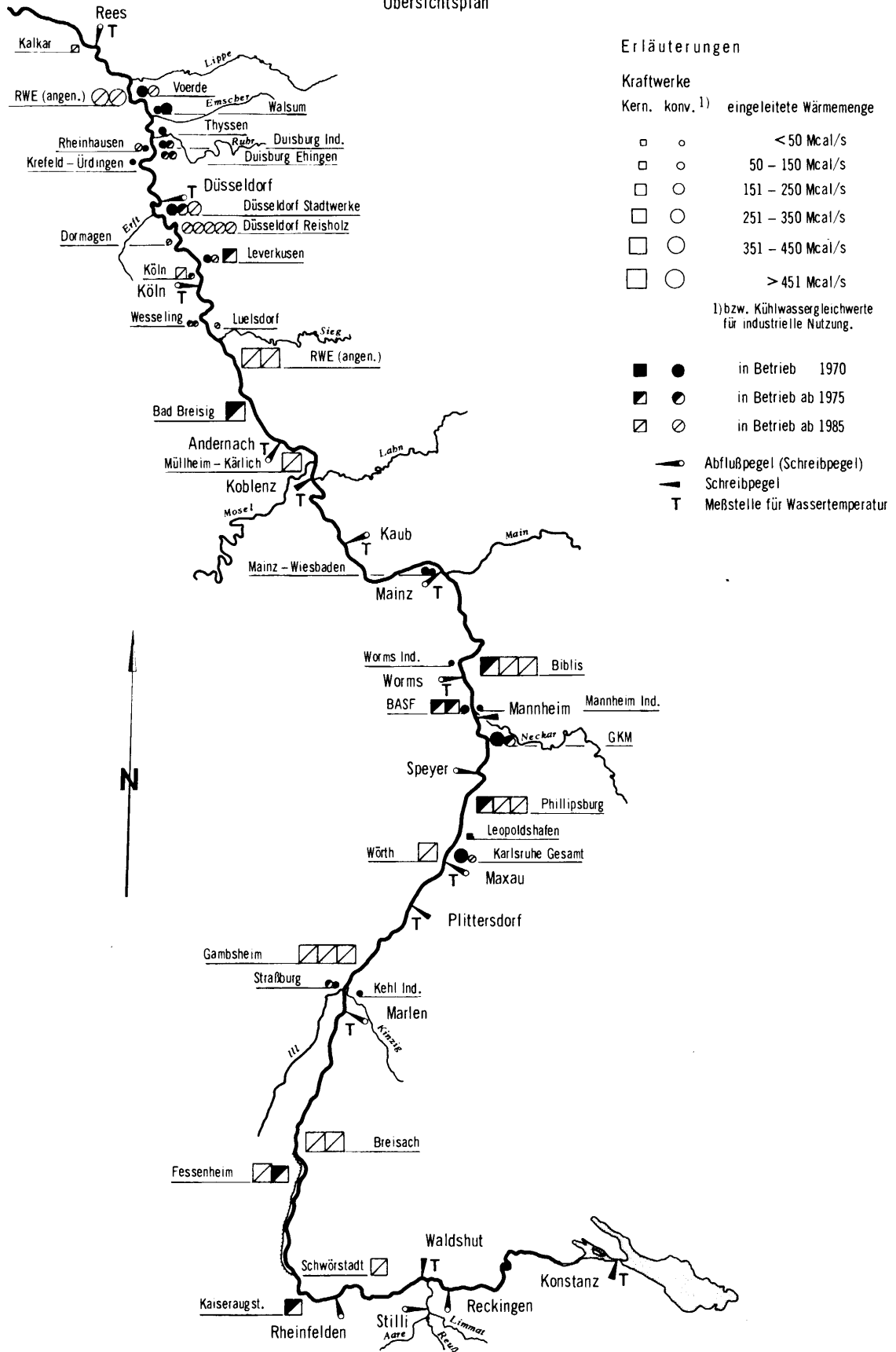
6.4 Ausgewählte Problemaufrisse

733. Im Rahmen des vorliegenden Gutachtens ist es nicht möglich, die Vielzahl internationaler Umweltprobleme zu erörtern, die für die Bundesrepublik von unmittelbarer Bedeutung sind. Dazu würden sicherlich allein auf dem Wasserektor gehören: Nordsee, Ostsee, Donau, Bodensee und Rhein. Die beiden folgenden Problemaufrisse über Rhein und Bodensee sollen nur auf einige besonders wichtige Probleme hinweisen, ohne alle relevanten Daten wiedergeben zu können. Der Sachverständigenrat wird zu einem späteren Zeitpunkt die Probleme der Meeresverschmutzung behandeln.

6.4.1 Der Rhein

734. Als im Juni 1969 und im gleichen Monat 1971 einige Millionen Fische innerhalb weniger Tage im Rhein starben, war dies nur ein Symptom des schon lange kranken Stroms, das gleiche Stroms, aus dem zwischen Basel und Rotterdam 18 Mill. Menschen ihr Trinkwasser beziehen und der ungezählten Industriebetrieben als Reservoir für ihr Prozeß- und Kühlwasser dient.

Wärmelastplan – Gesamtrhein
Übersichtsplan



Die Wassernutzung im Rheineinzugsgebiet wird von Jahr zu Jahr intensiver. Fast 17 Mrd. m³ Wasser werden jährlich aus Grund- und Oberflächenwasser für Trinkwasser- und Betriebswasserversorgungen entnommen. Hieraus fallen Abwässer etwa in gleicher Höhe an, welche die Gewässer nochmals erheblich belasten. Zur Sammlung und Klärung der Abwässer werden im deutschen Teil des Rheineinzugsgebietes im kommunalen und industriellen Bereich jährlich rund 4 Mrd. DM investiert, so daß 1973 39% der Abwässer biologisch und 32% der Abwässer mechanisch geklärt werden. Demnach werden noch immer rund 29% aller Abwässer ohne Behandlung in die Vorfluter eingeleitet (Hessisches Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt, 1973). Wegen der Zuwachsrates des Abwasseranfalls von etwa 3% pro Jahr ist der Zustand des Rheinwassers trotz der durchgeführten Investitionen nicht besser geworden. Zusätzlich weist der Rhein von allen Binnenwasserstraßen Europas die weitaus höchste Schiffsverkehrsdichte auf. Am Oberrhein beträgt der mittlere Durchgang nur an Güterschiffen über 200 pro Tag, am Mittelrhein 300 pro Tag und am Niederrhein sogar über 600 pro Tag. Neben dem begrenzten Vorteil des Eintrags von Sauerstoff durch Schiffsschrauben und -körper bringt dies zusätzliche Belastungen durch Abfälle und Bilgenöle in Höhe von 10 000 t/Jahr mit sich. Die Verschmutzung durch Bilgenöle kann trotz des kostenlosen Abtransports über Entölerboote nur zur Hälfte vermieden werden.

735. Eine hohe volkswirtschaftliche Bedeutung hat der Rhein als Spender von Kühlwasser. Der Bedarf an elektrischer Energie stieg bisher in Europa alle zehn Jahre auf das Doppelte. Um diesen Bedarf zu decken, ist am Rhein zwischen Basel und der holländischen Grenze der Bau von 29 Kraftwerken mit einer Gesamtleistung von 17 000 MWe bis 1975 geplant, bis 1985 sollen sogar 39 Kraftwerke mit einer Gesamtleistung von 43 000 MWe gebaut werden. Berücksichtigt man, daß die Wirkungsgrade bei der Stromerzeugung für konventionelle Kraftwerke bei ca. 40%, für Kernkraftwerke bei nur ca. 35% liegen, und die restliche Energie weitgehend als Abwärme vom Kühlwasser aufgenommen werden muß, läßt sich der Kühlwasserbedarf leicht ermitteln: Da ein konventionelles 1000-MWe Kraftwerk ca. 250 Mcal/sec, ein Kernkraftwerk sogar 400 Mcal/sec an Abwärme freisetzt, 1 Mcal jedoch 1 m³ Wasser um 1° C erwärmt, benötigen ein konventionelles Kraftwerk der genannten Größe bei einer höchstzulässigen Kühlwassererhitzung um 10° C ca. 35 m³/sec, ein Atomkraftwerk ca. 50 m³/sec Wasser zur Kühlung. Für die von den Ländern Schweiz, Frankreich und Bundesrepublik Deutschland geplanten Kraftwerke ergibt sich somit folgender Energieplan (ARGE Rhein, "Wärmelastplan Rhein", 1971):

Würden alle diese Kraftwerke mit Durchlaufkühlung, also ohne Kühltürme, arbeiten, so würde der Rhein bei Biblis eine sommerliche Spitztemperatur von 35° C erreichen und noch an der holländischen Grenze eine Temperatur von 34° C haben. Erhöhte Wassertemperaturen reduzieren die Selbstreinigung des ohnehin schon hochbelasteten Flusses, so daß das biologische Gleichgewicht gestört wird (Fische, Bakterien, Pflanzenwuchs, vgl. 3.2.4.5). Aus diesen Gründen ist die höchstzulässige Temperatur für den Rhein auf 28° C festgesetzt, so daß die maximale theoretische Belastbarkeit des Rheins bei optimalen Standorten der Kraftwerke und Gütebedingungen des Wassers auf der Strecke von der Aare-Mündung bis zur niederländischen Grenze bei ca. 8000 Mcal/sec liegt. Soll der geplante Kraftwerksausbau nicht gestoppt werden, bleibt nur der Ausweg über die Errichtung von Kühltürmen. Die Kosten belaufen sich auf bis zu 50 Millionen DM pro 1000 WMe, das entspricht etwa 10% der Gesamtkosten eines konventionellen Kraftwerkes und würde zu einer Stromverteuerung von höchstens 0,2 Pfg./kWh führen. Allerdings läßt der derzeitige Gütestand des Rheins nicht einmal mehr diese Kühlkapazität zu, Schmutzlast und Sauerstoffgehalt werden zum begrenzenden Faktor auch für die Wärmeeinleitung; streckenweise liegt der Sauerstoffgehalt schon unter 3 mg O₂/l, der absoluten Grenze für Fischvorkommen im Rhein, an einzelnen Stellen und zu bestimmten Jahreszeiten enthält der Rhein überhaupt keinen Sauerstoff mehr (IAWR, 1973).

736. Das Problem zeigt sich in besonderer Schärfe bei dem von Frankreich in Fessenheim geplanten Kernkraftwerk, dessen Elektrizität den Großraum Paris entlasten soll. Dieser Standort wurde vornehmlich deshalb gewählt, weil man annahm, man könne aufgrund der möglichen Inanspruchnahme des an der Landesgrenze fließenden Rheinwassers für die Kühlung die Kosten der Errichtung von Kühltürmen sparen. Angesichts der Wärmebelastung des Rheins ist jedoch die Errichtung von Kühltürmen — oder eine Ableitung durch die Nutzung der Abwärme — eine unverzichtbare Minimalforderung des Umweltschutzes.

Die für 1985 vorhersehbare Ableitung von Wärme der am Rhein arbeitenden Kraftwerke liegt in einer Höhe von 17 Millionen Kilokalorien pro Sekunde, das entspricht einem stündlichen Anfall von ca. 100 Millionen l Kühlwasser mit einer Temperaturerhöhung von 10° C. Angesichts der sich mit der Energiekrise verschärfenden Verknappung der Energie ist der Entwicklung von Technologien sowie der Forschung zur Nutzung von Abwärme höchste Priorität zuzuerkennen. Der Sachverständigenrat begrüßt deshalb den

Land	1970		1975		1985	
	Elektr.-leistung	Abwärmeleistung	Elektr.-leistung	Abwärmeleistung	Elektr.-leistung	Abwärmeleistung
	MW _e	Mcal/sec	MW _e	Mcal/sec	MW _e	Mcal/500
Schweiz	-	-	1 150	518	1 150	518
Frankreich	50	17	1 200	511	5 950	2 648
Bundesrepublik	6 029	1 960	14 749	5 120	35 970	13 807
Insgesamt	6 079	1 977	17 099	6 149	43 070	16 973

hierauf gerichteten Teil des Rahmenprogramms Energieforschung der Bundesregierung.

Der Sachverständigenrat empfiehlt der Bundesregierung, gemeinsam mit den übrigen Rheinanliegerstaaten ihre Bemühungen bei der Aufstellung eines internationalen Wärmelastplans unter Fortschreibung des deutschen "Wärmelastplan Rhein" (Arge Rhein, 1971) zu verstärken und auf dessen Einhaltung bei der Kraftwerksplanung durch alle Anliegerstaaten zu dringen.

737. Im Rheineinzugsgebiet liegen die Schwerpunkte der Verschmutzung am Neckar bei Stuttgart, an der Rednitz bei Nürnberg, an der Saar bei Saarbrücken und der Mündung der Rossel, am Main bei Frankfurt, am Rhein selbst bei Basel, Ludwigshafen/Mannheim, an den Mündungen von Main, Wupper, Emscher, Lippe und zwischen Köln und Duisburg. Die tägliche Fracht des Rheins an Schmutzstoffen beträgt 90 000 Tonnen (gemessen an der holländischen Grenze) bei einem mittleren Wasserabfluß von 2800 m³/sec. In neueren Messungen wurden auf der Höhe Mainz — Wiesbaden täglich 20 000 t Chloride, 100 t Phosphate, 1600 t Nitrate, 150 t Ammonium und 40 t Phenole gemessen (Hessisches Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt, 1973). Die Jahresfrachten an Schwermetallen am Pegel Lobith betragen 3000 t/a Chrom, 2500 t/a Kupfer, 12 500 t/a Zink, 200 t/a Cadmium, 100 t/a Quecksilber, 2000 t/a Blei und 150 t/a Antimon (IAWR 1972).

Mit diesen Schmutzfrachten liegen viele Konzentrationen schon nahe der obersten Belastbarkeit für Fließgewässer (KNÖPP, 1973), ohne mögliche Zusammen- und Langzeitwirkungen berücksichtigt zu haben. Zu den genannten Frachten kommt noch eine Vielzahl von Stoffen, deren Auswirkungen uns heute noch nicht genügend bekannt sind, und vielerlei Gifte, wie u. a. die von Zeit zu Zeit auftretenden Fischsterben immer wieder beweisen.

738. Besondere Beachtung fand in den letzten Jahren das Problem der zunehmenden Rheinversalzung; noch 1950 betrug die durchschnittliche Salzfracht an der holländischen Grenze 190 kg/sec, 1970 waren es schon 340 kg/sec (KNOPP, 1970). Gegenwärtig beträgt am Bodenseeauslauf die Fracht bis zu 5 kg Salze/sec, hinter Basel wächst dieser Wert auf bis zu 50 kg/sec um in der Höhe der elsässischen Kaligruben auf ca. 400 kg/sec zu schnellen. Hier erhält der Rhein über 35% seiner durchschnittlichen Salzlast. An der Moselmündung kommen nochmals fast 15% der Gesamtsalzfracht hinzu, die wiederum zu einem erheblichen Teil aus Frankreich und Luxemburg stammen. Die Lenzwässer der Bergwerke (im Durchschnitt 17% der Salzbelastung des Rheins) lassen im Ruhrgebiet die Salzbelastung schließlich auf bis zu 800 kg/sec ansteigen, so daß aus dem Rhein gewonnenes Trinkwasser in Rotterdam oftmals noch Werte von 550 mg Salz/l (bei einer Geschmacksgrenze von 250 mg/l) aufweist.

Die elsässischen Kaligruben haben deshalb einen so hohen Anteil an der Salzeinleitung in den Rhein, weil bei einer Förderung von jährlich 12,1 Mill. Tonnen ca. 8 Mill. Tonnen Chloride anfallen, die in Wasser gelöst in den Rhein gepumpt werden. Dies veranlaßte die Ministerkonferenz gegen die Verunreinigung des Rheins 1972 in Den Haag, eine Aufhaltung der anfallenden Salze zu beschließen. Soweit für diese Aufhaltung die Fessenheimer Insel vorgesehen

wird, bleibt zu beachten, daß dadurch bei der dort gegebenen Grundwasserfließrichtung nicht das Freiburger Grundwasser verdorben wird. Die bei einer geplanten Aufhaltung von nur 5000 t täglich entstehenden Kosten sollen zu fast 34% von den Niederlanden, zu je 30% von Frankreich und der Bundesrepublik, zu 6% von der Schweiz und zu einem kleineren Teil von Luxemburg getragen werden — was in strenger Auslegung sicherlich nicht dem europäisch anerkannten Verursacherprinzip entspricht, da die Niederlande keineswegs Verursacher sind, aber dennoch als Unterlieger die Hauptlast tragen sollen.

Ähnliche internationale umweltpolitische Wasserprobleme treten in Straßburg auf, da die Stadt über keine Kläranlage verfügt. Gleiches gilt für Basel, welches seine Abwässer, einschließlich Abwässer der dortigen pharmazeutischen Industrie ungeklärt in den Rhein leitet. Aber auch deutsche Städte, wie beispielsweise Ludwigshafen, Mainz, Trier, Bonn und Köln sowie die Chemiewerke in Ludwigshafen leiten ihre Abwässer z. Z. nicht genügend geklärt in die Vorfluter. Allerdings sind in diesen Fällen Maßnahmen zur Behebung in Angriff genommen worden, die die deutsche Seite veranlassen sollten, ähnliche Erwartungen an die Nachbarn zu stellen. In diesem Sinne begründet auch die Bundesregierung die Gesamtausgaben von 150 Mill. DM für das 5jährige Programm zur Sanierung von Rhein und Bodensee.

739. Besonders problematisch ist die internationale Umweltpolitik Frankreichs in bezug auf die geplante Abwasserabgabenregelung. Die französische Grundabgabe für die Abwassereinleitung beträgt ca. 5 FF/EG . a, und kann je nach Lage des betreffenden Vorfluters mit einem erhöhenden oder reduzierenden Faktor multipliziert werden: Für Einleitung in Grundwasser ist der Faktor 2 vorgesehen, für Gewässer im inneren Frankreich ein Faktor bis zu 1,4, für Mosel und Saar, die nur einige Kilometer in Frankreich verlaufen, schon ein verbilligender Faktor 0,8 und für Rhein und Rossel, die Grenzgewässer darstellen, ein Faktor von 0,4.

Ähnlich wie bei der ungeklärten Einleitung der Abwässer von Straßburg und Basel stellt dies ein besonders krasses Beispiel für die Neigung von Regierungen und Verwaltungen dar, ihrer umweltpolitischen Verantwortung nicht gerecht zu werden, wenn die Konsequenzen auf die Nachbarn abgewälzt werden können. Mit der praktisch nicht ins Gewicht fallenden Abgabe für Grenzgewässer nimmt die französische Regierung den Einleitern jeglichen finanziellen Anreiz, Reinigungsmaßnahmen zu ergreifen.

Außerdem bedeuten die französischen Maßnahmen, daß z. B. die Abwassereinleitung in den Rhein mit nur ca. 1,20 DM/EG . a belegt werden soll, was im Vergleich zu der in der Bundesrepublik vorgesehenen Abgabenhöhe von 25 bis 40 DM/EG . a verschwindend gering wäre. Die Folgen wären erheblich: Ein Abwandern umweltbelastender Industrien in Grenzgebiete, internationale Wettbewerbsverzerrungen und ein Abschieben von Umweltbelastigungen auf die Nachbarländer — Konsequenzen, die dem europäischen Gedanken zuwiderliefen. Als Gegenbeispiel kann auf die Großreinigungsanlage an der Emschermündung hingewiesen werden. Sie kostet den Oberlieger Bundesrepublik fast 250 Mill. DM und dient dem Schutz des Rheins vor der stark belasteten Emscher, eine Maßnahme, die fast ausschließlich dem Unterlieger Niederlande zugute kommt. Dieses Bei-

spiel zeigt, daß immerhin Ansätze vorhanden sind, die Überwälzung der Verschmutzung auf Nachbarstaaten zu reduzieren.

740. Daß bei grenzüberschreitenden oder grenzbildenden Gewässern die Wassergütwirtschaft nach internationalen Gesichtspunkten erfolgen muß, zeigte sich besonders am Rhein. Sein Einzugsgebiet erstreckt sich neben der Bundesrepublik vor allem auf die Schweiz, Frankreich, Luxemburg und die Niederlande. Die zumindest theoretische Erkenntnis, daß die Oberlieger als Hauptverschmutzer und die Unterlieger als Hauptbenachteiligte zusammenarbeiten müssen, wurde durch die Gründung der "Internationalen Kommission zu Schutz des Rheins gegen Verunreinigung" mit dem Sitz in Koblenz schon 1950 dokumentiert. Bis zur Unterzeichnung einer völkerrechtlich gültigen Vereinbarung durch die beteiligten Staaten, die der Kommission eine Rechtsgrundlage geben konnte, vergingen immerhin noch 15 Jahre. Nach Art. 2 der Vereinbarung soll die Kommission Untersuchungen über die Verunreinigung des Rheins durchführen und geeignete Maßnahmen zum Schutz des Rheins vorschlagen. Eine bindende Entscheidungsbefugnis hat sie jedoch nicht. Außerdem ist die Effektivität der Kommission dadurch stark eingeschränkt, daß die Bundesrepublik nicht mit einer Stimme sprechen kann, sondern durch ihre Bundesländer vertreten wird und alle Entscheidungen der Einstimmigkeit bedürfen. Dies trug dazu bei, daß auf den Hauptarbeitsgebieten der Kommission (Salzfracht des Rheins, Erwärmung durch Kraftwerksabwärme) bisher keine weitergehenden Ergebnisse erzielt werden konnten.

741. Das größte Einzugsgebiet aller Nebenflüsse des Rheins bilden Mosel und Saar. Aufgrund des Vertrages zwischen der Bundesrepublik, Frankreich und Luxemburg über die Schiffbarmachung der Mosel vom Oktober 1956, in dem sich die beteiligten Länder verpflichteten, alle Maßnahmen zu treffen, die zu einer Reinhaltung der Mosel und ihrer Zuflüsse erforderlich würden, wurde 1963 je eine internationale Kommission zum Schutz der Mosel und der Saar gegründet. Auch sie sollen Analysen erstellen und Maßnahmen zur Reinhaltung der beiden Flüsse vorschlagen, die besonders von Abwässern der Industriezentren in Lothringen und an der Saar belastet werden. Aus den vorgenannten Gründen liegen hier ebensowenig Ergebnisse vor.

Abschließend ist festzustellen, daß angesichts der besonderen umweltpolitischen Bedeutung des Rheins und der ungewöhnlichen Dringlichkeit von Maßnahmen sich die Zersplitterung der Kompetenzen auf dem Gebiet der Wasserrwirtschaft als besonders nachteilig erweist (vgl. 3.2 und 5.3).

742. Der Sachverständigenrat betrachtet eine Übertragung der vollen Gesetzgebungskompetenz auf dem Gebiet des Wasserhaushalts an den Bund als eine wesentliche Voraussetzung für eine innerstaatliche und europäische Lösung des immer dringender werdenden Rheinproblems. Der Sachverständigenrat befürwortet deshalb uneingeschränkt die für die Übertragung der Gesetzgebungskompetenz erforderliche Grundgesetzänderung.

Ferner empfiehlt der Sachverständigenrat der Bundesregierung eine unverzügliche Ausführung der Beschlüsse der Rheinschutzkommission, um zu einem international abgestimmten Programm zur Sanierung des Rheins zu gelangen. Damit verbunden sollten flankierende Konsultationen mit den Regierungen Frankreichs und der Schweiz beginnen,

damit die besonders krassen Fälle der Belastung von Rossel und Saar, der Einleitung von Salzen im Elsaß und der ungeklärten Abwässer von Rheinanliegerstädten möglichst bald beendet werden.

Bei den Ministerkonferenzen zum Schutz des Rheins gegen Verunreinigung, die im Oktober 1972 in Den Haag und im Dezember 1973 in Bonn stattfanden, haben sich die Mitgliedstaaten der Internationalen Rheinschutzkommission auf Ministerebene auf eine Reihe von Sanierungsmaßnahmen geeinigt (BMI-Umwelt, Heft 28/1974, S. 1–3). Diese sollen als Richtlinien für die Kommission gelten, die vor allem auf den Gebieten der Chlorideinleitung, chemischen Verunreinigungen und thermischen Belastung arbeiten sollen. Es wurden drei Listen der Stoffe gebilligt, deren Einleitung zu verbieten, einzuschränken oder mit bestimmten Auflagen zu verbinden ist. Vor allem die Einleitung von Quecksilber und Cadmium soll mit Vorrang durch nationale Schritte begrenzt werden. Zur Entlastung des Rheins von Chloriden soll im Herbst 1974 eine Konvention beschlossen werden. Außerdem sollen alle Kraftwerksneubauten am Rhein in Zukunft mit geschlossenen oder gleichwertigen Kühlsystemen ausgestattet werden. Ob diese Absichtserklärungen in die Tat umgesetzt werden können, wird erst die Zukunft zeigen.

Der Sachverständigenrat empfiehlt der Bundesregierung, diese auf Ministerebene erreichten Beschlüsse mit großem Nachdruck zu vertreten und für deren baldmöglichste Verwirklichung zu sorgen.

6.4.2 Der Bodensee

743. Während noch vor wenigen Jahrzehnten Bodenseewasser ohne jede Aufbereitung dem Verbraucher zugeleitet werden konnte, befürchten heute viele Limnologen ein Umkippen des biologischen Gleichgewichtes des Sees innerhalb des kommenden Jahrzehnts. Die überproportionale Besiedlung und Industrialisierung des See-Einzugsgebiets beschert dem See jährliche Schmutzfrachten von rund (LAWA, 1972):

36 000 t sauerstoffverzehrende Substanzen (BSB₅)
18 000 t Stickstoff (Ges.-N)
1 000 t Gesamtphosphor (Ges.-P)

Gerade die letztgenannten Phosphate gelten wegen der hierdurch verursachten Eutrophierung als überwiegend ursächlich für die biologische Gefährdung des Sees. Sie stammen aus Regenauswaschung von Böden und Industrieemissionen aus der Luft, in erster Linie jedoch (mit einem Anteil von 63%) aus Abwässern. Hierdurch stieg der Phosphat-Gehalt des Bodenseewassers von 2 mg Phosphor/m³ (1935) bis auf 40 bis 50 mg Phosphor/m³ (1970) bei weiterhin steigender Tendenz (NÜMANN, 1971).

1969 blieben von den 75 Mill. m³ Abwasser/Jahr 68% ungeklärt, 12% wurden mechanisch und jeweils 10% teil- und vollbiologisch geklärt. Den größten Teil (60%) des Industrieabwassers von insgesamt 45 Mill. m³ bringt die Schussen, deren Selbstreinigung vor allem durch die Abwässer der württembergischen Papier- und Zellstoffindustrie stark belastet ist (MACH, 1973).

744. Eine weitere Gefahr für den Bodensee besteht darin, daß er bis 1985 im Schnittpunkt von mehreren Autobahnen aus den Richtungen Stuttgart, Basel, Ulm und Zürich liegen soll — was neben der direkten Emissionsbelastung eine sprunghafte Erhöhung des Touristenaufkommens mit allen Folgelasten mit sich bringen würde (siehe hierzu 4.1).

Eine solche Entwicklung würde die steigende Bedeutung des Bodensees als Trinkwasserspeicher gefährden. Schon heute ist die Wasserversorgung aus dem Bodensee Lebensgrundlage für mehrere Millionen Menschen. Allein Baden-Württemberg transportierte über zwei Fernleitungen 4,5 m³ Trinkwasser pro Sekunde in den Stuttgarter Raum, diese Menge wurde durch eine weitere Zapfstelle bei Sipplingen um 7,5 m³/sec gesteigert, das sind bis zu 600 000 m³ täglich. Zusätzlich entnehmen auch die übrigen Anlieger an 30 Stellen Trink- und Nutzwasser aus dem Bodensee. Angesichts dieser Situation sind vereinzelt in Konstanz, Österreich und der Schweiz geäußerte Pläne, durch eine Schiffbarmachung des Oberrheins bis zum Bodensee zusätzlichen wirtschaftlichen Aufschwung für das Bodenseegebiet zu erreichen, besonders bedenklich.

So wurde im Laufe der Jahre die Notwendigkeit immer deutlicher, die Bodenseebelange auf multilateraler Basis zu behandeln. Die Zusammenarbeit zwischen den angrenzenden Bundesländern, der Schweiz und Österreich beschränkte sich jahrzehntlang auf Belange der Jagd, Fischerei, Schifffahrt und Versuche zur Regelung von Wasserentnahmekoten. Erst im Oktober 1960 wurde von Baden-Württemberg, Bayern, Österreich und der Schweiz ein Übereinkommen unterzeichnet zur Bildung einer "Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee", das nach der Ratifikation durch die Vertragspartner im November 1961 in Kraft trat.

Daß sich eine internationale Bodensee-Umweltpolitik durchaus auf die Volksmeinung stützen kann, zeigt die Reaktion auf einen geplanten "Neckarstollen", der 20 bis 35 m³ Wasser/sec aus dem Bodensee entnehmen und zur Sanierung in den stark belasteten Neckar überleiten soll (SCHMIDT, 1973). Der Schweizer Kanton Thurgau, in dessen Bereich über ein Viertel des Bodensee-Ufers liegt, entschied sich im August 1973 bei einer Volksabstimmung mit 85% gegen diesen Plan — eine Entscheidung, der die Schweizer Regierung voraussichtlich folgen wird. Deren Zustimmung wäre nach dem Bodenseewasser-Abkommen zwischen den Anliegerstaaten von 1967 für die geplante Wasserentnahme erforderlich.

745. Um die Sanierung des Bodensees endlich voranzutreiben, werden in den "Richtlinien für die Reinhaltung des Bodensees" vom 1. Juni 1967, die von der Bodensee-Kommission aufgestellt wurden und für alle Mitglieder verbindlich sind, folgende Forderungen erhoben:

1. Erfassung möglichst großer Anteile der anfallenden Abwässer durch den Bau moderner Kanalisationsnetze unter Einbeziehung von Regenrückhaltebecken, um auch einen möglichst großen Teil des verschmutzten Regenwassers reinigen zu können.
2. Bildung von Abwasserverbänden zur Errichtung zentraler Klärwerke mit chemischer Reinigungsstufe.
3. Umfassender Anschluß aller gewerblichen und industriellen Abwässer an die zentralen Klärwerke.

4. Weitestgehende Phosphoreliminierung.

Inzwischen ist erst die Hälfte der erforderlichen Abwasservorhaben durchgeführt. Es wird damit schwer übersehbar, ob und wann es gelingt, den Bodensee wieder in ein biologisches Gleichgewicht im oligotrophen Bereich zurückzuführen. Eine wirkliche Entlastung des Sees wird sich eventuell durch die von den Anliegerstaaten erst 1971 beschlossene Einführung der Phosphateliminierung bei den Klärwerken ergeben, die bis 1975 durchgeführt sein soll.

Um von deutscher Seite die Bemühungen zu verstärken, hat der Bund mit den Ländern Baden-Württemberg, Bayern, Hessen, Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz ein Verwaltungsabkommen über die Gewährung von Mitteln des Bundes zur Sanierung des Rheins und des Bodensees mit Wirkung vom 1.1.1972 geschlossen (BMI-Umwelt, Heft 29/1974). Danach fördert der Bund im Rahmen eines Fünfjahresplanes den Bau von Abwasserreinigungsanlagen mit 150 Mill. DM.

6.5 Umweltfragen und Entwicklungspolitik

746. Das Umweltproblem ist für die Zukunft der Entwicklungspolitik von zentraler Bedeutung. Aus dem Zusammenwirken beider Komplexe ergeben sich globale Probleme von langfristiger Bedeutung.

Zuerst einmal ist auf einen grundlegenden Unterschied der Perspektive zwischen Industrie- und Entwicklungsländern hinzuweisen, der durch die Stockholmer Umweltkonferenz noch verdeutlicht worden ist: Für die Entwicklungsländer besteht das Hauptproblem nicht in der durch die Industrieproduktion entstehenden Verschmutzung, sondern in der Unterentwicklung, die nur durch Produktion und wirtschaftliches Wachstum überwunden werden kann. Mit Recht weisen sie darauf hin, daß der überwiegende Teil der Umweltverschmutzung der Welt in den Industrieländern entsteht und daß man ihnen nicht die Früchte der Industrialisierung vorenthalten kann, weil nunmehr innerhalb der Industrieländer die negativen Folgen dieses Prozesses sichtbar geworden sind, in deren Verlauf diese jedoch großen wirtschaftlichen Reichtum ansammeln konnten. Hier liegt die Wurzel eines erheblichen Mißtrauens auf Seiten der Entwicklungsländer. Sie sehen in den Bemühungen der Industrieländer um Umweltschutz, rationalere Verwendung knapper Ressourcen und auch der Bevölkerungspolitik oftmals einen verkappten Versuch der Verweigerung einer ihnen zustehenden Entwicklung, ja des Neokolonialismus, da diese Maßnahme erst jetzt gefordert werden, nachdem die Industrialisierung der nördlichen Hemisphäre Reichtum gebracht hat.

Angesichts der ersten Notwendigkeit wirtschaftlichen Fortschritts in den Entwicklungsländern besteht für diese kein Zweifel, daß der wirtschaftliche Fortschritt in ihren Gebieten nicht aufgrund verschärfter Umweltschutzbestimmungen der Industrieländer leiden sollte. Dies bedeutet zweierlei. Einmal ist es in den Augen der Entwicklungslän-

der nötig, daß die aus erhöhten Umweltschutzbestimmungen resultierenden Mehrkosten von Industrieanlagen für Entwicklungsländer von den Industrieländern durch eine Erhöhung der Entwicklungshilfe getragen werden sollen. Hier liegt jedoch der erste offenkundige Konflikt. Zwischen 1960 und 1970 stieg die wirklich entscheidende Hilfe, die offizielle Entwicklungshilfe, nur um 3% jährlich, also kaum genug, um den Preisanstieg in dieser Periode aufzufangen. Wie angesichts der schwachen Steigerungsraten der Entwicklungshilfe die zusätzlichen Kosten für einen verstärkten Umweltschutz aufgefangen werden sollen, ist zumindest ungewiß, vor allem in einer Situation wirtschaftlicher Schwierigkeiten im Gefolge der Energieverteuerung.

747. Ein zweites Problem entsteht daraus, daß aufgrund verschärfter Umweltschutzbestimmungen in den Industrieländern, z. B. hinsichtlich der Produktstandards bei eingeführten Lebensmitteln — hier ist der DDT-Gehalt besonders wichtig — die Exporte der Entwicklungsländer zurückgehen. Die in Stockholm erhobene Forderung der Entwicklungsländer, hierfür Kompensationen zu empfangen, ist bei einem großen Teil der Industrieländer auf wenig Sympathie gestoßen.

Für die Industrieländer ergibt sich aus diesen beiden Problemen eine eindeutige Konsequenz: Erkennt man das Grundprinzip an, daß der Kampf gegen Umweltverschmutzung weltweit geführt werden muß und daß zweitens die Industrieländer eine Verpflichtung zur Hilfe für die unterentwickelten Länder haben, so macht das Umweltproblem bei der Entwicklungshilfe verschärfte Anstrengungen in den Industrieländern nötig. Damit dürfen allerdings die Entwicklungsländer aus der auch in Stockholm anerkannten Eigenverantwortung für den Umweltschutz nicht entlassen werden.

748. Die Auswirkungen des Umweltproblems für die Entwicklungsproblematik reichen jedoch tiefer, wenn man die Frage der Ressourcenschöpfung und der Umweltverschmutzung in einer langfristigen Perspektive möglicher Entwicklungsmodelle sieht. Die bisherigen Entwicklungsvorstellungen beruhen auf einem einfachen Modell: Die Industrieländer würden ständig weiter wachsen, während die Entwicklungsländer durch einen Transfer von Hilfsleistungen und hochentwickelter Technologie der Industrieländer noch schneller wachsen würden, so daß sich allmählich der Abstand zwischen reichen und armen Ländern verringern würde.

Würden wir jedoch tatsächlich nach dem Modell der Industrieländer bis zum Jahre 2000 die dann in den Entwicklungsländern lebenden 5 Mrd. Menschen etwa auf das Lebensniveau Japans anheben können, so wären das Ergebnis ein drastischer Raubbau der Ressourcen der Welt und katastrophale Formen der Umweltverschmutzung (insbesondere als Konsequenz der im großen Stil angewandten Agrotechnik). Langfristig stellt sich damit die Frage, wie sich die Entwicklungsländer entwickeln können, ohne daß es hierbei zu der für die Industrieländer charakteristischen Verschwendungswirtschaft und Verschmutzung kommt. Sicherlich würde ein solches Modell der Entwicklung eine Abkehr vom Nachvollziehen der in den Industrieländern vollzogenen Industrialisierung bedeuten. Damit stellt sich hier jedoch auch die Frage, ob angesichts einer gerechten Verteilung der in der Welt vorhandenen Ressourcen die Industrieländer ihre jetzige Inanspruchnahme des größten Teils der Weltressourcen fortsetzen können und ob nicht von einer gewissen Umverteilung der Ressourcen auch tiefgreifende Auswirkungen auf das Wirtschafts- und Sozialsystem der Industrieländer ausgehen dürften.

ANHANG I

METHODISCHE HILFSMITTEL ZUR INFORMATIONSGEWINNUNG

1. FORMALER ANSATZ ZUR ANALYSE DES UMWELTSYSTEMS „UMWELTBILANZEN“¹⁾

Vorbemerkungen

749. Umweltprobleme berühren fast alle Bereiche menschlicher Aktivitäten. Selten halten sie sich an die Grenzen traditioneller Fachdisziplinen. Einer Reihe fachspezifischer Einzellösungen steht geringes Wissen über ihre Zusammenhänge gegenüber. Der Querschnittscharakter von Umweltproblemen bedingt ihre Komplexität, die zudem mit der technisch-industriellen Entwicklung wächst. Umweltplanung wird dadurch zunehmend schwieriger, aber auch dringlicher.

Nach Umfang und Art der Aufgabe erscheint es nicht möglich, sie allein mit verbalen Betrachtungen zu durchdringen. Es sind formale Hilfsmittel notwendig, die Einzelaussagen nicht isoliert nebeneinander stehen lassen, sondern sie in eine Ordnung bringen und ihre Zusammenhänge anzeigen.

750. In Abschnitt 1 des vorliegenden Gutachtens hat der Sachverständigenrat auf die Notwendigkeit hingewiesen, sozio-ökonomische Gesamtmodelle als Hilfsmittel zur Analyse des Umweltsystems zu entwickeln. Im folgenden wird versucht, diese Vorstellungen weiterzuführen. Nach Erläuterung der Aufgabe und der systematischen Voraussetzungen wird ein mögliches Modell des Umweltsystems skizziert. Die angegebene Gliederung des Umweltsystems ergab sich aus dem Umweltbegriff, der dem Gutachten des Sachverständigenrats implizit unterlegt war. Dennoch ist dies nur eine Möglichkeit der Strukturierung, die zunächst lediglich als vorläufige Diskussionsgrundlage zu verstehen und ggf. mit seiner Detaillierung zu verändern ist.

Zur Steuerung des Umweltsystems sind der Komplexität entsprechende Planungsmodelle erforderlich, von denen einige erfolgversprechende Entwicklungen erläutert werden. Da ein ökologisch-ökonomischer Ansatz gegenüber der herkömmlichen rein ökonomischen Rechnung um die Sub-

systeme Ökosphäre, Mensch und Soziales System erweitert ist, gewinnen entsprechend erweiterte, nichtmonetäre Bewertungsverfahren an Bedeutung.

751. Die Beschäftigung mit Bewertungsproblemen als zentralem Schritt im sozio-ökonomischen Planungsprozeß hat deutlich gemacht, daß bei komplexen Modellentwicklungen weder der Anspruch erhoben noch angestrebt werden darf, „Vollständigkeit“ der Planung zu erreichen und „bisher noch verbliebene kreative Bereiche“ zu determinieren, sondern im Gegenteil: Es sind gerade kreative Bereiche als Punkte für Werturteile sichtbar zu machen, indem sie von determinierten Bereichen exakter abgegrenzt und von formalistischen Überlagerungen befreit werden, die entstehen, wenn die Komplexität nicht beherrscht wird.

Hinzuweisen ist dennoch auf die Gefahr, daß bei formalisierten Planungsmodellen Werturteile, Modellunvollkommenheiten und der Prozeßcharakter des Planens leicht unter der Eigengesetzlichkeit großen formalen Aufwandes oder unter dem Anspruch von Wissenschaftlichkeit und technischer Eleganz verdeckt werden können.

1.1 Voraussetzungen systematischer Problemstrukturierung

1.1.1 Aufgaben der Strukturierung

752. Jedem Versuch zu umfassendem Umweltschutz muß eine systematische Problemübersicht vorangehen. Damit soll nicht nur die Größe und Komplexität der Aufgabe verdeutlicht, sondern auch versucht werden, Teillösungen in ihrer Wirkung abzuschätzen und Scheinlösungen, die ein Problem nur verschieben, zu vermeiden.

Das menschliche Gedächtnis vermag zwar die grundsätzliche Struktur komplexer Systeme zu erfassen. Seine Fähigkeit, miteinander in Wechselwirkung stehende Vorgänge zu verfolgen und Daten zu speichern bzw. kurzfristig abzugeben, ist jedoch begrenzt. Der global übersehene Problembereich ist daher zur praktischen Bearbeitung in Teilbereiche von bearbeitbarem Umfang zu unterteilen.

¹⁾ Unter dem Arbeitstitel „Umweltbilanz“ begann der Sachverständigenrat seine Arbeit am Gutachten, wobei er hoffte, den Einzeldarstellungen ein formales, ökonomisch-ökologisches Gesamtmodell unterlegen zu können.

Die Bezeichnung „Bilanz“ wird zur Beschreibung von Komplexen mit Kreislaufcharakter – etwa in der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung – im allgemeinen nicht verwendet. Sie ist beschränkt auf Ausschnitte von Kreisläufen. Die folgenden Überlegungen ergeben ebenfalls einen Kreislaufcharakter des Umweltsystems. Für das Gesamtsystem wird die Bezeichnung „Umweltbilanz“ daher nicht weiter verwendet.

Dagegen wird für Ausschnitte des stofflichen Kreislaufs das Wort „Stoffbilanz“ beibehalten (s. Anhang I, 1.2.3).

Teilbereiche lassen sich um so einfacher bearbeiten, je unabhängiger sie voneinander sind. Darin liegt andererseits die Gefahr der Suboptimierung ohne genügende Berücksichtigung der für Umweltprobleme typischen Wechselwirkung untereinander. Neben der Zerlegung in Teilbereiche ist im Rahmen einer Ganzheitsbetrachtung daher auch deren gegenseitige Verknüpfung zu verfolgen.

753. Ausgangspunkt dazu sind die Schadstoffaustrittsstellen des Umweltsystems, die man auf ihre Ursachen zurückverfolgt. Dabei erweist es sich als notwendig, komplexe Zwischenglieder in die Systembetrachtung einzubeziehen. Die vordergründig bekannten Umweltprobleme (Abfall, Lärm, Luftverschmutzung usw.) sind im allgemeinen nicht direkt miteinander verbunden. Ihre Summe ergibt kein bearbeitbares „System“.

Die notwendige Querschnitts- und Systembetrachtung bei Umweltproblemen erzwingt somit die Berücksichtigung von Ökosphäre, Produktion und Konsum, Mensch und Soziales System. Dies bedingt die Komplexität des Umweltsystems.

Nach Identifikation und operabler Beschreibung der Teilbereiche und deren gegenseitiger Verknüpfung lassen sich Steuerungsmöglichkeiten entwickeln und deren Wirksamkeit untersuchen.

754. Die Notwendigkeit zur Steuerung des Umweltsystems, insbesondere im Hinblick auf die Schadstoffaustrittsstellen, ist in diesem Zusammenhang der Anlaß zu seiner Analyse. Dieses Ziel impliziert bereits gewisse Strukturierungsmerkmale: Man wird entsprechend den Steuerungsmöglichkeiten bzw. -wünschen strukturieren und diejenigen Stellen des Umweltsystems detaillieren, die einer Steuerung zugänglich sind, daneben aber auch dort, wo nach dem Werturteil des Planers bzw. Modellkonstruktors gesteuert werden sollte. Ein anderer Zweck ebenso wie eine andere Problemabgrenzung ergäbe eine andere Struktur des Umweltsystems im Modell, zumindest in den Details der Subsysteme.

755. Die Komplexität der Aufgabe spiegelt sich in den verschiedenen Forschungsrichtungen über Umweltplanungstechniken:

- theoretisches Verständnis des Systemzusammenhangs;
- Datenermittlung, -strukturierung und -verarbeitung;
- Zielvorstellungen und Zielfindungsprozesse;
- Simulative Steuerungstechniken;
- Bewertungsverfahren;
- Plandurchführung und -kontrolle.

756. Die Forschungsrichtungen entwickelten sich weitgehend unabhängig voneinander aufgrund notwendiger Arbeitsteilung, Tradition und der angewandten Methoden, die für Umweltprobleme meistens von anderen speziellen Fragestellungen aus vielerlei Fachdisziplinen übertragen werden. Daraus resultieren Verständigungsschwierigkeiten.

Auffällig ist, daß den fortgeschrittenen und noch intensiv weiter entwickelten Forschungen für Informationssysteme und Datenbanken (oft auch unter kommerziellen Vorzeichen) keine entsprechenden Forschungen über Zielplanungstechniken gegenüberstehen.

1.1.2 Sozio-ökonomische Planungsdaten (Sozialindikatoren)

757. Die bisherige gesamtgesellschaftliche Planung beschränkte sich überwiegend auf monetär meßbare ökonomische Planungsdaten. Geld als einheitlicher Maßstab erlaubte eine einfache Aggregation von Einzelleistungen. Das Bruttosozialprodukt identifizierte man weitgehend mit allgemeiner Wohlfahrt. Dabei berücksichtigt das Bruttosozialprodukt – neben anderen, „systemkonformen“ Bereichen – folgende, unter Umweltgesichtspunkten bedeutsame Faktoren nicht richtig:

- Beanspruchung der natürlichen Umwelt. Luft, Wasser und Landschaft gehen in das Bruttosozialprodukt als praktisch kostenfreie, unbegrenzt verfügbare Güter ein.
- Schäden, die der Verursacher nicht unmittelbar selbst beseitigt, sondern deren Behebung Markttransaktionen hervorruft. Zum Beispiel Umweltschäden, die von der öffentlichen Hand behoben werden.

758. In der Umweltdiskussion wurde die nur partielle Gültigkeit des Bruttosozialprodukts herausgestellt. Gleichzeitig offenbarte sich ein erheblicher Datenmangel aus sozialen und ökologischen Gebieten. Unter dem Oberbegriff Sozialindikatoren (LEIPERT, 1973; BUTTLER, 1973) wird z. Z. in zahlreichen Bereichen versucht, diesen Mangel aufzuarbeiten und umfassendere Daten zur Beschreibung von „Lebensqualität“ zu entwickeln. Statt von „Sozialindikatoren“ wird je nach dem betrachteten Bereich auch von „Umweltindikatoren“ (für die natürliche Umwelt, siehe Anhang I, 2) von „Gesellschaftlichen Kennziffern“, in speziellen Bereichen auch einfach von „Merkmalen“ (JOEDICKE, et al. 1970) gesprochen. Eine einheitliche Begriffsbildung, Klassifikation und Darstellung sollte angestrebt werden, um Sozialindikatoren einfacher in formale Planungsmodelle einsetzen zu können.

759. Die Indikatorenentwicklung umfaßt folgende Schritte:

- Definition und Abgrenzung der Zielbereiche,
- Sammlung aller relevanten Merkmale aus den einzelnen Zielbereichen,
- Gliederung der Merkmale in Variable, Konstante und Randbedingungen,
- Skalierung von ggf. nur verbal gegebenen Daten,
- Zusammenfassung mehrerer Merkmale mittels mathematischer Operationen (Addition, Multiplikation, ggf. statistische Korrelationsrechnung und Faktorenanalyse) zu Kennziffern für die Ausprägung des Merkmalbereiches, den „Indikatoren“,
- Fehleruntersuchungen.

Die methodischen Probleme liegen bei der Aggregation von Einzeldaten, die wesentlich von ihrer nicht gänzlich objektifizierbaren Gewichtung abhängt. Ein Verzicht auf die Ge-

wichtung würde aber zur bloßen Aufzählung unvergleichbarer Sachverhalte führen. Verbesserungen verspricht hier eine Unterscheidung zwischen „harten“ Daten von objektiven Messungen, etwa physischen Charakters, und „weichen“ Daten, zu denen man weitgehend durch subjektive Werturteile kommt.

760. Die Praxis zeigt, daß sich keiner der Schritte exakt von Werturteilen freihalten läßt, ein Unterschied zwischen „harten“ und „weichen“ Daten somit nur graduell besteht. Diese Problematik läßt sich grundsätzlich nicht eliminieren. Es kann aber zumindest gefordert werden, daß Werturteile bei Indikatoren explizit sind, wenn sie außerhalb von Wertnormen liegen und ebenso wie die eigentlichen weichen Daten diskutierbar sind, was im wesentlichen eine Frage der Darstellung der Bewertung ist.

761. Ähnlich wie in zahlreichen anderen Ländern¹⁾ besteht auf nationaler Ebene in der Bundesrepublik seit 1971 eine Arbeitsgruppe „Soziale Indikatoren“ beim interministeriellen Planungsausschuß der Bundesregierung, die inzwischen erste, allerdings noch fragmentarische Ergebnisse vorgelegt hat (Gesellschaftliche Daten 1973).

Ein anspruchsvolles Indikatorenprogramm wird z. Z. von der OECD bearbeitet, das von allen Mitgliedsländern als Grundlage der Sozialberichterstattung akzeptiert werden soll. Für „Lebensqualität“ wurden dazu 8 Hauptzielbereiche und 24 Unterziele definiert, zu denen z. Z. Einzelindikatoren entwickelt werden sollen. Diese Hinwendung zu Sozialindikatoren gewinnt insofern an Bedeutung, als die OECD bisher traditionelles ökonomisches Wachstum besonders hoch eingeschätzt hat (LEIPERT, 1973).

Eine wesentlich weiter fortgeschrittene Forschungsgruppe in Berlin, die in einem seit 1970 laufenden Experiment hauptsächlich die methodischen Probleme untersucht, hat neben der Definition von Zielbereichen bereits gesamtgesellschaftliche Zielgewichtungen bei alternativen Annahmen experimentell zu ermitteln versucht. Ihr gesamtgesellschaftlicher Zielbereich ist über 3 Stufen in 82 Unterbereiche gegliedert (KOELLE, 1972).

762. Die zeitweilige Begeisterung um Sozialindikatoren ist inzwischen abgeklungen. Sie zu einer einzigen Zahl als Maß für Lebensqualität zusammenfassen zu können, kann nicht erwartet werden. Auf Zahlen geringeren Aggregationsgrades kann allerdings grundsätzlich nicht verzichtet werden, da erst sie den Einsatz formalisierter Entscheidungstechniken ermöglichen, die wiederum Voraussetzung für erfolgreiche Umweltplanung sind.

1.1.3 Denken in Systemen

763. Aussicht auf Beherrschung der Komplexität in der Umweltplanung verspricht eine stärkere Berücksichtigung und Förderung des Systemdenkens. Den Systemwissenschaften ist Betrachten von Zusammenhängen unter Integration mehrerer Fachdisziplinen primäre Aufgabe.

¹⁾ Überblick über den Stand in anderen Ländern, siehe LEIPERT (1973).

764. Das Denken und Handeln in Systemen entspricht dem Geschehen in der Natur, die man sich ebenfalls nach Systemen strukturiert denken kann. In den natürlichen Systemen gelten folgende fundamentale Prinzipien:

1. Kreislauf- und Ganzheitscharakter

Organische Vorgänge unterliegen einem Prozeß, der sich fortlaufend wiederholt. Wachstum und Rückbildung stehen im Gleichgewicht, bauen aufeinander auf. Wiederholungen bringen nicht nur ständiges Werden und Vergehen, sondern auch Weiterentwicklungen des Systems.

2. Gesetzlichkeit

Im natürlichen System gelten Regeln, die die Leistungsfähigkeit des Systems erhalten und optimieren.

3. Offenheit

Trotz des Kreislaufcharakters sind sie in der Lage, „unvorhergesehene“ Einwirkungen, die nicht ihrer Systemgesetzlichkeit entsprechen, aufzunehmen, zu assimilieren und sich wieder zu stabilisieren, solange die systemfremden Einwirkungen gewisse Intensitäten nicht überschreiten.

4. Anordnung in Systemhierarchien

Natürliche Systeme sind zum Teil nebeneinander, zum Teil übereinander angeordnet. Sie ergänzen einander, jedes System ist Teil eines übergeordneten Systems.

765. Die vom Menschen geschaffenen künstlichen Systeme unterscheiden sich in einigen Punkten prinzipiell von natürlichen Systemen:

1. Geschlossenheit

Es können keine systemfremden, „ungewollten“ Einwirkungen assimiliert werden. Berücksichtigt werden nur geplante In- und Outputs, die der künstlichen Systemgesetzlichkeit entsprechen.

2. Finalität

Sie sind auf Ergebnisse und Ziele angelegt, auch dort, wo sich z. B. Produktionsprozesse wiederholen. Die Begrenzung der Zielgerichtetheit liegt außerhalb des Systems. Sie erhalten sich nicht von selbst in einem natürlichen Gleichgewicht. Ohne bewußte Erneuerung und Steuerung von außen können sie zerfallen oder über alle Grenzen wachsen. Künstliche Systeme ordnen sich nicht von selbst in Systemhierarchien, sondern müssen in bewußter Steuerung eingefügt werden.

3. Unvollständigkeit

Sie behandeln isolierte Ausschnitte. In- und Output werden nur bis an die eigenen Systemgrenzen verfolgt. Die Wirkungen auf andere Systeme und nicht eingeplante Vorgänge außerhalb der Systemgrenzen bleiben unberücksichtigt.

766. Auch der Mensch mit seinen technischen, ökonomischen und sozialen Systemen ist letztlich Teil des Gesamtsystems Natur. Seine selbstgeschaffenen Systeme muß er bewußt in die Hierarchie und Grenzen der ihn umgebenden natürlichen Systeme einsteuern. Die Randbedingungen künstlicher Systeme sind daher abzuleiten aus übergeordne-

ten natürlichen Systemen (z.B. begrenzte Schmutzaufnahmefähigkeit von Flüssen, begrenzte Rohstoffvorräte . . .). Darüber hinaus können kleinere natürliche Systeme wiederum Subsysteme von größeren künstlichen Systemen sein (etwa Tierzucht innerhalb der Nahrungsproduktion oder Parkanlagen innerhalb von Stadtssystemen).

767. Besteht über die grundsätzliche Art systemarer Betrachtungsweise auch Klarheit, so ist die Anwendung der Systemwissenschaften auf Umweltfragen noch im Anfang. Für den Großteil der erforderlichen praktischen systemtechnischen Verfahren kann – über die Forschungsrichtungen allgemeiner Umweltplanungstechniken hinaus – lediglich erst Fragestellung und ggf. Lösungsansatz genannt werden.

768. Pragmatische Planung geht von der Voraussetzung aus, daß eine zunehmende Zerlegung des Planungsgegenstandes in einer hierarchischen Struktur eine zunehmend exaktere Beschreibung und Operabilität der Planungsziele und -mittel ermöglicht. Den unteren Organisationsebenen ordnet man die „harten“ Daten (Indikatoren) zu, während man die „weichen“ Daten (Zielaussagen) auf die oberen Ebenen zu konzentrieren sucht. Daraus ergeben sich Soll-Eigenschaften der Organisationsebenen (Abb. 1).

Die Hierarchie ist weder mit autoritären Führungsstrukturen zu verwechseln, noch impliziert sie solche.

769. Die Problematik, hierarchische Strukturen beim Wertpluralismus und beim Prozeßcharakter des Planens explizit darzustellen, ist vielfach beschrieben (FEHL et al., 1972; RITTEL, 1970). Bei praktischer Analyse sind sie dennoch als mindestens implizite Hilfsvorstellung nicht entbehrlich.

770. Die Systemanalyse folgt im allgemeinen folgenden Schritten:

1. Zunächst wird man nach den Determinanten und Randbedingungen des Systems fragen: Vorhandenes Wertsystem, Struktur der Planungsorganisation, vor-

handene Informationen. Daraus wird man in erster Näherung eine Grobstruktur der Hierarchie des Systems ableiten.

2. In einer Zielfindungsphase wird man alle Variablen, die für das System bedeutsam sind, zusammen mit ihren zugehörigen realen Subsystemen in ungeordneter Reihenfolge auflisten. Dazu haben die Sozialwissenschaften verschiedene morphologische Techniken entwickelt (ZWICKY, 1966). Den Subsystemen werden Maximen als anzustrebende Ziele zugeordnet. Fixierte Zielvariable bezeichnen jeweils einen Zustand des zugehörigen Subsystems.

3. Die Einzelziele werden auf ihre Beziehungen zueinander untersucht: Komplementarität aufgrund Zweck-Mittel-Beziehungen, Konkurrenzen, evtl. über relevante Wertebereiche variable Beziehungen usw. (ZANGEMEISTER, 1972). Nach genauerer Abgrenzung der Subsysteme untereinander (Rückkoppelungsprozeß) und weiterer Zerlegung bis auf Indikatorebene ergibt sich die Systemhierarchie.

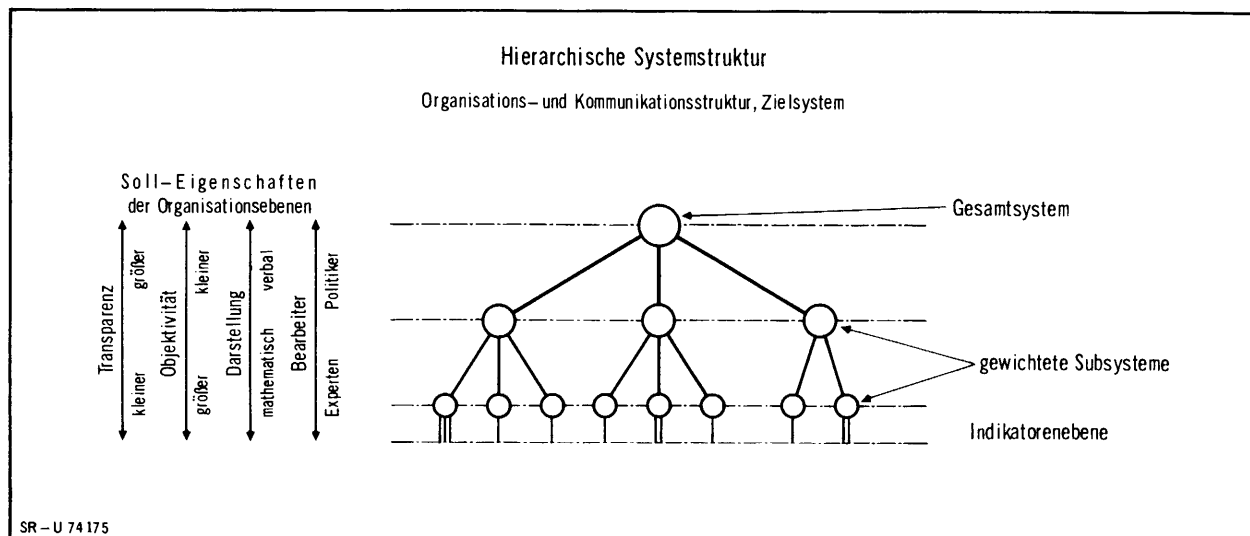
4. Gewichtung der Subsysteme aufgrund der Wertpräferenzen des Entscheidungsträgers. Fixierte Variable aller Subsysteme in einer gewichteten Systemhierarchie bezeichnen gewissermaßen als Momentaufnahme den statischen Zustand des Gesamtsystems.

Gewichtete Systemhierarchien sind die Voraussetzung für die Durchführung mehrdimensionaler Bewertungsverfahren wie etwa Nutzwertanalysen etc. (ZANGEMEISTER, 1972).

Läßt sich darüber hinaus in den einzelnen Subsystemen die Abhängigkeit zwischen Nutzen und Aufwand formal darstellen, so ist über die Verteilung des Aufwandes auf die Subsysteme eine partielle mathematische Optimierung des Gesamtsystems möglich (NEDDENS, 1973).

5. Interessiert das dynamische Verhalten des Systems, müssen die Beziehungen der Subsysteme untereinander

Abb. 1



durch ihre Stromgrößen (Flußraten) beschrieben werden.

771. Die gewichtete Systemhierarchie, mit Angabe der Subsystemzustände und der Stromgrößen ergibt die System-Dynamik. Durch Beeinflussung der Stromgrößen läßt sich das System steuern bzw. im Modell sein dynamisches Verhalten simulieren.

772. Eine generelle mathematische Systemtheorie, aus der allgemeine Systemgesetze und Regeln für praktische Systemanalysen abzuleiten wären, gibt es bisher noch nicht. Eine derartige Theorie müßte auch qualitativ beschriebene Aspekte einschließen.

773. Bedeutsam für komplexe Planungsverfahren sind mathematische Verfahren zur hierarchischen Gliederung komplexer Probleme und zur Identifikation von Zielkonflikten. Sie versprechen bessere Lösung der Kommunikations-, Koordinations- und Steuerungsprobleme. In den vorhandenen Forschungsansätzen hierzu untersucht man zunächst alle beteiligten Subsysteme auf Zielkonkurrenz oder Zielkomplementarität; daraus ergibt sich die Zuordnung zu den Stufen (vertikale Gliederung) der hierarchischen Struktur. Danach sucht man über alternative Abgrenzungen die Intensität der Beziehungen zwischen Subsystemen, die auf der gleichen Stufe stehen (horizontale Gliederung), zu minimieren, so daß sie beherrschbar werden und sich in der Praxis möglichst geringe Zielkonflikte ergeben und auch Lücken im Zielsystem sichtbar werden (MESAROVIC, et al., 1970; ALEXANDER, 1967). Zur Zeit und auch auf absehbare Zukunft ist man bei der Problemstrukturierung noch nahezu ausschließlich auf die Intuition, Geschicklichkeit und Erfahrung des Bearbeiters angewiesen.

1.1.4 Modellbildung und Quantifizierung

774. Um das Umweltsystem bearbeiten zu können, sind die relevanten Merkmale der Realität in Modellen abzubilden. Modellentwicklung bedeutet Vereinfachen. Jedes Modell sucht irrelevante Merkmale der Realität fortzulassen, um sie dadurch leichter verstehen zu können. Enthielte ein Modell alle Merkmale, wäre es ebenso kompliziert und ebenso schwer zu verstehen wie die Realität selbst.

775. Aufgrund der Ausrichtung künstlicher Systeme an Zielen enthalten alle Modellelemente einen Anteil Subjektivität. Die Ergebnisse von Modellrechnungen sind abhängig von den Wertpräferenzen des Bearbeiters.

Bei der Modellbildung sind subjektive Bereiche (mit „weichen“ Daten) möglichst von den objektiven (mit „harten“ Daten) zu trennen. Ferner ist zu fordern, daß formale Modelle subjektive Anteile explizit darstellen und als Entscheidungs- und Steuerungspunkte zusammenfassen, so daß die Wirkungen unterschiedlicher Wertpräferenzen simuliert werden können.

Auch die Auswahl der relevanten Faktoren enthält bereits Werturteile. Ebenso wie die Eingabevariablen müssen bei komplexen Planungsmodellen, die zur Politikberatung dienen sollen, daher auch die Modellstrukturen politisch

diskutierbar sein. Dies erfordert in erster Linie geeignete Modelldarstellungen.

776. Bei mangelnder Transparenz formaler Modelle, insbesondere bei fehlender Explizität der subjektiven Punkte, besteht die Gefahr ihrer Verabsolutierung. Im Modell abgebildete Strukturen der Realität ziehen oft analoge reale Sekundärstrukturen nach sich, wie z. B. Planungsorganisationen oder auch technische Anlagen, z. B. Datenverbundsysteme, die bei mangelndem Bewußtsein über subjektive Punkte des zugrunde liegenden Modells als Abbildung des Realitätsausschnitts zu starr ausgebildet werden und dann durch ihre Eigengesetzlichkeit später notwendige Veränderungen des ursprünglichen Modells behindern.

777. Komplexe Sachverhalte lassen sich am genauesten und übersichtlichsten mit der mathematischen Sprache beschreiben. Das erfordert, beim bisherigen Stand der Mathematik, durchweg Quantifizierung der relevanten Umweltmerkmale als Eingabegrößen in das Modell.

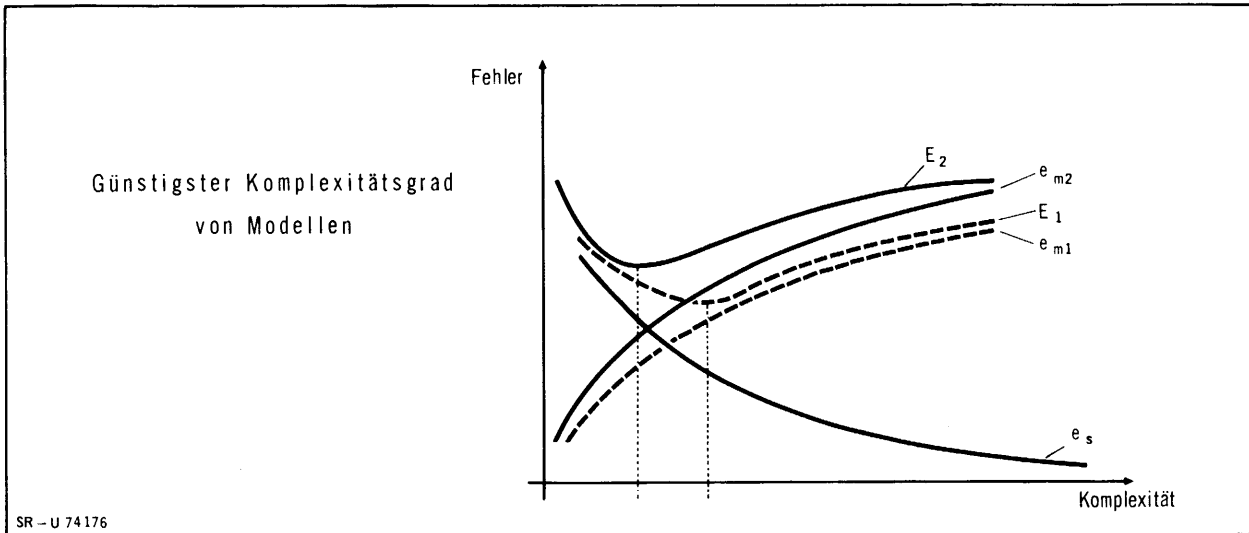
Größere Systemausschnitte erzwingen aus Gründen der praktischen Handhabung computerorientierte Methoden. Dann müssen neben quantifizierten Eingabegrößen auch die Modellstrukturen programmierbar sein.

778. Wegen der in allen Datensammlungen und Modellrechnungen vorhandenen subjektiven Anteile kann es prinzipiell nicht Ziel von Quantifizierungen sein, Systemgrößen und Ergebnisse zu objektivieren. Sie können lediglich ihre operable Handhabung ermöglichen. Daher ist bei pragmatischem Ansatz eine prinzipielle Unterscheidung zwischen quantifizierbaren und nichtquantifizierbaren Größen unzumutbar. Man kann allen vorstellbaren Sachverhalten Zahlen zuordnen. Fraglich ist nur, in welchem Maße die Zahlen die Realität ausreichend richtig wiedergeben. Bei physikalischen und technischen Größen wird dies eher der Fall sein als bei Quantifizierungen in anderen gesellschaftlichen Bereichen. Das liegt nur zum Teil daran, daß in sozialen und politischen Bereichen Werturteile mit ihren oft raschen Veränderungen eine größere Bedeutung haben – dem ist durch eine geeignete Modellkonstruktion Rechnung zu tragen. Wesentlicher ist, daß bei neuartigen Fragestellungen systematische, quantitative Beschreibungsverfahren und Datensammlungen im allgemeinen noch nicht entwickelt sind und die praktische Planung mit ungenauen Daten arbeiten muß. Im Umweltbereich ist dieser Sachverhalt evident: Daten über ökologische Zusammenhänge fehlen ebenso sehr wie operable Beschreibungen von Zielinhalten und Zielgewichtungen.

779. Ungenaue Daten ergeben im Zusammenhang mit formalen Planungsmodellen entsprechend ungenaue Ergebnisse. Auf Fehleruntersuchungen sollte daher bei formaler Behandlung komplexer Umweltprobleme nicht verzichtet werden. Die Planungsmodelle sollten derlei Untersuchungen integrieren und ausweisen. Verfahren zumindest zur Abschätzung von Fehlergrenzen auch über mehrere Stufen sind bereits vorhanden (ZANGEMEISTER, 1972; KRELLE, 1968).

780. Der Genauigkeitsgrad der vorhandenen Eingabedaten führt praktisch zur Forderung nach methodischer Bescheidenheit bei der Anwendung sozio-ökonomischer Planungsmodelle: Solange keine ausreichend genauen Eingabedaten vorhanden sind, sollten entsprechend einfache Mo-

Abb. 2



delle verwendet werden. Zunehmende Modellkomplexität zieht allgemein mehr Rechenoperationen nach sich. Komplexe Modelle mit ungenauen Eingabedaten können größere Fehler ergeben als einfache Verfahren, wie die folgende Überlegung erläutert (LÖFFELBEIN, 1959; AL- LONSO, 1969):

- Zweckmäßig ist eine Unterscheidung von
- Meßfehlern e_m im engeren Sinn, die aus ungenauen Eingabedaten entstehen und
 - Erklärungsfehlern e_s , die entstehen, wenn die mathematische Modellstruktur den empirischen Sachverhalt nur unvollkommen wiedergibt.

Will man den Erklärungsfehler e_s verringern, so muß man den Sachverhalt genauer beschreiben. Das ergibt im allgemeinen mehr Rechenoperationen. Mehr Rechenoperationen vergrößern durch die Fehlerfortpflanzung im allgemeinen den Meßfehler e_m .

Der Gesamtfehler E läßt sich als statistische Standardabweichung zu

$$E = (e_s^2 + e_m^2)^{1/2}$$

zusammenfassen (Kurve E in Abb. 2). Der niedrigste Punkt von E ergibt den günstigsten Komplexitätsgrad des Modells.

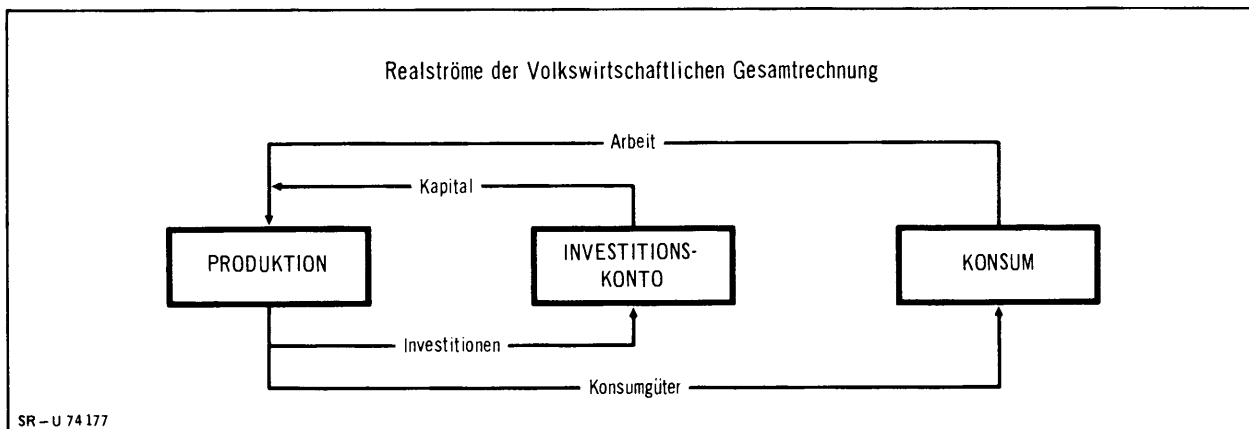
781. Zum Beispiel seien in einem vorhandenen Modell mit der Fehlerkurve e_s im Fall 1 genauere Eingabedaten als im Fall 2 vorhanden. Die Fehlerkurve e_{m1} liegt folglich niedriger als e_{m2} , ebenso E_1 niedriger als E_2 . E_2 hat jedoch ihren Tiefpunkt bei einem geringeren Komplexitätsgrad als E_1 , d. h. daß das „genaue“ Modell mit ungenauen Eingabedaten größere Endfehler als das einfachere Modell ergibt.

1.2 Ein Modell des Umweltsystems

1.2.1 Statische Struktur (Systemhierarchie)

782. Zu Anfang sind die relevanten Faktoren des Umweltsystems, ihre Abgrenzung und Gliederung in Subsysteme anzugeben.

Abb. 3



SR - U 74 177

783. Ein allgemeines Ergebnis aus der Umweltdiskussion ist die Forderung, die bisher überwiegend eindimensional ökonomisch orientierte gesamtgesellschaftliche Beurteilung – komprimiert in der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung, Abb. 3 – zu erweitern (FREY, 1972; BARTELMUS, 1973), da sie die Umweltbeanspruchung nicht enthält.

784. Ordnet man die sozialen als die primär menschlichen Bereiche dem Investitionskonto der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung zu, so lassen sich die vier Hauptsysteme für die oberste Organisationsebene der Hierarchie des Umweltsystems abgrenzen: Ökosphäre, Produktion, Konsum, Mensch und Soziales System.

785. Die Hauptsysteme können weiter nach Zweck-Mittel-Beziehungen in Untersysteme zerlegt werden (s. Abbildung 4), wobei hier in erster Linie unter funktionalem Aspekt und nach Steuerungsmöglichkeiten des Umweltsystems vorgegangen wurde. Daneben müssen bei weiterer Zerlegung die Schadstoffaustrittsstellen identifiziert werden können, deren Beobachtung und Beeinflussung das Ziel der Steuerung ist.

786. Die hierarchische Struktur bietet neben dem Überblick einen Rahmen für Arbeitsteilungen, für Informations- und Kommunikationssysteme und Datensammlungen. Erhält jedes Subsystem eine Maxime als Ziel und ein Zielgewicht, so ergibt sich ein vollständiges Zielsystem. Damit lassen sich mehrdimensionale Bewertungsverfahren anwenden, wie z. B. Nutzwertanalyse, Nutzen-Aufwand-Analyse etc.

787. Der Zerlegungsgrad wird je nach Fragestellung, vorhandenen Informationen usw. für die einzelnen Subsysteme verschieden sein. In der Umweltschutzplanung sind z. B. die Energiewirtschaft und die Abfallwirtschaft besonders bedeutsam, weshalb man sie ggf. aus den Wirtschaftsbereichen Produktion und Konsum herauslösen und besonders detaillieren wird.

Dagegen ist etwa der Bereich Verkehr, obwohl ebenfalls sehr umweltrelevant und für sich genommen durchaus gut als System bearbeitbar, aufgrund seiner Beeinflussung fast aller anderen Umweltbereiche besser nicht herauszulösen, sondern integriert mit den übrigen Subsystemen zu behandeln, hat doch in der Vergangenheit gerade die isolierte Betrachtung des Verkehrs zu seiner Suboptimierung geführt und vielerlei Umweltprobleme vergrößert.

Jede Strukturierung wird sich schon aus Gründen der Praktikabilität zunächst an vorhandenen traditionellen Organisationsstrukturen orientieren müssen.

788. In Abb. 4 und 5 umfaßt die Ökosphäre die Bereiche der belebten und unbelebten Natur als übergeordnete menschliche Lebensgrundlage, deren Geschehen sich im wesentlichen ohne menschliches Zutun entwickelt. Aus diesem Hauptsystem sind die Randbedingungen („ökologische Eckwerte“) abzuleiten, innerhalb derer sich die vom Menschen geschaffenen künstlichen Systeme bewegen müssen.

Mensch und Soziales System umfaßt diejenigen Bereiche, die der Mensch kulturell ausformt. Den geistigen Bereichen (Ausrichtung an Zielen, Verstehen der Umwelt durch Sammlung von Informationen, Entwicklung von

Planungskonzepten) ist ein Realkonto unterlegt (Infrastruktur).

Die Wirtschaftsbereiche Produktion und Konsum umfassen die Mittel (Organisationsformen und Technologien), die sich der Mensch zu seiner Bedürfnisbefriedigung schafft und über die er die Ökosphäre beeinflusst.

Steuerung des Umweltsystems bedeutet daher hauptsächlich Beeinflussung von Produktion und Konsum.

789. Die Gliederung von Produktion und Konsum in marktwirtschaftliche Kategorien zeigt, daß praktikable Steuerungsmöglichkeiten hauptsächlich in marktwirtschaftlichen Instrumenten gesehen werden. Sähe man bessere Steuerungsmöglichkeiten durch direkte Eingriffe in den Wirtschaftsprozess, wäre eine Gliederung stärker nach Produkten und Technologien zweckmäßig (THOSS, 1972). In die Entscheidung über diese Frage fließt neben praktischen Problemen, etwa die Beschaffung der erforderlichen Informationen, auch das Verständnis des Modellkonstruktors über Gesellschaftssteuerung überhaupt ein.

790. Für die aus dem weit gefaßten Umweltbegriff folgenden komplexen Subsysteme ist der Umweltschutz nur ein Aspekt neben parallelen politischen Programmen wie Stadtentwicklung, Wirtschaftsförderung, Verkehrsstruktur, Agrarpolitik etc. Ebenso wie der Umweltschutz ergeben auch die Parallelprogramme bestimmte Anforderungen an die Subsysteme mit potentiellen Zielkonflikten. Nur in solchen Planungsmodellen, in denen die komplexen Subsysteme mit ihren unterschiedlichen Zielen eingeschlossen sind, lassen sich Zielkonflikte präzisieren und optimal lösen. Auch spezielle „Umweltschutzmodelle“, die die vordergründig bekannten Umweltprobleme aus der Komplexität der übrigen Strukturplanung herauslösen wollen, können nur Suboptimierungen ergeben, da die Lösung der Zielkonflikte, soweit diese überhaupt identifiziert werden können, extern eingegeben werden muß.

1.2.2 Dynamische Struktur

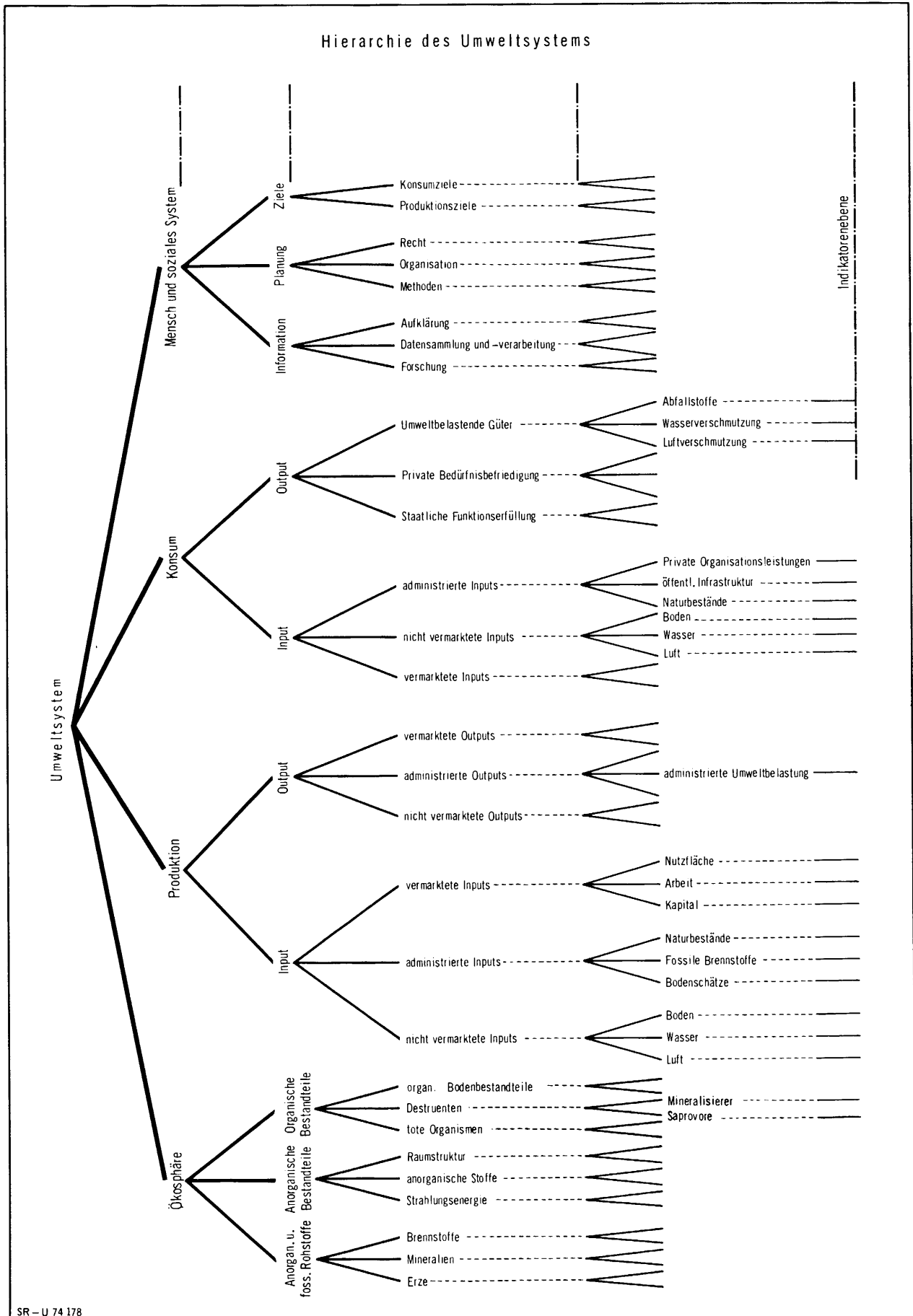
791. Zur Steuerung des Umweltsystems ist es erforderlich, sein Verhalten zu kennen. Informationen über die dynamischen Systemgesetzmäßigkeiten sind Voraussetzung für zielgerichtete Umweltplanung.

Einblick in das dynamische Verhalten gewinnt man, wenn die Beziehungen und Bewegungen zwischen den Teilsystemen untersucht werden.

792. In Abb. 5 sind die grundsätzlichen Realströme eingetragen. Grundlage ist die hierarchische Struktur nach Abb. 4. Gegenüber der traditionellen Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (s. Abb. 3) sind die Subsysteme Ökosphäre und Soziales System einbezogen. Ebenso wie dort ergibt sich ein Kreislauf.

793. Die stärksten Ströme durchlaufen, von der Ökosphäre ausgehend, die Produktions- und Konsumprozesse und flie-

Abb. 4



SR - U 74 178

PRODUKTION

KONSUM

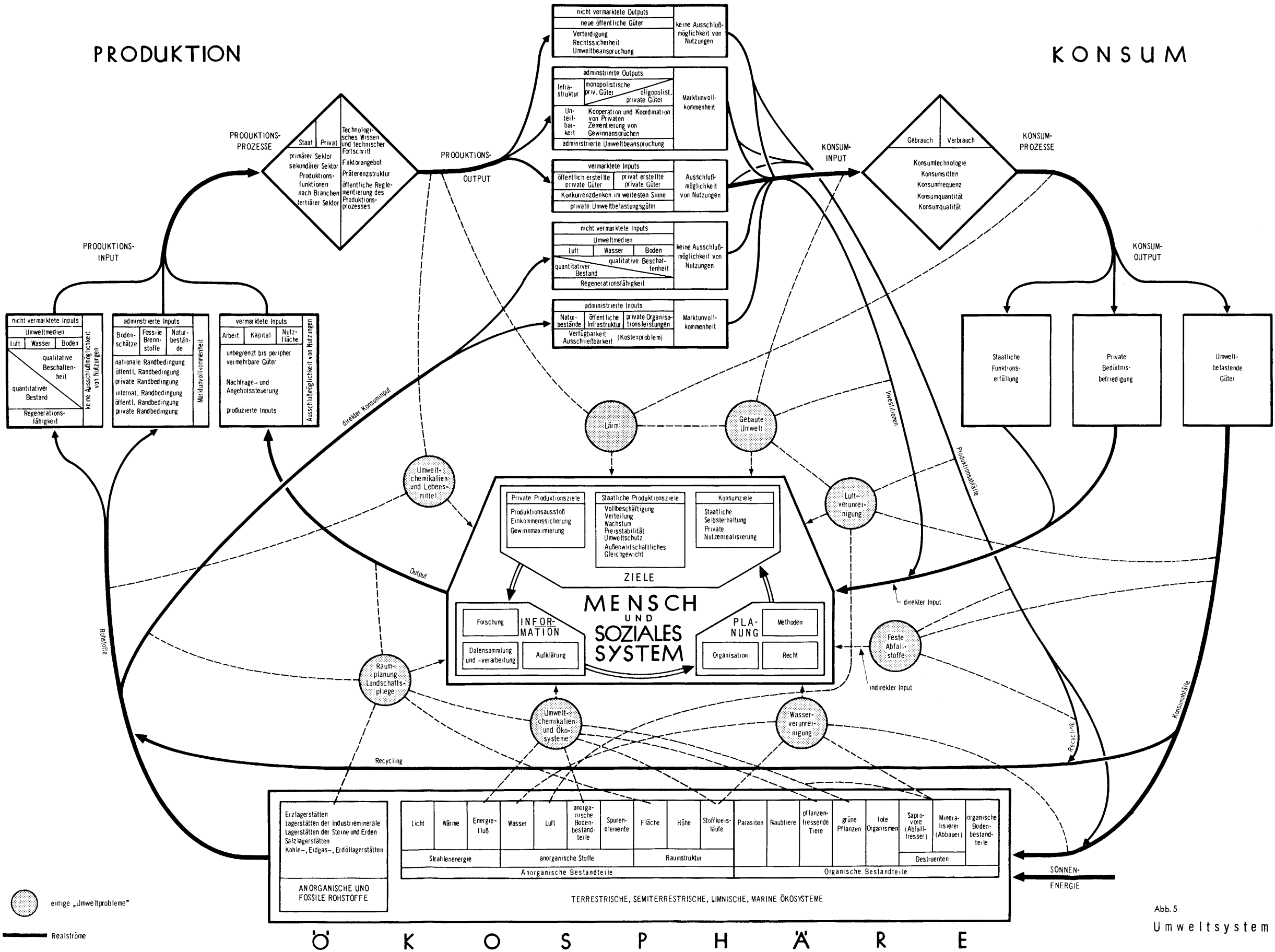


Abb. 5 Umweltsystem

Ben nach vielfältiger Umwandlung in die Ökosphäre zurück, wo nach ihrer Regeneration ein erneuter Kreislauf beginnt, solange Intensität und Art der Stromgrößen nicht über die Assimilationsfähigkeit der betroffenen ökologischen Subsysteme hinausgehen.

Teilströme überspringen den Produktionsprozeß (direkter Konsuminput) oder den Konsumprozeß (Produktionsabfälle) oder auch die Ökosphäre (Recycling). Ein anderer Teilstrom durchläuft lediglich den Produktionsprozeß (Investitionen) und erhöht dann das Realkonto von Mensch und Soziales System.

794. Abgesehen vom Zufluß der Sonnenenergie ist das System geschlossen. Bei einer Regionalisierung des Modells kommen noch Im- und Exportströme hinzu (interregionale Bewegungen der Stromgrößen).

Die Ströme umfassen neben den herkömmlichen Produktionsfaktoren Arbeit, Kapital und Boden auch die Umweltgüter. Bei weiterer Detaillierung der Ströme ist unter Umweltgesichtspunkten eine Unterscheidung nach Stoffen (zur Identifikation der Abfallstoffe, Luft- und Wasserverunreinigungen etc.), Flächen (Verminderung der natürlichen Regenerationsflächen) und indirekten Wirkungen (Lärm, psychologische Aspekte) sinnvoll.

796. Einige Schadstoffaustrittsstellen sind in Abb. 5 angegeben. Sie liegen an sehr verschiedenen Stellen des komplexen Umweltsystems verstreut. Ihre Zusammenfassung und Gliederung in die bekannten Umweltprobleme ist im Schema angedeutet. Durch sie erhält der Mensch Kenntnis von den Schwachstellen des ihn umgebenden globalen Systems.

797. Steuerungsmaßnahmen zielen einmal auf eine generelle Begrenzung der Stromgrößen von und zur Ökosphäre und, damit im Zusammenhang stehend, auf eine Veränderung der Produktions- und Konsumprozesse. Es lassen sich Einflüsse auf Technologien (Anfall unerwünschter Stoffe und Wirkungen) von denen auf die räumliche Standortverteilung menschlicher Aktivitäten (Flächenbedarf) unterscheiden (THOSS, 1972).

Eine Verringerung des Flächenbedarfs für gewerbliche Produktion, Wohnungsbau und Verkehr läßt sich prinzipiell entweder erreichen, wenn man die Aktivitäten und das Wachstum generell drosselt oder wenn die Aktivitäten verdichtet werden.

Auch der Anfall unerwünschter Stoffe läßt sich zunächst durch Drosselung der Wirtschaftsaktivitäten verringern. Vorher wird man hier jedoch durch alternative Technologien das Entstehen von Schadstoffen unterbinden wollen oder deren möglichst unschädliche Beseitigung versuchen.

Zur Steuerung ist das Modell der Realströme mit parallelen Ziel-, Informations- und Instrumentensystemen zu überlagern.

798. Im Modell möchte man die Schadstoffströme auf ihre Ursachen zurückverfolgen und gezielte Eingriffe simulieren. Dazu ist neben quantifizierten Eingabedaten (Zustandswerte der Subsysteme und Stromgrößen) eine Beschreibung des ökonomischen, technischen, ökologischen und sozialen Zusammenhangs mittels formaler Verhaltensgleichungen erforderlich. Zur Zeit setzt Informationsmangel hier noch enge Grenzen.

Einblicke sind aber bereits möglich durch Stoffbilanzen, in denen Herkunft und Verbleib einzelner Stoffe im Kreislauf des Umweltsystems verfolgt wird (s. folgenden Abschnitt). Daraus kann auf ihre Wirkungen und Beeinflussungsmöglichkeiten geschlossen werden.

1.2.3 Stoffbilanzen im Umweltmodell

1.2.3.1 Aufgabenstellung

799. Die Aufgabenstellung von „Stoffbilanzen“ konzentriert sich im wesentlichen auf die

1. Bilanzierung von Stoffen im ökonomischen System (Produktions-Konsumsektor) sowie die
2. Erstellung von Gesamtbilanzen für bestimmte chemische Elemente (z. B. Schwefel).

800. Es liegen bereits empirische Daten zur Bilanzierung einzelner Stoffe vor, wie z. B. für Schwefel (LENHART, 1972, 1973), an denen die grundlegenden Gedanken im folgenden beispielhaft dargestellt werden.

Der Grundgedanke der Bilanzierung von Stoffen im Zusammenhang mit der Umweltbelastung beruht auf dem Massen- und Energieerhaltungssatz. Unter Bilanzierung wird hier eine vergleichende Gegenüberstellung der aus der Natur entnommenen Rohmaterialien mit den daraus entstandenen ökonomischen Produkten einschließlich der in die Umweltmedien „emittierten“ Nebenprodukte verstanden. Mit Stoffbilanzen werden formale Planungsmodelle wesentlich operabler. Letztlich ist die Umwelt die Quelle aller Stoffe und der Energie. Nach ihrer wirtschaftlichen Nutzung verschwinden sie häufig aus dem Bewußtsein der Menschen, jedoch nicht aus der Natur (FREY, 1973). Sie können vielmehr als Nebenprodukte dieser ökonomischen Prozesse möglicherweise in Formen auftreten, in denen sie nicht oder kaum wieder verwendbar bzw. für die Umwelt und die Menschen schädlich sind.

801. Aufbau und Gestaltung der Organisation für die Erstellung und Prüfung von Stoffbilanzen sind insofern schwierig, als sie in den Handlungsbereich der privaten Wirtschaftssubjekte eingreifen können. Zu den möglichen Organisationsformen und damit verbundenen Konsequenzen wurden bislang erst einige grundsätzliche Vorstellungen entwickelt (HÄFELE, 1972).

Die Bilanzierung zwischen den relevanten Rohmaterialien, Produkten und Emissionen erfolgt vornehmlich aufgrund wirtschaftsstatistischer Daten. Die hiermit erstellten Teilbilanzen für einzelne Stoffe innerhalb des ökonomischen Systems sind hinsichtlich ihrer Konzentrationen im ökologischen System (Umweltmedien), zu erweitern; dabei sind die Zusammenhänge des komplexen Umweltsystems zu berücksichtigen (s. Anhang I, 1.2.1 und 1.2.2).

802. Ökonomisch werden hauptsächlich zwei Arten von Eingangsstoffen verwendet, die sich von ihrem Ur-

sprung unterscheiden, nämlich (KNEESE, AYRES & D'ARGE, 1970)

- a) Stoffe, die durch Photosynthese entstanden sind und
- b) Mineralien.

Da außerdem verschiedene Komponenten der Luft (Sauerstoff, Stickstoff, Argon usw.) bzw. Wasser als Eingangsmaterial zusätzlich verwendet werden, müssen sie zur vollständigen Bilanzierung unter die Eingangsstoffe aufgenommen werden.

1.2.3.2 Einzelbeispiel einer Stoff-Bilanz

803. Nach einer Untersuchung für die Bundesrepublik Deutschland (LENHART, 1972) stand im Jahre 1970 ein primäres Schwefelaufkommen von insgesamt rund 4,5 Mill. t für die ökonomische Weiterverarbeitung zur Verfügung. Davon entfielen auf

Brennstoffe	2,9 Mill. t
Erze	1,3 Mill. t
Einfuhren von Schwefel und Schwefelsäure	0,3 Mill. t.

Von diesem Gesamtaufkommen verblieben etwa 60 Prozent des insgesamt umgesetzten Schwefels in gebundener Form in Produkten, während 40 Prozent – d. h. etwa 1,8 Mill. t Schwefel als gasförmige Verbindungen in die Atmosphäre freigesetzt wurden. Diese Schwefelemissionen entstanden zu über 90 Prozent aus Verbrennungsprozessen, woran wiederum die Energiewirtschaft maßgeblich beteiligt war (vgl. Anhang I, 3). Dabei hat sich zwischen 1960 und 1972 der Verbrauch an festen und flüssigen Brennstoffen um nahezu 70 Prozent erhöht. Wegen der zunehmenden Substitution der Kohle und der Abnahme des Schwefelgehaltes im Rohöl hat sich dagegen die Schwefelemission in diesem Zeitraum lediglich um rund 20 Prozent erhöht (s. Anhang II, 3.1 Tabelle 1).

804. Bei den übrigen industriellen Prozessen ist die Schwefelemission trotz Produktionssteigerung von 1960 auf 1970 absolut um nahezu 30 Prozent gefallen. Das ist auf die z. T. erheblich verbesserten Emissionsverhältnisse zurückzuführen, wie aus Tab. 1 ersichtlich ist.

Tabelle 1: Entwicklung der spezifischen Schwefelemission nach einzelnen industriellen Prozessen¹⁾

Emittentengruppe	1960	1970	1972
Schwefelsäurefabriken kg S/t H ₂ SO ₄	8,5	3,3	2,2
Clausanlagen kg S/t S	176	53	48
Aluminiumhütten kg S/t Al	5,5	3,6	3,6
Eisenerzsinteranlagen kg S/t Sinter	4,3	2,2	2,0

¹⁾ Nach LENHART, 1973.

805. Die Abbildung 6 zeigt beispielhaft den Schwefelfluß in einem Ausschnitt des Umweltsystems, dem Energieumwandlungsbereich, für das Jahr 1971. Als Grundlage dienten die Materialflüsse von festen, flüssigen und gasförmigen Brennstoffen nach der Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland 1971, die Ermittlung der Schwefelflüsse erfolgte in Anlehnung an LENHART (1972). Bei der Erstellung des Schwefelflußbildes wurde ein stationärer Fluß

vorausgesetzt, d. h. S-Inventarmengen in den einzelnen Bereichen wurden nicht berücksichtigt.

806. Danach wurden fast $\frac{2}{3}$ des mit den Energieträgern eingebrachten Schwefels in die Atmosphäre emittiert.

1.3 Planungsmodelle

1.3.1 Vorbemerkungen

807. Die einzelnen Fachdisziplinen entwickelten eine Fülle von formalen Partialmodellen für die meisten Detailprobleme des Umweltsystems, z. T. auch speziell für Umweltschutzfragen, wie Selbstreinigungsmodelle von Flüssen, Ausbreitungsmodelle von Luftverunreinigungen (DREYHAUPT, 1971), Qualitätsmodelle für Stadtstraßen, bis zu ganzen Stadtmodellen (BEN-SHAHAR, 1969; FORRESTER, 1969; SAUBERER, 1972).

Besonders bedeutsam für die Umweltplanung sind Modelle, die Fachdisziplinen übergreifen. Darauf beziehen sich die folgenden Ausführungen.

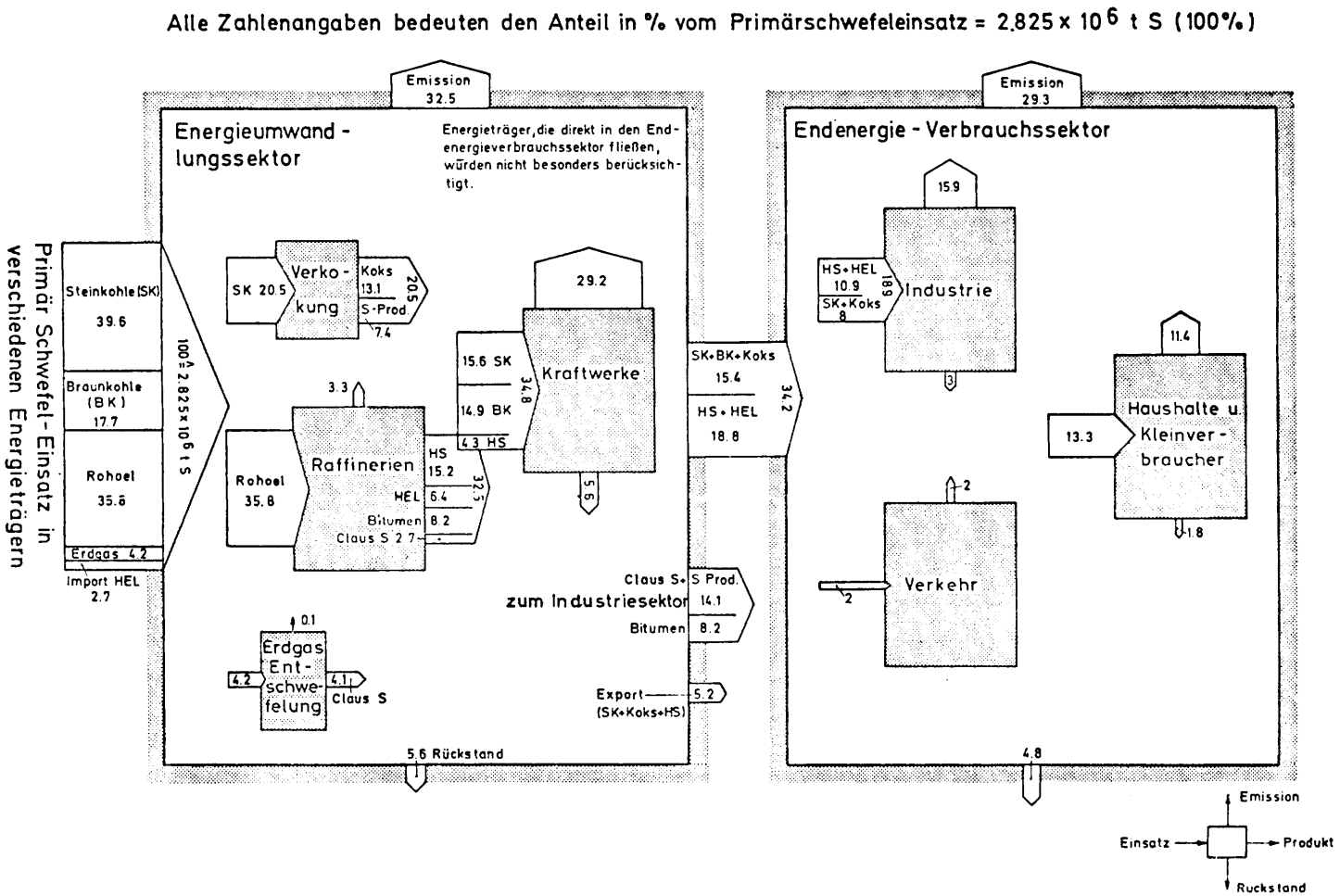
808. Vorweg läßt sich feststellen, daß trotz verschiedener Aktivitäten und Fortschritte die verfügbaren, dem Systemdenken entsprechende Umweltplanungsmodelle z. Z. noch sehr unvollkommen sind.

Durch Computerunterstützung wird ihre Anwendung oft erst ermöglicht und ihre Effektivität vervielfacht. Im gleichen Maße wachsen aber auch die Gefahren der Selbsttäuschung, solange neben den Unvollkommenheiten der Planungsmodelle auch noch viele sozio-ökologische Quantitäten und Relationen unbekannt sind, somit vernachlässigt werden müssen oder nur mit groben Vereinfachungen programmierbar sind.

In der Vergangenheit konnte in anderen Gebieten gelegentlich beobachtet werden, daß ein Vorsprung in der Computertechnik bewirkte, daß die nachträglich entwickelten Planungsverfahren sich der Eigengesetzlichkeit der bereits installierten Datenverarbeitungsanlagen so stark anpaßten, daß darüber der eigentliche Planungsgegenstand vernachlässigt wurde.

809. Das Umwelt-Planungs-Informationssystem (Umplis) der Bundesregierung sucht seine Struktur dadurch flexibel zu halten, daß der Ausgangspunkt beim Erfragen einer Information nicht hierarchisch gegliederte Ober- und Unterbegriffe sind, sondern Fragestellungen und ihre Vernetzungen. Der Kern von Umplis ist ein Schaltmechanismus, der zur Beantwortung einer Fragestellung verschiedene, z. T. bereits in der Bundesrepublik Deutschland vorhandene Fachdatenbanken oder Teile daraus miteinander koppelt. Veränderte Fragestellungen sind also integraler Bestandteil des Konzeptes. Die Probleme und Grenzen liegen in der

Schwefelfluß im Energieumwandlungsbereich 1971
in der Bundesrepublik Deutschland



Komplexität der Organisation und der Gefahr ihrer Selbstständigkeit sowohl bei der technischen Durchbildung des Kerns als auch beim Anschluß der Fachdatenbanken (s. 5.4.3).

In einer späteren Ausbauphase soll Umplis über reine Informationsvermittlung hinaus auch weitergehende, dem Systemdenken entsprechende Entscheidungshilfen leisten. Gedacht ist an systemtechnische Methoden wie Prognoseverfahren, Kosten-Nutzen-Analysen, Nutzwertanalysen, Verfahren des Operations Research, Computersimulationen etc.

810. Die traditionellen Methoden der Systemtechnik sind auf technisch-ökonomische, d. h. auf geschlossene und auf Finalität gerichtete Systeme ausgerichtet. Sie können nicht kritiklos auf offene sozio-ökonomische Systeme übertragen werden. Ihr Reifegrad ist zudem sehr unterschiedlich. Bereits ausgefeilte Verfahren erfassen aus dem Umweltbereich nur Teilaspekte, wie z. B. die Netzplantechnik oder sie erfordern so rigorose Vereinfachungen, daß sie nur bei sehr überschaubaren Fragestellungen eingesetzt werden können, wie z. B. die lineare Optimierung. Sie sind darüber hinaus meist für deterministische Probleme konzipiert. Stochastische Modelle sind für fachübergreifende Probleme noch nicht anwendungsreif.

811. Nichtlineare Optimierungsverfahren wurden bisher nur für technische und ökonomische Spezialprobleme entwickelt. Ihr erheblicher formaler Aufwand macht sie sehr unübersichtlich und erschwert die Kontrolle über die Eingabegrößen, die bei Umweltproblemen ohnehin noch sehr ungenau sind.

1.3.2 Simulations- und Optimierungsmodelle

812. Erste Ansätze zu umfassenden Beschreibungen sozio-ökonomischer Gesamtsituationen (einschließlich des Umweltbereichs) lieferten die Indikatorenmodelle (HUGGER, 1974), die auf dem Konzept der Sozialindikatoren aufbauen (s. Anhang I, 1.1.2). Anhand einer hierarchischen Struktur sucht man die Indikatoren hoch zu aggregieren und erhält so gewissermaßen eine Momentaufnahme des betrachteten Bereichs. Die Probleme derartiger Modelle sind die gleichen wie bei Sozialindikatoren: Fehlende Detaildaten, Gewichtungprobleme, geringe Flexibilität.

813. Der Zusammenhang zwischen Umweltschutz und der Menge produzierter Güter läßt sich mit volkswirtschaftlichen Input-Output-Analysen beschreiben, die gegenüber bisherigen Input-Output-Tabellen um Umweltgüter (Luft, Wasser etc.) oder -leistungen (Luftverschmutzung, Wasserverschmutzung etc.) mit zugehörigen Schattenpreise erweitert sind. Es lassen sich die Änderungen der Verschmutzung nach Umfang und Zusammensetzung berechnen, wenn z. B. die Endnachfrage oder die Produktionstechnologie verändert wird, so daß alternative Nachfragestrukturen oder Produktionsverfahren simuliert werden können. Die Ermittlung der erforderlichen Verschmutzungskoeffizienten in den einzelnen Wirtschaftssektoren bereitet wegen des Datenmangels noch erhebliche Mühe.

Das Zusammenwirken verschiedener Verschmutzungskomponenten in der Natur läßt sich in Input-Output-Analysen nur systemextern berücksichtigen. Sie unterstellen ferner lineare, konstante Beziehungen zwischen Verschmutzung und Produktionsmenge. Diese sind in der Realität oft nicht-linear und verändern sich im Zeitverlauf. Input-Output-Analysen sind daher nur für zeitliche und produktionstechnische Ausschnitte möglich. Im Vergleich zu anderen komplexen Analyseverfahren erlauben sie jedoch bereits verhältnismäßig exakte Untersuchungen (s. Anhang I, 3).

814. Die Konzepte von Stoffbilanzen (s. Anhang I, 1.2.3) und Input-Output-Tabellen integrierte THOSS (1972, 1973) zu einem umfassenden, zusammenhängenden Umweltschutz-Modell, gegliedert in die klassischen Umweltbereiche Abfälle, Abwasser, Abgase etc., die je für sich bearbeitet werden. Bei externer Vorgabe ökologischer Eckwerte sollen die maximal zu produzierenden Gütermengen und die dabei zu verwendenden Produktionsprozesse in einer Region bestimmt werden.

Informationsprobleme sind bei der Beschreibung der Schadstoffströme und ihrer Beeinflussungsmöglichkeiten zu erwarten. Im Modell sollen die Ströme direkt verfolgt werden. Die aus diesem Modell folgenden Steuerungsinstrumente zielen daher stärker als andere Ansätze auf direkte Eingriffe in die Produktions- und Konsumprozesse.

815. Wesentliche Verbesserungen bei der Analyse des Umweltsystems versprechen Verfahren zur Simulation sozio-ökonomischer dynamischer Systeme.

Ihre Entwicklung befindet sich derzeit noch am Anfang. Einen großen Fortschritt brachte das Simulationsverfahren „System Dynamics“ von FORRESTER (1969, 1972), das die Realität als ein hierarchisches System miteinander verknüpfter Regelkreise nachbildet. Damit ist es möglich, die verzweigten Auswirkungen und insbesondere die Rückwirkungen auf die Ausgangslage zu simulieren.

Dem Modellansatz liegt der Gedanke zugrunde, daß sich Veränderungen der historischen Realität auflösen lassen in eine Vielzahl einfacher Kausalzusammenhänge, die sich aus dem Zusammenhang isolieren und später wieder verknüpfen lassen. Während das Gesamtsystem wegen der Vielzahl der voneinander abhängigen Variablen nicht simultan erfaßt werden kann, läßt es sich schrittweise über Einzelkausalzusammenhänge rekonstruieren.

816. Das Prinzip des Verfahrens ist einfach. Vorhandene Schwierigkeiten sind praktischer Natur:

Kausale Zusammenhänge lassen sich nur aus der Analyse historischer Tatbestände aufdecken. Damit besteht die Gefahr, nur historisch bedingte Zusammenhänge in das Modell zu projizieren. Die im Modell abgebildete Realität kann sich nur „systemgerecht“ verändern.

Simulationen können nur mit den Variablen und Systemgrößen durchgeführt werden, die aufgrund der ihnen subjektiv vom Modellkonstrukteur beigemessenen Bedeutung in das Modell aufgenommen sind. Deren Zahl ist aus Gründen der Praktikabilität stets begrenzt und damit unvollständig. Bei sehr umfangreichen Systemen lassen sich empirische Kontrollen schwer durchführen, so daß der Genauigkeitsgrad der Simulation unbekannt bleibt.

817. Ausgelöst durch die MIT-Studie, sind z. Z. Modellentwicklungen zur Simulation zahlreicher sozio-technisch-ökologischer Systeme in Arbeit. Abgeklärte Ergebnisse werden erst in einigen Jahren vorliegen.

818. Die Bewertung und Auswahl von Handlungsalternativen ist einer der wichtigsten Schritte im Planungsprozeß. Bewertungsverfahren, die über traditionelle monetäre Berechnungen hinausgehen, fordert auch das Umweltprogramm der Bundesregierung.

819. Die Kosten-Nutzen-Analyse ökonomischen Ursprungs ist als Entscheidungshilfe bei der Beurteilung komplexer Projektalternativen und zur Vermeidung von Suboptimierungen gedacht. Sie stellt den Kosten eines Projektes die ebenfalls monetär gemessenen Erträge gegenüber. Vernachlässigt werden die nicht monetär meßbaren Werte, was ihren Aussagewert im Umweltbereich sehr einschränkt.

Weiterentwicklungen der Kosten-Nutzen-Analyse versuchen, auch nichtmonetär meßbare Güter mit Hilfe von Opportunitätskosten einzubeziehen. Die Ermittlung von Opportunitätskosten führt auf nichtmonetäre Bewertungen.

1.3.3 Nichtmonetäre Bewertungsmodelle

820. Dem gegenüber der monetären Rechnung erweiterten Ansatz der Umweltplanung entsprechen erweiterte nichtmonetäre Bewertungsmodelle. Zwar werden Nutzwertanalysen u. ä. im Zusammenhang mit größeren Projekten häufig gefordert und auch oft durchgeführt. Die Ergebnisse wirken jedoch vielfach verwirrend oder banal. Auch sind offensichtliche Fehlplanungen mit Hilfe von Nutzwertanalysen bekannt. Ihre Anwendung bedarf beim jetzigen Entwicklungsstand noch kritischer Begleitung. Meist werden die logische Struktur und ihre Implikationen nicht reflektiert, oft auch unter formalem Ballast verdeckt.

821. Konsequenter entspricht dem systemaren Ansatz ein Bewertungsmodell, bei dem gegenüber der Nutzwertanalyse prinzipiell Nutzen und Aufwand getrennt voneinander ermittelt und nichtmonetär gemessen werden. Darauf beziehen sich die folgenden Ausführungen (NEDDENS, 1973). Ein derartiges Verfahren bringt neben theoretischen Vereinfachungen eine Reihe praktischer Vorteile. Ähnliche Verfahren verwendet das amerikanische Kongreßamt für Technology Assessment (BARTOCHA, 1972).

1.3.3.1 Die Struktur

822. Die Struktur folgt der allgemeinen Gliederung komplexer Probleme (s. Abb. 1). Vorausgesetzt wird, daß ein Wert- und ein Informationssystem des Bearbeiters vorhanden ist.

I. Hierarchisches Zielsystem

Ausgang ist ein globales Oberziel. Es wird in mehreren

Stufen in möglichst voneinander unabhängige Teilziele zerlegt (Ziele als unbegrenzte Imperative).

Jedes Teilziel erhält nach den Präferenzen des Entscheidungsträgers ein Gewicht g .

II. Merkmale

Für jedes Ziel auf der untersten Zielebene werden Merkmale aufgesucht, die die materielle und topologische, mengenmäßige Ausprägung des Zielbereiches kennzeichnen (z. B. Längen, Gewichte, verbale Aussagen etc.). Sie werden nach Nutzen- und Aufwandmerkmalen unterschieden, weiterhin nach Variablen v , Konstanten k und Randbedingungen r .

III. Indikatoren

Die Merkmale jedes Zielbereiches werden über eine Funktion f' zu Indikatoren x zusammengefaßt, getrennt für Nutzen und Aufwand:

$$x = f'(v, k, r)$$

IV. Wertfestpunkte

In jedem Zielbereich werden zwei Ausprägungen x_0 der Indikatoren definiert, die für alle Zielbereiche gleiche Werthöhe haben (Wertfestpunkte). Sie sind erforderlich, um in allen Zielbereichen einen gleichen Wertmaßstab zu erhalten, so daß Teilergebnisse logisch richtig addiert werden können.

Als Anhalt können hierfür etwa Vergleichsobjekte dienen, die dem Bearbeiter und erforderlichenfalls auch interpersonell bekannt sind.

V. Nutzen- und Aufwandfunktionen

Es wird in jedem Zielbereich je eine Nutzen- und eine Aufwandfunktion f gebildet (Transformation der Maßeinheit, in der der Indikator gegeben ist, auf eine Nutzen- bzw. Aufwand-Skala) (Abb. 7).

VI. Summierung der Teilerträge und Gütemaße

Das Ergebnis einer Bewertung wird als Summe der gewichteten Erträge aller Zielbereiche angegeben, getrennt nach Nutzen N und Aufwand A :

$$N = \sum_i g_n \cdot f_n(x_n) \quad A = \sum_i g_a \cdot f_a(x_a)$$

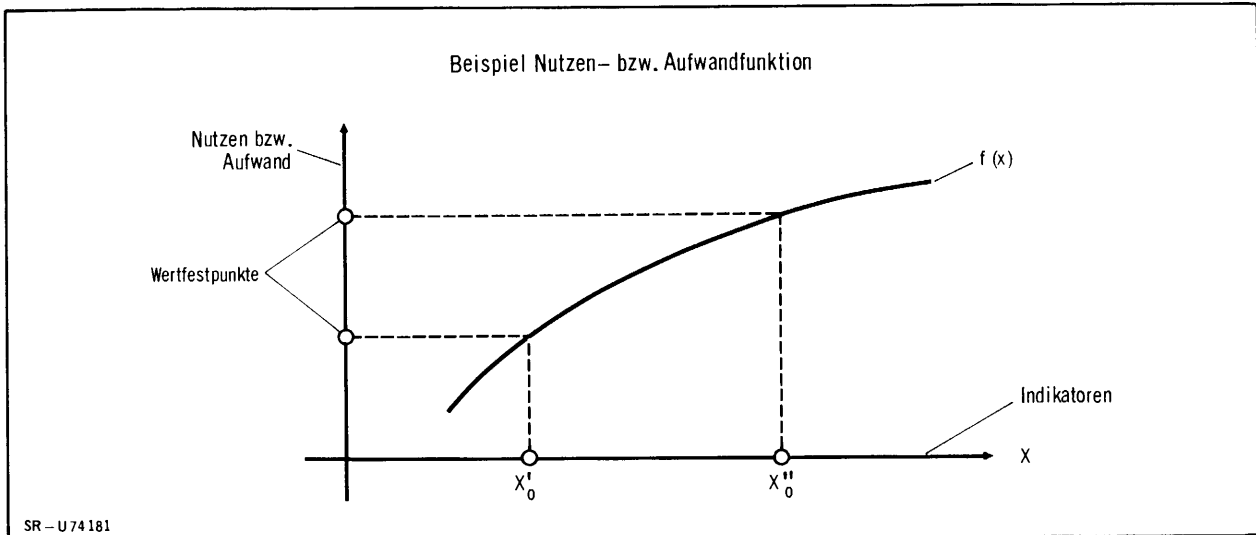
1, 2, ... i ... = Zielbereiche

n, a = Indices für Nutzen bzw. Aufwand

Endgültige Gütemaße G als Handlungsanweisung können auf verschiedenen Zielebenen und ggf. auch für Teile des Gesamtsystems aus der Synthese von Nutzen und Aufwand gebildet werden, z. B. als $G = N/A$, wobei gleichzeitig der Gesamtaufwand explizit angegeben werden muß.

823. Bei praktischer Bearbeitung wird man für jeden Zielbereich zunächst die verschiedenen Ausprägungen der Merkmale bzw. Kennziffern in ungeordneter Reihenfolge

Abb. 7



aufzählen (= Nominalskala). Daraus ist eine Rangfolge zu bilden (= Ordinalskala). Zu den einzelnen Rangplätzen können danach mit statistischen Verfahren Zahlenwerte errechnet werden (= Kardinalskala) (THORGERSON, 1967).

824. Die größte Fehlerquelle bei bisherigen Bewertungsverfahren ist die Gewichtung. Im allgemeinen wird hier grob nach „Bedeutung“ geschätzt, wobei aber ein plausibler Anhalt für die Schätzung fehlt und meist unklar ist, ob die Gewichte nicht statt der „Bedeutung“ die gewünschte „Förderung“ der einzelnen Ziele angeben (KOELLE, 1972).

Betrachtet man Nutzen und Aufwand getrennt, so lassen sich die Gewichte plausibel nach dem Verfahren der „offenbarten Präferenzen“ ermitteln. Danach wird angenommen, daß die relative Bedeutung einer Nutzen-Komponente so groß ist, wie der Entscheidungsträger dafür an Aufwand zu investieren bereit ist. Zur zahlenmäßigen Berechnung der Gewichte kann die Aufwandverteilung bei früheren Projekten als Anhalt dienen.

1.3.3.2 Probleme der Struktur

825. Abstufungen der Objektivität

Im Planungsprozeß lassen sich relativ objektive und mehr oder weniger subjektive Phasen unterscheiden. Dem sollte die Durchsichtigkeit des Bewertungsverfahrens angepaßt sein. Ebenso sollten vor allem die mehr subjektiven Aussagen leicht verändert werden können. Die Wertermittlung in mehreren Stufen berücksichtigt beide Forderungen (siehe Abb. 8).

826. Gegenüberstellung von Nutzen und Aufwand

Die bisher verwendeten nichtmonetären Bewertungsverfahren nehmen keine ausdrücklich getrennte Ermittlung und Gegenüberstellung von Nutzen und Aufwand vor.

827. Es lassen sich zwei Vorgehensweisen unterscheiden:

- I. Aufwandminimierung wird als eines der Ziele neben anderen betrachtet (Aufwand als negativer Nutzen):

$$G = N_1 + N_2 + \dots + (-A) = \sum_i N_i - A$$

Grundsätzlich lassen sich nur gleichartige, voneinander unabhängige Dinge addieren. Geht man davon aus, daß zur Produktion von Nutzen stets Aufwand erforderlich ist, dann sind Nutzen und Aufwand nicht gleichartig und voneinander unabhängig, sondern komplementär zueinander, somit nicht addierbar. Derartige Rechnungen sind also zumindest theoretisch unexakt.

Ferner ist bei der heute möglichen Genauigkeit das Ergebnis $\sum_i N_i - A$ als Differenz von Zahlen gleicher Größenordnung sehr fehlerempfindlich. Außerdem ist zu diesem Ansatz kein plausibler Anhalt für die Gewichtung der Unterziele bekannt.

828.

- II. Es werden nur Nutzen-Ziele im Zielsystem ausdrücklich angegeben:

$$G = N_1 + N_2 + N_3 + \dots$$

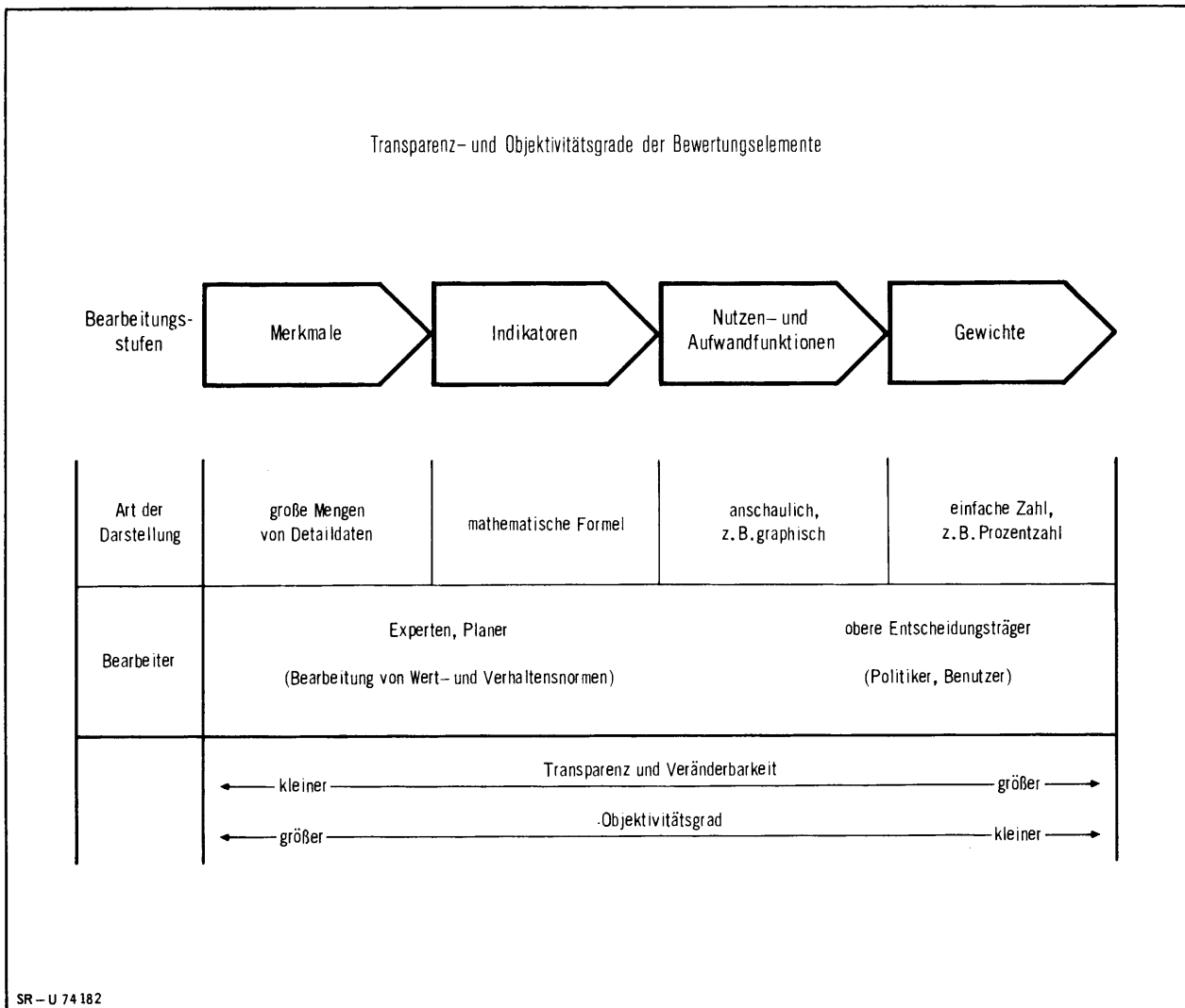
Hierbei ist das Ergebnis dann richtig, wenn

- a) der Aufwand für alle betrachteten Alternativen gleich ist, oder
- b) die Aufwandshöhe gleichgültig ist, oder
- c) in jedem Teilziel, beginnend auf der untersten Zielebene, Nutzen und Aufwand simultan bewertet werden, ohne daß Nutzen und Aufwand getrennt in Erscheinung treten (der Einfluß des verbrauchten Aufwandes ist also im Ergebnis jedes Nutzen-Zieles enthalten).

829. Von praktischer Bedeutung ist simultane Bewertung nach II. c). Die getrennte Bearbeitung von Nutzen und Aufwand hat demgegenüber jedoch eine Reihe praktischer Vorteile:

- Größere Aussagekraft, da man sieht, auf welche Weise die Endgütermaße aus Nutzen und Aufwand zusammengesetzt sind.

Abb. 8



Grundsätzlich sind die beiden Formen $G = N/A$ (Division) und $G = N - A$ (Differenz) diskutabel. Sind N und A nicht getrennt sichtbar, so wäre z. B. bei Benutzung von $G = N/A$ ein einfaches, billiges Objekt nicht von einem luxuriösen, teuren zu unterscheiden. Bei $G = N - A$ würden große Projekte bevorzugt, da der absolute Betrag der Differenz dort größer zu erwarten ist.

- Einfachere Berechnung der End-Gütemaße bei Veränderung der Budgethöhe.
- Bekannte Verfahren können besser verwendet werden, etwa Ergebnisse der sozialwissenschaftlichen Nutzentheorie für den Nutzenbereich und die betriebswirtschaftliche Kostenlehre für den Aufwandbereich.
- Anpassung an funktionale Leistungsbeschreibungen bei Auftragsvergabe.

Die Nutzenfunktionen nach Abb. 7 liefern praktisch die wesentlichen Elemente dazu (und umgekehrt). Die Preisangaben aufgrund einer funktionalen Leistungsbeschreibung sind komplementär dazu die Aufwandfunktionen.

- Leichtere Datenbeschaffung, da z. Z. die vorhandenen Daten für Nutzen und Aufwand unterschiedlich gegliedert sind: Aufwanddaten nach Produzentengruppen, während das Zielsystem im Bewertungsverfahren mit den Nutzenmerkmalen funktional nach den Anforderungen an das Objekt gegliedert ist.
- Bessere Ausnutzung getypter Gütefunktionen.

830. Addition der Teilergebnisse

Im Bewertungsverfahren werden Teilaussagen mit der einfachsten mathematischen Operation, der Addition, zu Gesamtaussagen zusammengefaßt. Dies ist exakt nur dann richtig, wenn die Teilaussagen unabhängig voneinander sind, was sich praktisch nur beschränkt verwirklichen läßt. Erforderlich sind deshalb auch hier Fehluntersuchungen.

Grundsätzlich sind beliebige andere mathematische Formen denkbar, die vielleicht theoretisch exakter, aber sehr rasch unübersichtlich und damit nicht praktikabel sind.

2 UMWELTINDIZES

2.1 Einleitung

831. Spätestens seitdem der Umweltschutz eine anerkannte politische Aufgabe geworden ist, wird die Forderung nach geeigneten Umweltindikatoren erhoben. Wegen der außerordentlichen Komplexität des Umweltsystems ist es bisher nur in bescheidenen Ansätzen gelungen, Umweltindikatoren zu entwickeln. Es soll daher zunächst an Hand der folgenden zwei Fragenkomplexe

- was sollen und was können Umweltindikatoren leisten?
- welche allgemeinen Gesichtspunkte sind bei der Bildung von Umweltindikatoren zu beachten?

versucht werden, darzustellen, welche Erwartungen und Probleme mit Umweltindikatoren verknüpft sind.

2.1.1 Zur Funktion von Umweltindikatoren

832. Umweltindikatoren können zwei miteinander verknüpfte, aber doch unterscheidbare Aufgaben erfüllen:

Umweltindikatoren sollen erstens solche umweltbezogenen Zunahmen oder Einbußen an Wohlergehen kennzeichnen, die durch die volkswirtschaftliche Gesamtrechnung nicht erfaßt werden. In dieser Funktion haben sie die Aufgabe, im Rahmen eines Systems von Sozialindikatoren eine Gruppe zu bilden, die die sozialen Belange auf dem Gebiet der physischen Umwelt zu beurteilen erlaubt (Gesellschaftliche Daten 1973, Abschnitt H, Physische Umwelt).

Umweltindikatoren sollen zweitens ein Hilfsmittel umfassender Umweltpolitik sein, indem sie durch eine leicht verständliche und leicht zu handhabende Objektivierung der komplexen Umweltprobleme einen Beitrag zu folgenden Aufgaben leisten:

- a) Beschreibung des Zustandes der Umwelt
- b) Diagnose bestehender Umweltbelastungen
- c) Prognose von Umweltbelastungen (Trends)
- d) Zielformulierungen für die Umweltqualität
- e) Öffentliche Aufklärung und Kommunikation
- f) Erleichterung der politischen Willensbildung
- g) Test von Umweltschutzstrategien und -einzelplanungen
- h) Erfolgskontrolle für Umweltschutzmaßnahmen

In den folgenden Ausführungen wird das Hauptgewicht auf die zweite Funktion gelegt, in der Umweltindikatoren nicht nur als Informations-, sondern auch als Planungs- und Steuerungsinstrument verstanden werden.

2.1.2 Allgemeine Grundsätze bei der Bildung von Umweltindikatoren

833. Die große Fülle der Umweltsachverhalte macht es

notwendig, sich zunächst auf einige besonders relevante zu beschränken. Einen Überblick über die möglichen Gesichtspunkte findet man z. B. in Environmental Quality, third annual report; einen Vorschlag zur Beschränkung auf zunächst sechs Gebiete (Luftverschmutzung, Wasserdargebot, Wasserverschmutzung, Lärm, Bodennutzung, Umweltchemikalien) enthält eine einschlägige OECD-Studie (OECD, Umweltdirektorium AEU/ENV/72.13).

Die praktische Entwicklung einzelner Indikatoren kann und sollte zeitlich parallel zum Entwurf eines Systems von Indikatoren erfolgen.

834. Umweltindikatoren sollen eine zusammenfassende Beurteilung von Umweltfragen erleichtern, sie müssen daher das Ergebnis eines mehr oder weniger ausgeprägten Konzentrationsprozesses von Umweltdaten sein. Die Auswahl der Primärdaten und die Form ihrer Erfassung bestimmen, welche Fragestellungen sich auf Grund geeigneter Auswertung des Datenmaterials beantworten lassen. Bevor mit der Sammlung von Daten oder dem Entwurf eines Meßplanes begonnen wird, ist daher das Informationsbedürfnis zu spezifizieren; je genauer dies möglich ist, desto effektiver läßt sich die Datengewinnung planen. Zu einer solchen Planung gehören mindestens die Auswahl der Meßgrößen und Meßinstrumente sowie die Wahl der Meßplätze, Meßintervalle und der Auswertungsmethode. Unter weiter Auslegung des Begriffs messen soll dabei als Meßgröße sowohl eine Schadstoffkonzentration als auch ein Wirkungsniveau verstanden werden und unter Meßinstrument ein physikalisch-chemisches Analysengerät ebenso wie ein standardisierter belebter oder unbelebter Akzeptor, ggf. sogar ein ganzes Ökosystem. (Solche standardisierten Akzeptoren werden auch selbst als Material- oder Bio-Indikatoren für die Umweltqualität bezeichnet.) Für den Bereich der Luftverschmutzung werden diese Fragen in der VDI-Richtlinie 2450 (Entwurf) behandelt. In Umweltbereichen, in denen das Informationsbedürfnis sich erst im Lauf des Fortschritts der Erkenntnis wird präzisieren lassen, sollte ein Kompromiß zwischen komplexer Auswertbarkeit und Effizienz bezüglich gängiger Fragestellungen angestrebt werden.

835. Die Basisdaten können die Ergebnisse einer direkten oder indirekten Messung bzw. Bewertung sein. In jedem Fall muß man drei formale Eigenschaften fordern; sie müssen reproduzierbar, verlässlich (valide) und relevant sein. Im übrigen sind die benötigten Daten von sehr unterschiedlicher Natur. Neben Daten, die mit physikalisch-chemischen Verfahren erfaßt werden können (Emission, Transmission und Immission) und daher unmittelbar quantitativ anfallen, werden Daten über biologische, psychologische und ökonomische Wirkungen benötigt, die teils nur qualitativ faßbar sind. Solche qualitativen Daten müssen einem geeigneten und kontrollierbaren Quantifizierungsprozeß unterworfen werden, methodische Grundlagen dafür sind bekannt. Schließlich treten normative Größen auf, die individualpsychologisch, emotional oder soziokulturell geprägt sind. Für solche normativen Daten wäre wenigstens eine Ordnung der Werte anzustreben und offenzulegen.

836. Für die Komponenten eines Satzes von Umweltindi-

katoren gibt es zunächst keine gemeinsame Maßeinheit, welche die gleiche Funktion erfüllen könnte wie das Geld bei den Komponenten des Sozialprodukts. Es muß daher von naturwissenschaftlichen Maßeinheiten ausgegangen werden und kann erst dann über Beobachtung der Wirkungen und Bewertung von Schäden und Risiken eine stufenweise Zusammenfassung erfolgen. Bei der Bewertung von Schäden und Risiken ist im Prinzip weder eine sachliche noch eine zeitliche oder räumliche Beschränkung begründbar. Auf dem Niveau der Schäden und Risiken kann für viele Umweltindikatoren als gemeinsame Meßgrundlage die menschliche Gesundheit dienen, sofern die WHO-Definition zugrunde gelegt wird, da dann neben Gefährdungen auch Belästigungen und Beeinträchtigungen des allgemeinen Wohlbefindens (ästhetische Mängel, Funktionsschwächen) bewertet werden.

837. In vielen Fällen erfolgt im Rahmen der Auswertung der Basisdaten eine mathematisch-statistische Verdichtung. Diese Verdichtung soll so erfolgen, daß sie die unter der jeweiligen Fragestellung relevante Information aus der Fülle der Einzelfakten herauspräpariert. Darüber hinaus kann es zweckmäßig sein, einen Umweltindikator auf eine Vergleichsgröße zu beziehen und danach als dimensionslose Zahl anzugeben. Umweltindikatoren, die durch solche Verdichtung gebildet und infolge eines offenen oder verborgenen Vergleichs als dimensionslose Zahl erscheinen, sollen im folgenden Umweltindizes genannt werden.

838. Umweltindizes sind demnach eine spezielle Ausprägung von Umweltindikatoren, die sich durch besonders leichte Handhabbarkeit und Mitteilbarkeit auszeichnen; ihnen gilt diese Betrachtung. Aus ihren allgemeinen Konstruktionsmerkmalen sieht man, daß bei der Anwendung und Interpretation von Umweltindizes die methodischen Grundlagen sowohl der Beschaffung der Basisdaten als auch der Auswertung und Vergleichsbasis berücksichtigt werden müssen. Die aus den Wirtschafts- und Sozialwissenschaften bekannten methodischen Vorbehalte und Sorgfaltspflichten bei dem Gebrauch von statistischen Ergebnissen und Indizes gelten hier im gleichen Ausmaß. Umgekehrt gibt es keinen zwingenden Grund, warum sorgfältig geplante Umweltindizes für einfache Sachverhalte nicht einen ähnlichen Grad an Zuverlässigkeit erreichen könnten, wie er in der Wirtschaftsstatistik gängig ist. Ob Umweltindizes für die Umweltpolitik den gleichen Rang erreichen wie die ökonomischen Indizes für Fragen der Wirtschaftspolitik, kann freilich nur der Versuch zeigen.

2.2 Typisierung von Umweltindizes

839. Umweltindizes sollen eine vergleichende und quantifizierte Beschreibung des Zustandes der Umwelt ermöglichen. Sie sollen ferner als Hilfsmittel der Steuerung und Regelung der Umweltqualität dienen und eine zusammenfassende Beschreibung der komplexen Umweltverhältnisse erlauben, wie sie für die politische Willensbildung, den Entwurf und die Durchführung von Umweltschutzstrategien sowie die Erfolgskontrolle von Umweltschutzmaßnahmen be-

nötigt werden. Sie sollten daher so beschaffen sein, daß es möglich ist, ganze Umweltbereiche hinsichtlich Gefährdungshäufigkeit und Schadensumfang in ihrer zeitlichen Entwicklung und räumlichen Differenzierung zu beschreiben.

Diese Forderungen können nur dann erfüllt werden, wenn die in die Berechnung eingehenden primären Daten (Messungen oder systematische Schätzungen) bezüglich der Beurteilungszeit und des Beurteilungsraums hinreichend dicht erhoben werden und ferner die absolute und relative Bedeutung einzelner Belastungskomponenten eines Umweltbereiches durch Forschung oder Konvention verbindlich festgelegt werden.

840. Ein Umweltindex muß wie jeder wirtschaftswissenschaftliche Index inhaltlich und formal auf die Fragestellung zugeschnitten sein, zu deren Behandlung er beitragen soll. Dadurch ergibt sich eine große Vielfalt von Indextypen. Um die Übersicht zu erleichtern, wird eine Gliederung nach verschiedenen einander nicht ausschließenden, sondern ergänzenden Unterscheidungsmerkmalen vorgenommen und durch Kommentare und Beispiele erläutert. Dieser Versuch einer Typologie der Umweltindizes verwendet die folgenden fünf Hauptgesichtspunkte:

- Unterscheidung nach der Stellung in der Kausalkette
- Unterscheidung nach dem Zweck der Fragestellung
- Unterscheidung nach Umfang und Inhalt der Aggregation
- Unterscheidung nach der Eigenart der Indexbasis
- Unterscheidung nach der Art der Auswertung.

2.2.1 Unterscheidung nach der Stellung in der Kausalkette

1. a) Emissionsindizes
(Mengen- oder Energieausstoß,
z.B.: SO₂, CO, SE (Wasser), kcal (Wärme))
1. b) Umgebungsindizes
 - α) Transmissionsindizes
(Konzentration, Massenstrom, Energiedichte,
z.B. C_{SO₂}, dB (A))
 - β) Immissionsindizes
(Ausgesetztheit von Akzeptoren,
z.B. Personen einem Lärmpegel)
1. c) Wirkungsindizes
(bewertete Symptomatik, z.B. Forstschäden,
Fischsterben, Morbidität)

841. Die wichtigste Unterscheidung ist durch die Stufen der Kausalkette gegeben. Dabei ist Emission in einem stark verallgemeinerten Sinne zu verstehen und bezeichnet alle stofflichen oder energetischen Produktionen, die aus der Technosphäre in die Biosphäre gelangen, und zwar der Menge nach (also neben SO₂ auch Mineräldünger, Abwärme, Pestizide . . .). Unter Transmission wird die Verteilung und ggf. Umwandlung von Stoffen und Energieformen in der Bio-

sphäre verstanden. Das Ergebnis dieser Vorgänge sind Dichte- und Stromdichtefelder, die erfaßt und durch entsprechende Indizes beschrieben werden können. Die so entstehenden Indizes werden gemeinhin auch als Immissionsindizes bezeichnet, während unter Immission strenggenommen die Aufnahme der Schadstoffe durch Akzeptoren zu verstehen ist. Die Immissionssituation kann angenähert dadurch gekennzeichnet werden, daß Transmissionskenngrößen mit der Zahl der Akzeptoren gewichtet werden. Transmissionsindizes und Immissionsindizes können als Umgebungsindizes zusammengefaßt werden. Unter Wirkung sind schließlich alle Änderungen an Ökosystemen und ihren Elementen sowie am menschlichen Sozial- und Kulturgefüge zu verstehen. Die Frage der Bewertung der Änderungen (Schaden und Risiko) ist mit Indexmethoden allein wohl kaum zu bewältigen und kann hier nicht explizit behandelt, sondern nur im Rahmen der Schwierigkeiten der Aggregation gestreift werden.

2.2.2 Unterscheidung nach dem Zweck

2. a) Beschreibungsindizes (Tatbestandskennzeichnung, z. B. Staubbiederschlag, Kfz-Emissionen, SO₂-Emission)
2. b) Entscheidungsindizes (Maßnahmenbegründung, z. B. Smogwarnung, Entscheidungen der Gewerbeaufsicht)

842. Hier ist die Frage angeschnitten, welchem konkreten Zweck eine Indexberechnung dienen soll. Die Aufgabe eines Beschreibungsindex ist es, übersichtlich festzuhalten, wie die Umweltqualität oder ein umweltrelevanter Sachverhalt war, ggf. auch, eine Trendextrapolation zu ermöglichen. Ein Entscheidungsindex dagegen soll eine konkrete Entscheidung (z. B. des Gesetzgebers oder einer Genehmigungsbehörde) begründen helfen. Indizes der letzteren Art sollten Risiken mit berücksichtigen, sie wären daher so aufzubauen, daß sie Aussagen darüber erlauben, mit welcher Wahrscheinlichkeit die akzeptierbaren Belastungen bzw. die gesetzlichen Vorschriften eingehalten werden. Entscheidungsindizes erfordern eine andere, in der Regel aufwendigere Meßplanung als Beschreibungsindizes. Die mangelnde Unterscheidung dieser beiden Indextypen ist eine der Ursachen dafür, daß die Nützlichkeit von Indexberechnungen zunächst gelegentlich überschätzt wird, um anschließend einer gewissen enttäuschenden Ernüchterung zu weichen. Die klare Fassung der Aufgabe einer Indexberechnung erlaubt den Wert von Umweltindizes als methodische Hilfsmittel richtig einzuschätzen.

2.2.3 Unterscheidung nach Umfang und Inhalt der Aggregation.

3. a) nach der räumlichen Ausdehnung
 - α) lokal oder regional
 - β) national oder global
3. b) nach der zeitlichen Ausdehnung
 - α) kurzfristig (Tag, Woche)
 - β) langfristig (Jahreszeit, Jahr)

3. c) nach dem sachlichen Umfang der berücksichtigten Belastungen
 - α) Einzelindizes (z. B. I_{SO₂}, I_{B_{SB}G₅})
 - β) Gruppenindizes (z. B. I_{Luft}, I_{Wasser})
 - γ) Totalindizes (z. B. EQ-Index der NWF, BELADO)
3. d) nach Verursachergруппen (z. B. Produktion, Konsum, Industrie-Haushalte-Staat)

843. Unter 3 wird die auch aus der Wirtschaftsstatistik geläufige Problematik der Aggregation systematisiert. In räumlicher Hinsicht geht es dabei besonders um den Vergleich zwischen verschiedenen Städten und Ballungsräumen, Ballungsräumen und offener Landschaft, Staaten und geographischen Großräumen. In zeitlicher Hinsicht ist neben dem langfristigen Trend der jahreszeitliche, wöchentliche und tägliche Rhythmus und seine regionale Verschiedenheit wichtig. In sachlicher Hinsicht ist zu unterscheiden zwischen Indizes, die eine einzelne Belastungskomponente zu erfassen suchen (Einzelindizes), und solchen, die mehrere Belastungskomponenten zusammenfassen. Bei aller Problematik einer solchen Zusammenfassung (Informationsverlust, angemessene Bewertung der Komponenten, fahrlässiger oder vorsätzlicher Mißbrauch mittels Simplifikation) sind solche Gruppenindizes für einige der oben genannten Aufgaben unerlässlich (siehe 2.1.1, g und h), für alle anderen sehr nützlich. Wirtschaftliche Substitutionsvorhaben zur Umweltentlastung können nur mit Gruppenindizes darauf geprüft werden, ob sie einen wirklichen Erfolg oder nur eine Verschiebung versprechen. Bei der Bildung von Gruppenindizes muß darüber entschieden werden, ob nur ein Mittelwert der Einzelindizes gesucht werden oder ob ein Maß für die Schädlichkeit der Gesamtbelastung gefunden werden soll. Entscheidet man sich für letzteres, so muß ferner entschieden werden, ob synergistische Effekte berücksichtigt werden sollen oder nicht. Die Formel für einen Gruppenindex muß sehr sorgfältig erwogen werden, damit eine angemessene Berücksichtigung der einzelnen Komponenten erreicht wird; die einfache Annahme, die Gesamtbelastung als Summe der Einzelindizes anzusehen, ist im allgemeinen nicht durch Erkenntnisse über die Wirkung gerechtfertigt, sondern ist nur der einfachste formale Ausdruck für die Vermutung, daß die Gesamtbelastung monoton wachsend in allen Einzelindizes sei. Als allgemeine, aber nahezu triviale Forderung gilt, daß ein Gruppenindex nur gegen Null gehen darf, wenn alle Einzelindizes gegen Null gehen.

Auch die Bildung eines Totalindex, der die gesamte Umweltqualität durch eine Kennzahl beschreiben soll, wird gelegentlich durchgeführt. Dazu wird in Anlehnung an die Verfahren der Nutzwertanalyse einer ausgewählten Anzahl von Umweltbereichen festes Gewicht zugeordnet, der Zustand der einzelnen Umweltbereiche durch Gruppenindizes gekennzeichnet und eine geeignete Mittelung vorgenommen. Ein Index dieses Typs wird z. B. unter der Bezeichnung Environmental Quality (EQ) Index von der National Wildlife Federation regelmäßig publiziert. Ein anderer Totalindex bildet ein Element des Belastungsmodells Dortmund (BELADO).

2.2.4 Unterscheidung nach der Eigenart der Indexbasis

4. a) wirkungsbezogene Basis
 - α) umfassende Wirkungskennnisse (z.B. MIK-Werte)
 - β) begründete Vermutungen, Hypothesen (z.B. vorläufige Richtwerte)
4. b) normative Basis
 - α) gesetzliche Standards (z.B. Benzin-Blei-Gesetz, T.A. Luft)
 - β) wissenschaftliche und technische Konventionen (z.B. DIN-Normen, VDI-Richtlinien, ISO-Regeln)
4. c) empirische Basis
 - α) Zustand ausgewählter Ballungsräume (z.B. Essen 1970)
 - β) Zustand naturnaher Ökosysteme (z.B. natürliche Konzentrationen)

844. Indexberechnungen bedürfen stets einer Basis; sie muß durch Konvention festgelegt werden. Die Grundlage der Konvention kann jedoch unterschiedlicher Art sein, sie wird am besten nach ihrem Informationsgehalt unterschieden. Optimal wäre eine Basis aufgrund umfassender Wirkungsinformation, sie würde insbesondere erlauben, verschiedene Schadstoffe nebeneinander zutreffend zusammenzufassen. Wegen der Komplexität von Synergismen, Langzeitwirkungen und Metabolismen ist dies gegenwärtig erst in den wenigsten Fällen möglich. In vielen Fällen ist jedoch eine teilweise Wirkungskennntnis vorhanden, die zusammen mit Hypothesen über den Wirkungsmechanismus und Analogieschlüssen aus ähnlichen Belastungen die Bildung von vorläufigen Richtwerten möglich und nötig erscheinen läßt. Diese Richtwerte können als Basis dienen. Gesetzliche Standards werden unter Berücksichtigung des jeweils vorhandenen Kenntnisstandes und der Realisierungsmöglichkeiten festgelegt. Ihnen gehen häufig nach den gleichen Kriterien entworfene Konventionen von Fachgremien voraus. Ein Index auf einer solchen normativen Basis sagt aus, in welchem Ausmaß gesetzliche oder fachliche Normen erfüllt bzw. verletzt sind. Neben dem sehr wesentlichen Vorteil des unmittelbaren Bezuges auf geltende Regelungen als gesellschaftliche Zielkompromisse hat dieser Typ als Basis zwei Schwächen. Der Index macht bei jeder Revision der Standards einen Sprung, dem keine objektive Änderung der Umweltqualität entspricht; ferner ist mit dem zugrunde liegenden Standard keine unmittelbare Anschaulichkeit für die Öffentlichkeit verbunden.

Diese beiden Nachteile lassen sich beheben, wenn man eine empirische Basis wählt. Als empirische Basis für Luftbelastung käme etwa die mittlere Belastung einer oder einiger gut vermessener Regionen in einem ausgewählten Jahr in Frage, für die Gewässerbelastung ein geeignetes Flußbeken, für den Verkehrslärm ein Bündel bekannter Großstadtstraßen. Eine Schwäche dieser Form von empirischer Basis ist es, daß sie gar nicht mehr auf die Wirkungsverhältnisse eingeht und auch nicht darüber Auskunft gibt, wo der Indexwert 1 in der qualitativen Skala

„ausgezeichnet, gut, annehmbar, schlecht, gefährlich“

einzuordnen ist. Hier könnte eine ökologische Basis, welche

einen Satz von Reaktionsschwellenwerten oder von Kennwerten naturnaher Ökosysteme als Fixpunkte verwendet, eine Verknüpfung von empirischer und wirkungsbezogener Basis eröffnen. Für Naturschutzgebiete und globale Untersuchungen sind nur Indizes dieser Art geeignet.

2.2.5 Unterscheidung nach der Art der Auswertung

5. a) elementare Methoden der Auswertung
 - α) Mittelwertindizes
 - β) Maximalwertindizes
 - γ) Überschreitungsindizes
5. b) Auswertung unter Verwendung statistischer Methoden
 - α) Indizes mit Berücksichtigung statistischer Toleranzen
 - β) Indizes auf der Basis von Perzentilen
 - γ) Indizes mittels anderer statistischer Kenngrößen

845. Zur zusammenfassenden Beschreibung von gleichartigen Einzeldaten hat die elementare Statistik zwei Gruppen von Maßen entwickelt, und zwar Lokalisationsmaße (arithmetisches Mittel, Zentralwert, häufigster Wert) und Dispersionsmaße (mittlere quadratische Abweichung, mittlerer Abstand, Quartilabstand). Diese Maße sowie ihre Verallgemeinerungen, z. B. Funktionalmittelwerte und verallgemeinerte Standardabweichungen (HUBER, 1967), können allein aus den Einzeldaten berechnet werden und eignen sich als Beschreibungsindizes. Unterstellt man, daß die Einzeldaten Realisationen einer zugrunde liegenden statistischen Gesamtheit sind (was noch nicht bedeutet, daß die Verteilungsfunktion bekannt sei), können mit statistischen Methoden Toleranzen für Mittelwerte und Perzentilwerte bestimmt werden. Indizes, welche neben den durch Messung gefundenen Werten auch das zugehörige Mutungsintervall für den wahren Wert, bezogen auf eine vorgegebene Irrtumswahrscheinlichkeit, enthalten, sind als Entscheidungsindizes besonders geeignet. Die jeweilige Fragestellung kann daher bei der Bildung von Umweltindizes auch auf die Wahl der mathematischen Formel Einfluß haben. Die Wahl der Formel kann auch wirkungsbezogen sein. Für die Erfassung langfristiger Belastungen oder chronischer Schäden wird ein Mittelwertindex, für die Erfassung kurzfristiger Gefahren oder akuter Schäden ein Maximalwertindex oder seltenes Perzentil geeigneter sein (hierzu siehe auch den Entwurf zur Neufassung der TA-Luft vom 8. 2. 1974).

Die später behandelten Umgebungsindizes sind überwiegend als Beschreibungsindizes geeignet, da sie aus Gründen der Einfachheit ohne Toleranzen gebildet sind. In dieser Form sind sie auch besser geeignet, auf ein ganzes Land angewendet zu werden, als die komplizierteren Entscheidungsindizes, die vorwiegend zur Lösung konkreter Einzelfragen beitragen sollen.

846. Ein konkreter Index hat mindestens eine spezifische Eigenschaft aus allen fünf Gruppen und kann durch die Zugehörigkeit zu den jeweiligen Untergruppen weitgehend gekennzeichnet werden. Beispielsweise ist der Mitre Air Quality Index (MAQI) ein Transmissionsindex für die

kleinräumige jährliche Beschreibung des Bereichs Luft auf normativer Basis (US secondary standards) mittels maximaler Einzelwerte. Ordnet man in diesem Sinne den im 3. Jahresbericht des US Council on Environmental Quality vorgestellten Luftqualitätsindizes ihre entsprechenden Kürzel zu, so erhält man:

- MAQI (Mitre Air Quality Index)
 $\triangle \{1b\alpha; 2a; 3a\alpha, 3b\beta, 3c\beta; 4b\alpha; 5a\beta\}$
 EVI (Extreme Value Index)
 $\triangle \{1b\alpha; 2a; 3a\alpha, 3b\beta, 3c\beta; 4b\alpha; 5a\gamma\}$
 ORAQI (Oak Ridge Air Quality Index)
 $\triangle \{1b\alpha; 2a; 3a\alpha, 3b\beta, 3c\beta; 4b\alpha; 5a\alpha\}$

Die Übereinstimmung in den ersten 4 Gruppen hängt damit zusammen, daß die Indizes für eine sehr ähnliche Aufgabe konzipiert sind.

2.3 Emissionsindizes

847. Für die Berechnung von Emissionsindizes und ihre raumzeitliche Differenzierung liefern die Emissionskataster und ihre Fortschreibung sowie die allgemeinen Produktionsstatistiken das Ausgangsmaterial. Die Emissionskataster erlauben ferner eine Aufteilung nach Emittenten und Emissionsbedingungen. Einfache Emissionsmeßzahlen vom Typ E(n)/E(o) liefern jedoch noch wenig Information für einen planvollen Umweltschutz. Dies ändert sich, wenn es gelingt, eine Analyse der zur Emission beitragenden Ursachenkomplexe vorzunehmen. Eine derartige Analyse weist auf die unterschiedlichen Ansatzpunkte für Reduktionsstrategien hin und erleichtert deren optimale Auslegung sowie die Prognose über ihre Kosten und Wirksamkeit. Eine wirksamere Methode ist die Zerlegung von Emissionsmeßzahlen in folgende vier Faktoren

- Produktionsvolumen (Aktivitätsniveau)
- Faktor-Produktivität (Effektivität, Wirkungsgrad, Einsparungen)
- Faktor-Substitution (Rohstoffwechsel, neue Technologie)
- spezielle Rückhaltetechnologie (Klassischer Umweltschutz)

Für SO₂-Emissionen läßt sich eine solche Zerlegung unter Verwendung von Daten aus der einschlägigen Literatur durchführen.

Die vier Faktoren sind in diesem konkreten Fall

- Volumen der SO₂ emittierenden Wirtschaftstätigkeit
- spezifischer Brennstoff- bzw. Energieeinsatz
- Schwefelgehalt der eingesetzten Brennstoffe
- Emissionsminderung durch Einbindung und Rückhaltung

Für eine ähnliche Analyse würden sich bei ausreichender Datenlage auch andere Emissionen eignen, z. B. CO, Mineraldünger, Energieverbrauch, Schalleistung.

Eine Aufteilung der Emissionen einzelner Schadstoffe auf die verschiedenen verursachenden Wirtschaftstätigkeiten (Verursachergruppen) erfordert eine andere Methode, die in Anhang I, Teil 3 vorgestellt wird.

848. Anhand der Daten bei LENHART, 1972 und 1973 werden die SO₂-Emissionen von vier Industrien (Ziege-

leien, Zementwerken, Kalkwerken und Glashütten) verwendet, um ein Beispiel für die Zerlegung des Emissionsindex zu geben. Für die Auswahl dieser Industrien war nicht ihr Anteil an der Emission (1960 etwa 3%, 1972 etwa 1,5%) entscheidend, sondern die Möglichkeit, die verschiedenen Einflußfaktoren sichtbar zu machen. Die Produktion dieser Industrien kann als weitgehend homogen angesehen werden, daher kann die reale Entwicklung der Produktion aus dem Verhältnis der Produktionsmengen abgeleitet werden. In allen vier Industriezweigen wurden im Laufe der behandelten Periode erhebliche wärmewirtschaftliche Fortschritte gemacht, so daß der Energieaufwand je Produkteinheit zurückging. Zugleich veränderte sich die Struktur der eingesetzten Brennstoffe, ausgehend von Kohle und Koks, in Richtung auf schweres Heizöl; in den letzten Jahren spielt auch Erdgas eine wachsende Rolle. In den genannten Industrien findet ferner eine durch den Prozeß bedingte Einbindung eines Teils des im Brennstoff enthaltenen Schwefels statt, so daß nicht der ganze Schwefel emittiert wird. Diese Einbindung des Schwefels dient im Beispiel als Analogon für spezielle Rückhaltetechniken des Umweltschutzes.

Die Berechnung der Indizes wurde so vorgenommen, daß für die Periode von 1960 bis 1972 in Abständen von zwei Jahren Produktion P , Energieverbrauch E , Schwefelgehalt der Brennstoffe S und, mittels des mittleren Rückhaltgrades r , die Masse des emittierten Schwefels m nach den Daten von Lenhart bestimmt wurden. Die emittierte Masse m_i hängt mit der Produktionsmenge P_i , dem spezifischen Energieverbrauch $e_i = E_i/P_i$, dem mittleren Schwefelgehalt der Energieträger $\sigma_i = S_i/E_i$ und dem Freisetzungsfaktor f_i wie folgt zusammen:

$$m_i = (1 - r_i) S_i = f_i S_i = f_i \cdot \sigma_i \cdot e_i \cdot P_i$$

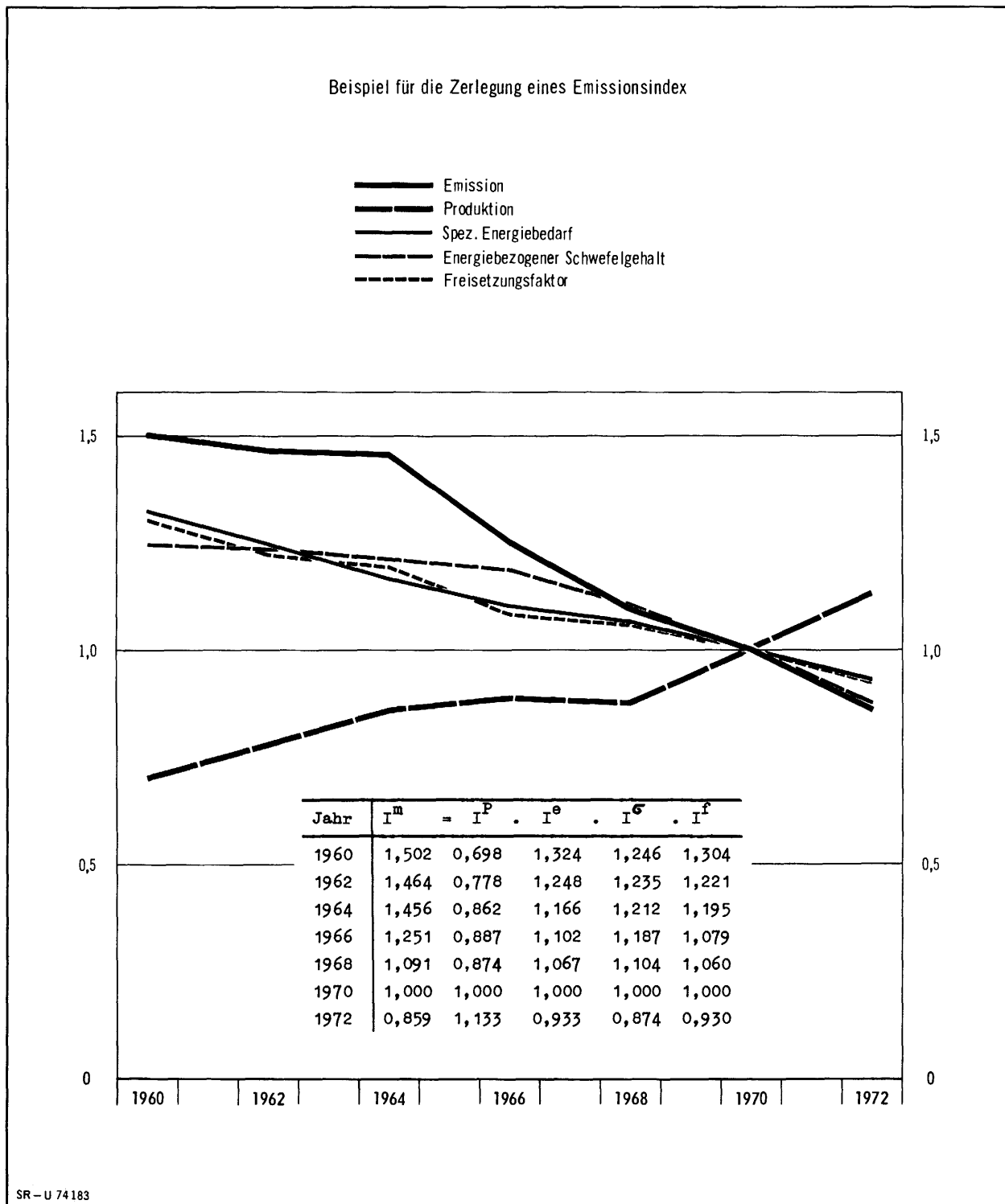
Unter Verwendung der m_i als Gewichte und von vier Meßzahlenreihen mit Basis 1970 für die Produktion P , den Energieverbrauch E , die energiespezifische Emission m/E und den Freisetzungsfaktor f wurden Indizes für die Einflußgrößen Produktion, spezifischer Energieverbrauch, energiebezogener Schwefelgehalt und Freisetzungsfaktor berechnet, deren Produkt das Verhältnis $\sum m_i(t) / \sum m_i(o)$ darstellt. Die Berechnung verwendet eine noch nicht veröffentlichte Methode, die sich an das Verfahren der Fisherschen Indizes anlehnt. Das Ergebnis der Rechnung ist in der beigefügten Abbildung graphisch und numerisch nach der Formel wiedergegeben:

$$I^m = I^P \cdot I^e \cdot I^\sigma \cdot I^f$$

In dem Beispiel nehmen die Emissionen trotz steigender Produktion ab, da die anderen drei Faktoren alle abnehmen. Das Konjunktural von 1966–68 kommt im emissionsbezogenen Produktionsindex klar zum Ausdruck; der Abfall des spezifischen Energiebedarfs verläuft relativ stetig. Der Abfall des energiespezifischen Schwefelgehalts entspricht dem Einsatz von schwefelärmerem Heizöl und dem Übergang auf Erdgas. Der Abfall des Freisetzungsfaktors hängt mit Umstellungen in der Zementindustrie zusammen.

Der Abnahme des spezifischen Energiebedarfs und des mittleren Schwefelgehalts sind – insbesondere, wenn alle energieerzeugenden Verbrennungsprozesse betrachtet werden – auf die Dauer Grenzen gesetzt. Langfristig kann daher nur mittels des Index des Freisetzungsfaktors I^f , d. h. durch Rückhaltetechnologie, erreicht werden, daß die Emissionen auch bei steigender Produktion nicht anwachsen.

Abb. 1



849. Produktion und Konsum führen zu einer wachsenden Anzahl sehr unterschiedlicher Emissionen, daher genügt es auf die Dauer nicht, einzelne Komponenten zu reduzieren. Es muß vielmehr die Gesamtheit der Emissionen überwacht und beschränkt werden. Dies erfordert als ersten Schritt Emissionsindizes für einzelne Wirtschaftsgruppen, die jeweils die wichtigsten charakteristischen Emissionen dieser Gruppe (Emissionskorb) erfassen. Die Gewichtung sollte

nach der Schädlichkeit und der Risikoträchtigkeit erfolgen und muß zunächst durch Konvention festgelegt werden. Solche Gruppenindizes können zur Überprüfung der Umweltverträglichkeit von technologischen Neuerungen verwendet werden; bezieht man sie auf die Wertschöpfung des betreffenden Wirtschaftsbereiches, so erhält man eine Kennzahl für die Emissionsintensität.

2.4 Umgebungsindizes

850. Unter der Bezeichnung Umgebungsindizes werden Transmissionsindizes und Immissionsindizes zusammengefaßt, weil sie so ähnlich sind, daß sie gelegentlich sogar nicht unterschieden werden (siehe oben). Als Ursprungsdaten kommen Schadstoffkonzentrationen bzw. -dichten, Schadstoffraten, Schadstoffstromdichten sowie Energiedichten und Energiestromdichten in Frage. Die folgenden Ausführungen beziehen sich der Einfachheit halber auf luftverunreinigende Stoffe unter Vernachlässigung der Stromgrößen. Die Überlegungen und Methoden sind zwar prinzipiell auf Umweltbelastungen in anderen Bereichen übertragbar, dies kann jedoch nur in nichttrivialer Weise geschehen.

2.4.1 Einzelindizes für eine Meßstelle

851. Die einfachste Form eines Transmissionsindex bezieht sich auf einen einzelnen Stoff und auf eine Meßstelle. Dazu wird der Quotient der gemessenen Konzentration c_i bzw. Dichte q_i oder Rate r_i des Stoffes i und einer zugehörigen konventionellen Bezugsgröße c_i^0 , q_i^0 , r_i^0 für diesen Stoff gebildet; die so entstehende dimensionslose Zahl soll Belastungsziffer x_i heißen

$$x_i = \frac{c_i}{c_i^0}, \quad x_i = \frac{q_i}{q_i^0}, \quad x_i = \frac{r_i}{r_i^0}$$

Aus den kontinuierlichen oder diskontinuierlichen Messungen während einer festgelegten Periode der Dauer T ergeben sich zeitliche Mittelwerte der Belastungsziffer über eine vereinbarte Grundperiode der Länge τ . Diese Mittelwerte seien

$$x_i(n) \quad n = 1, \dots, N \text{ mit } N\tau \leq T$$

Aus diesen Mittelwerten lassen sich verschiedene statistische Maße als Indizes bilden, von denen die folgenden wegen ihrer Einfachheit, gelegentlichen Verwendung oder spezieller Eigenschaften angeführt werden.

Als Mittelwertindex

$$\text{das arithmetische Mittel } \bar{I}_i = \bar{x}_i = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N x_i(n)$$

$$\text{das quadratische Mittel } \hat{I}_i = (\overline{x_i^2})^{1/2} = \left(\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N x_i^2(n) \right)^{1/2}$$

Als Maximalwertindex

$$\text{das absolute Maximum } I_i^M = \max_{n \in (1, \dots, N)} x_i(n)$$

$$\text{der mittlere Maximalwert } I_i^P = \frac{1}{N'} \sum x_i(n)$$

für x_i größer als
das Perzentil x_p
mit $N' \leq (1-p)N$

Als Überschreitungsindex

$$\text{die arithmetische Überschreitungsintensität } I_i^E = \sum_{n=1}^N D(x_i) x_i(n)$$

$$\text{die quadratische Überschreitungsintensität } \hat{I}_i^E = \left(\sum_{n=1}^N D(x_i) x_i^2(n) \right)^{1/2}$$

$$D(x) = \begin{cases} 1 & \text{für } x \geq 1 \\ 0 & \text{für } x < 1 \end{cases}$$

852. Zu den genannten Indexformeln sind einige Anmerkungen zweckmäßig. Wenn das arithmetische Mittel benutzt wird, sollte die Bezugsgröße (Standard) sich auf die Langzeitwirkung bzw. auf die Periode T der Mittelwertbildung beziehen. Das quadratische Mittel berücksichtigt große und damit mutmaßlich besonders schädliche Konzentrationen stärker als kleine, es kann auch als obere Schranke für Funktionalmittelwerte mit Schadensfunktionen vom Typ $s(x) = x + a x^2$ angesehen werden. Darüber hinaus ist diese Form wegen ihrer speziellen mathematischen Struktur starker Verallgemeinerung fähig.

Das absolute Maximum ist eine wenig geeignete Größe. Es sollte nur benutzt werden, wenn die Bezugsgröße sich auf eine Zeitspanne bezieht, die kurz ist gegenüber der Beobachtungszeit. Diese Form wurde teilweise für die Einzelindizes gewählt, die dem MAQI zugrunde gelegt wurden. Der mittlere Maximalwert ist eine Größe, die bisher hauptsächlich bei der Beurteilung von Lärmsituationen verwendet wird (siehe aber auch den Entwurf zur neuen TA-Luft), er ist nur dann eindeutig erklärt, wenn man festlegt, was als seltenes Ereignis gelten soll. Diese Festlegung geschieht durch die Wahl des Perzentils ($p = 0,90$ oder $p = 0,95$).

Die beiden Formen der Überschreitungsintensität messen die Relevanz desjenigen Teils der Belastungsverteilung, der die Bezugsgröße übertrifft. Werden als Bezugsgröße gesetzliche Standards gewählt, beschreibt diese Form die Intensität der Verletzung des Standards. Die n Meßperioden der Länge τ sollten die Mitteilungsdauer T ganz ausfüllen ($N\tau = T$). Dem US EVI liegen als Einzelindizes arithmetische Überschreitungsintensitäten zugrunde.

853. Soll aus den Meßwerten $x_i(n)$ ein Immissionsindex gebildet werden, so ist zunächst zu entscheiden, auf welchen Akzeptor oder auf welche Klasse von Akzeptoren er sich beziehen soll. Soll sich der Immissionsindex auf alle Akzeptoren einer gewissen Umgebung der Meßstelle beziehen, ist die Nutzungsweise dieser Umgebung zu berücksichtigen. Schon für einen einzelnen Akzeptortyp (z. B. eine Pflanzenart) ist die Immission nicht einfach proportional zu Transmissionsgrößen, sondern von verschiedenen weiteren Umgebungsbedingungen (z. B. Witterung, speziell Jahreszeit, Sonneneinstrahlung und Feuchtigkeit) abhängig.

854. Will man versuchen, durch eine Folge von jährlichen Transmissionsindizes die Wirksamkeit von Umweltschutzmaßnahmen zu beurteilen, so muß man berücksichtigen, daß die gemessenen Belastungsziffern vom individuellen Witterungsverlauf der einzelnen Jahre abhängen. Werden zugleich mit den Transmissionsgrößen die relevanten meteorologischen Parameter gemessen und ist aufgrund lang-

fristiger meteorologischer Beobachtungen ein meteorologisches Normaljahr konstruierbar, so lassen sich im Prinzip Indizes berechnen, die auf dieses Normaljahr reduziert sind. Eine Folge solcher witterungsbereinigter Transmissionsindizes gibt am ehesten einen Eindruck von der Entwicklung der Umweltbelastungen.

2.4.2 Einzelindizes für ein Gebiet

855. Will man die Belastungssituation eines Gebiets für einen Schadstoff beschreiben, so muß man die Meßergebnisse mehrerer räumlich geeignet angeordneter Meßstellen j berücksichtigen. Zahl und Lage der Meßstellen müssen im Meßplan unter Berücksichtigung der Fragestellung und ggf. der Inhomogenität der Belastung und der Nutzung des Gebiets festgelegt werden. Für einen Transmissionsindex genügt es, die Gewichte als Anteile der repräsentierten Fläche an der Fläche der Region zu bilden, und es folgt

$$I_{i \text{ Geb}} = \sum_j g_j^F I_i(j); \quad I_i \triangleq \bar{I}_i, I_i^F$$

$$\hat{I}_{i \text{ Geb}} = \left(\sum_j g_j^F \hat{I}_i^2(j) \right)^{1/2}; \quad \hat{I}_i \triangleq \hat{I}_i, \hat{I}_i^F$$

Für die Bildung eines Immissionsindex aus den Meßwerten der Meßstellen j sind die obigen Ausführungen zu berücksichtigen. Ein erster Schritt in diese Richtung kann durch die Wahl einer geeigneten Gewichtung erfolgen. Diese Gewichtung kann wie folgt vorgenommen werden. Die Akzeptoren werden in die fünf Einwirkungsgruppen: Menschen, Tiere, Pflanzen, Sachgüter, Ökologisches System unterteilt. Für jeden Schadstoff i wird ein Satz von fünf Zahlen $\alpha_i^{(1)}, \alpha_i^{(2)}, \alpha_i^{(3)}, \alpha_i^{(4)}, \alpha_i^{(5)}$ zwischen Null und Eins festgelegt, deren Summe Eins ist und deren relative Größe widerspiegelt, welche relative Bedeutung die fünf obigen Akzeptorgruppen bei der Festlegung der MIK-Werte für diesen Stoff eingenommen haben. Sodann wird festgelegt, welche Anteile der in dem Gebiet insgesamt vorhandenen Akzeptoren der fünf Gruppen den einzelnen Meßstellen zugeordnet werden sollen. Für diese Anteile

$$g_j^{(1)}, g_j^{(2)}, g_j^{(3)}, g_j^{(4)}, g_j^{(5)} \quad \text{gilt daher}$$

$$\sum_j g_j^{(\nu)} = 1 \quad \nu = 1, 2, 3, 4, 5$$

Das Gewicht für die einzelnen Meßstellen ist dann gegeben durch

$$g_{ij} = \alpha_i^{(1)} g_j^{(1)} + \alpha_i^{(2)} g_j^{(2)} + \alpha_i^{(3)} g_j^{(3)} + \alpha_i^{(4)} g_j^{(4)} + \alpha_i^{(5)} g_j^{(5)}$$

$$= \sum_{\nu=1}^5 \alpha_i^{(\nu)} g_j^{(\nu)}$$

Für den so abgeleiteten Immissionsindex des Gebiets erhält man dann

$$I_{i \text{ Geb}} = \sum_j g_{ij} I_i(j) = \sum_{\nu=1}^5 \alpha_i^{(\nu)} I_{i \text{ Geb}}^{(\nu)}; \quad I_i \triangleq \bar{I}_i, I_i^F$$

$$\text{mit } I_{i \text{ Geb}}^{(\nu)} = \sum_j g_j^{(\nu)} I_i(j)$$

$$\hat{I}_{i \text{ Geb}} = \left(\sum_j g_{ij} \hat{I}_i^2(j) \right)^{1/2} = \left(\sum_{\nu=1}^5 \alpha_i^{(\nu)} \hat{I}_{i \text{ Geb}}^{(\nu)2} \right)^{1/2};$$

$$\hat{I}_i \triangleq \hat{I}_i, \hat{I}_i^F$$

$$\text{mit } \hat{I}_{i \text{ Geb}}^{(\nu)} = \left(\sum_j g_j^{(\nu)} \hat{I}_i^2(j) \right)^{1/2}$$

In manchen Fällen dürfte es eine zulässige Vereinfachung sein, wenn man unterstellt, daß $g_j^{(1)} = g_j^{(4)} = g_j^B$ und $g_j^{(2)} = g_j^{(3)} = g_j^{(5)}$ wo g_j^B und g_j^F die durch die Meßstelle j repräsentierten Anteile an der Bevölkerungszahl bzw. der Fläche des Gebiets sind. Dann vereinfacht sich g_{ij} zu

$$g_{ij} = (\alpha_i^{(1)} + \alpha_i^{(4)}) g_j^B + (\alpha_i^{(2)} + \alpha_i^{(3)} + \alpha_i^{(5)}) g_j^F$$

$$= b_i g_j^B + f_i g_j^F$$

Für den Immissionsindex des Gebiets folgt eine entsprechende Vereinfachung. Die so gebildeten Indizes für das Gebiet liegen zwischen dem größten und dem kleinsten Einzelindex, es ist Vertauschbarkeit der zeitlichen und räumlichen Summation erreicht. Diese Vertauschbarkeit erlaubt es, den Index des Gebiets nicht nur als räumliches Mittel der zeitlich gemittelten lokalen Belastungen, sondern auch als zeitliches Mittel einer gemittelten räumlichen Belastung zu interpretieren.

2.4.3 Gruppenindizes für eine Meßstelle

856. Soll eine ganze Gruppe von m verschiedenen Umweltbelastungen durch einen einzigen Index charakterisiert werden, so müssen die zu dieser Gruppe gehörenden einzelnen Belastungen durch Einzelindizes beschrieben und diese in geeigneter Weise zusammengefaßt werden.

Für den mathematischen Aufbau kommen verschiedene Formen in Frage, darunter wegen ihrer einfachen Struktur insbesondere

1) ein Mittelwertindex $\bar{I} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m I_i$

2) ein Summenindex $I^s = \sum_{i=1}^m I_i$

3) ein Abstandsindex $\hat{I} = \left(\sum_{i=1}^m I_i^2 \right)^{1/2}$

4) eine Klasse bilinearer synergetischer Indizes $I^{Syn} = \left(\sum_{i,k=1}^m S_{ik} I_i I_k \right)^\alpha$

Dabei kann der Einzelindex I_i nach jeder der oben unter 2.4.1 behandelten Weisen oder in einer anderen Form gebildet sein. Aus formalen Gründen wäre es erwünscht, für alle Einzelindizes eines Gruppenindex die gleiche Berechnungsmethode zu verwenden, es kann jedoch darauf verzichtet werden, wenn inhaltliche oder technische Gründe (z. B. eine abweichende Definition gesetzlicher Standards) dies nahelegen.

857. Der Mittelwertindex \bar{I} bewertet die verschiedenen Einzelindizes gleich stark; da jedoch durch die Zahl der Einzelindizes dividiert wird, gibt er die Verschärfung der Umweltsituation, die durch Auftreten einer neuen Verschmutzungskomponente entsteht, nicht ausreichend wieder. Der Summenindex I^s , der ebenfalls alle Einzelindizes gleich bewertet, vermeidet diese Schwäche. Diese Indexform wird in vielen Studien verwendet und gelegentlich als PINDEX (Pollution Index) bezeichnet, sie bildet auch die Grundlage des ORAQI. Ob der Summenindex eine angemessene Darstellung der Gesamtbelastung ist, scheint jedoch zweifelhaft, wie man leicht sieht, wenn man die Situationen $I_i = \frac{1}{m} I^s$ für alle i und $I_1 = I^s, I_i = 0$ für $i = 2, 3, \dots, m$ vergleicht und für $I_1 = I_{co}$ Werte wählt, die akut toxischen Wirkungen von CO entsprechen.

858. Der Abstandsindex \hat{I} bewertet die großen Einzelindizes stärker als die kleinen, auch er wächst bei Berücksichtigung weiterer Einzelindizes an, jedoch nicht so stark wie der Summenindex. Es gelten folgende Größenrelationen:

$$\bar{I} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m I_i \leq \underset{i \in (1, \dots, m)}{\text{Max}} I_i \leq \hat{I} = \left(\sum_{i=1}^m I_i^2 \right)^{1/2} \leq \sum_{i=1}^m I_i = I^s$$

Der Abstandsindex \hat{I} liegt sowohl dem MAQI als auch dem EVI der USA zugrunde. Den Einzelindizes wird gleiche Bedeutung zugemessen; das ist vertretbar, wenn die Bezugsgrößen nach einheitlichen Bewertungsvorstellungen festgelegt werden. Wählt man als Einzelindizes für den Abstandsindex quadratische Mittel \hat{I}_i , so kann die Summation bezüglich der Zeit und der Schadstoffkomponenten vertauscht werden; dies bedeutet, daß der Gruppenindex dann nicht nur als Zusammenfassung der Einzelindizes, sondern auch als zeitliches Mittel der momentanen Belastung gedeutet werden kann.

$$\begin{aligned} \hat{I} &= \left(\sum_{i=1}^m \hat{I}_i^2 \right)^{1/2} = \left(\sum_{i=1}^m \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N x_i^2(n) \right)^{1/2} \\ &= \left(\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \sum_{i=1}^m x_i^2(n) \right)^{1/2} = \left(\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N |x(n)|^2 \right)^{1/2} \end{aligned}$$

859. Die angegebene Klasse bilinearer synergetischer Indizes erlaubt durch die Wahl einer geeigneten Matrix S_{ik} (die Matrix muß so beschaffen sein, daß die bilineare Form $\sum_{i,k} S_{ik} I_i I_k > 0$ für $\sum_i I_i^2 > 0$; das ist sicher erfüllt, falls alle $S_{ik} > 0$ oder S_{ik} positiv definitiv ist) und eines geeigneten Exponenten α , auch synergetische Wirkungen in elementarer Form zu berücksichtigen. Der Abstandsindex, der Summenindex und der Mittelwertindex lassen sich als Spezialfälle verstehen, und zwar beziehentlich für

$$\alpha = \frac{1}{2}, S_{ik} = \delta_{ik}; \quad \alpha = \frac{1}{2}, S_{ik} \equiv 1; \quad \alpha = \frac{1}{2}, S_{ik} \equiv \frac{1}{m^2}$$

Für $S_{ik} = a_i a_k$ erhält man als Index eine Potenz der gewichteten Summe von Einzelindizes $I^{sym} = \left(\sum_i a_i I_i \right)^{2\alpha}$. Ist bekannt, daß eine Reihe von Belastungskomponenten am gleichen Organ oder in der gleichen Funktionskette eines Akzeptors angreifen, während andere dort nicht einwirken, so kann eine Mischung von gewichteten Summen und Abstand als Index gebildet werden. Seien etwa 6 Schadstoffkomponenten vorhanden und sei

$$\begin{aligned} S_{ik} &= \{a_i a_k \text{ für } i, k = 1, 2, 3; b_i b_k \text{ für } i, k = 4, 5; c^2 \text{ für } i = k = 6; \text{ Null sonst}\} \\ \text{so ist} \\ I^{syn} &= \left((a_1 I_1 + a_2 I_2 + a_3 I_3)^2 + (b_4 I_4 + b_5 I_5)^2 + c^2 I_6^2 \right)^\alpha \end{aligned}$$

Die Matrix S_{ik} kann durch Gewichtung der Einzelindizes und ihrer Produkte neue Erkenntnisse über spezifische und synergetische Schadenswirkungen aufnehmen, so daß diese in die Berechnung des Gruppenindex eingehen können, ohne daß die Einzelindizes geändert werden müssen, die zur Messung der Wirkung technischer Maßnahmen längere Zeit ungeändert bleiben sollten. Der Gruppenindex kann dann jederzeit auch für die Vergangenheit auf der Grundlage der alten Einzelindizes und neuerer Wirkungserkenntnisse neu berechnet werden (revidierte Fassung), so daß stets eine vergleichbare Reihe vorliegt.

Die hier behandelten Umgebungsindizes nehmen insofern eine Mittelstellung zwischen Transmissions- und Immissionsindizes ein, als bei der Zusammenfassung Wirkungsüberlegungen maßgebend waren. Ein echter Immissionsindex entsteht, wenn als Einzelindizes I_i der Meßstelle zugeordnete Immissionsindizes verwendet werden.

2.4.4 Gruppenindizes für ein Gebiet

860. Die Gruppenindizes gewinnen ihre volle praktische Bedeutung erst, wenn es gelingt, sie für räumliche Bereiche (Gebiete) zu erklären. Dazu sind die Einzelindizes sowohl über die Meßstellen als auch über die Belastungskomponenten zu summieren.

Wegen der sachlichen Mängel des Mittelwertes für Gruppenindizes sollen im folgenden nur der Summenindex sowie der Abstandsindex und synergetische Index behandelt werden. Zunächst seien die Indizes vom Transmissionstyp behandelt, deren Gewichte g_j^F durch die repräsentierten Flächen gegeben sind

$$I_{Geb}^s = \sum_j \sum_i g_j^F I_i(j) = \sum_j g_j^F I^s(j) = \sum_i I_i \triangleq I_{Geb}^s; \quad I_i \triangleq \bar{I}_i, I_i^E$$

$$\begin{aligned} \hat{I}_{Geb} &= \left(\sum_j \sum_i g_j^F \hat{I}_i^2(j) \right)^{1/2} = \left(\sum_j g_j^F \hat{I}^2(j) \right)^{1/2} \\ &= \left(\sum_i \hat{I}_{i,Geb}^2 \right)^{1/2}; \quad \hat{I}_i \triangleq \hat{I}_i, \hat{I}_i^E \end{aligned}$$

$$\hat{I}_{Geb}^{syn} = \left(\sum_j \sum_i \sum_k g_j^F S_{ik} I_i(j) I_k(j) \right)^\alpha = \left(\sum_j g_j^F I^{syn}(j) \right)^{1/\alpha}; \quad I_i \triangleq \text{alle Formen}$$

Der synergetische Index weist insofern Elemente eines Immissionsindex auf, als durch die Matrix S_{ik} Wirkungsgesichtspunkte berücksichtigt werden. Einen weiteren Schritt

in Richtung auf Immissionsindizes erreicht man, indem man die akzeptorbezogene Gewichtung verwendet, die in 4.3 entwickelt wurde. In diesem Fall erhält man:

$$I_{\text{Geb}}^s = \sum_{ij} g_{ij} I_i(j) = \sum_i I_{i \text{ Geb}} = \sum_j \sum_{v=1}^5 g_j^{(v)} I^{s(v)}(j)$$

mit $I^{s(v)}(j) = \sum_i \alpha_i^{(v)} I_i(j)$; $I_i \cong \bar{I}_i, \hat{I}_i^F$

$$\hat{I}_{\text{Geb}} = \left(\sum_{ij} g_{ij} \hat{I}_i^2(j) \right)^{1/2} = \left(\sum_i \hat{I}_{i \text{ Geb}}^2 \right)^{1/2}$$

$$= \left(\sum_j \sum_{v=1}^5 g_j^{(v)} \hat{I}^{(v)2}(j) \right)^{1/2}$$

mit $\hat{I}^{(v)}(j) = \left(\sum_i \alpha_i^{(v)} \hat{I}_i^2(j) \right)^{1/2}$; $\hat{I}_i \cong \hat{I}_i, \hat{I}_i^F$

$$I_{\text{Geb}}^{\text{Syn}} = \left(\sum_j \sum_{i,k} \sqrt{g_{ij} g_{kj}} S_{ik} I_i(j) I_k(j) \right)^\alpha$$

$I_i \cong$ alle Formen

Beim Summenindex und Abstandsindex läßt sich eine interpretierbare Zerlegung der doppelten Summation in eine Summation über die Meßstellen und eine Summation über die Belastungskomponenten erreichen, für den synergetischen Index ist dies nicht möglich.

Immissionsindizes im strengen Sinne erhält man nur, wenn man als Einzelindizes I_i echte Immissionsindizes verwenden kann und für diese eine geeignete Gewichtung entwickelt.

2.4.5 Zum Vergleich der Umgebungsqualität verschiedener Gebiete

861. Neben der Darstellung der zeitlichen Entwicklung der Umgebungsqualität durch witterungsbereinigte Indizes für einzelne Meßstellen oder Gebiete ist auch der Vergleich klein- oder großräumiger Gebiete möglich. Ein solcher Vergleich kann zunächst für jeden einzelnen Schadstoff erfolgen, d. h., $I_{i \text{ Geb I}}$ und $I_{i \text{ Geb II}}$ werden gegenübergestellt. Neben dem dadurch gegebenen Mittelwert für die Gebiete ist jedoch auch die innere Dispersion der Gebiete für den Vergleich wichtig. Als Maß für die innere Dispersion kommt die verallgemeinerte Standardabweichung (HUBER, 1967), eventuell auch die Differenz symmetrischer Potenzmittelwerte (z. B. arithmetisch-harmonisch) in Frage.

Die zeitliche Entwicklung der Dispersion innerhalb und zwischen größeren Gebieten ist ein wichtiger Indikator für die Frage, ob es gelingt, die Umweltbelastungen auf lokale Probleme zu beschränken.

Soll die gesamte Luftqualität verschiedener Gebiete verglichen werden, so müssen dafür die oben erklärten Grup-

penindizes herangezogen werden. Sie erlauben einen Vergleich der Intensität der Gesamtbelastung, geben jedoch keinen Einblick in ihre Zusammensetzung, die auch bei gleicher Intensität ganz unterschiedlich sein kann. Über die Zusammensetzung erhält man nur durch Rückgang auf die zugehörigen Einzelindizes Auskunft. Es ist jedoch möglich, ein Maß anzugeben, an dem sich ablesen läßt, ob wesentliche Unterschiede in der Struktur bestehen oder nicht.

Eine Kennziffer für Strukturvergleiche kann man herleiten, wenn man die Indizes I_i bzw. $I_{i \text{ Geb}}$ als Komponenten eines n-dimensionalen Vektors auffaßt und den Winkel zwischen zwei solchen Vektoren betrachtet. Sorgt man durch Normierung dafür, daß nur Werte zwischen Null und Eins auftreten, so erhält man die Formen

$$K_z = \frac{2}{\pi} \arccos \left(\sum_i (I_{i \text{ Geb I}} \cdot I_{i \text{ Geb II}}) \cdot \left(\sum_i I_{i \text{ Geb I}}^2 \cdot \sum_i I_{i \text{ Geb II}}^2 \right)^{-1/2} \right)$$

$$K_z = \frac{2}{\pi} \arccos \left[\sum_{i,k} (S_{ik} I_{i \text{ Geb I}} \cdot I_{k \text{ Geb II}}) \cdot \left(\sum_{i,k} S_{ik} I_{i \text{ Geb I}} \cdot I_{k \text{ Geb I}} \cdot \sum_{i,k} S_{ik} I_{i \text{ Geb II}} \cdot I_{k \text{ Geb II}} \right)^{-1/2} \right]$$

Für $K_z = 1$ besteht Gleichheit der Struktur, für $K_z = 0$ völlige Strukturfremdheit. Die Kennziffer zeigt, in welchem Ausmaß Strukturunterschiede bestehen, jedoch nicht, von welcher Art sie im einzelnen sind, dazu muß vielmehr auf die regionalen Einzelindizes zurückgegriffen werden.

2.4.6 Vorschlag für einen Satz von Luftqualitätsindizes

862. Als Anwendung der obigen allgemeinen und speziellen Ausführungen wird vorgeschlagen, zu Beschreibungszwecken drei Typen von Umgebungsindizes zu entwickeln und ggf. einheitlich für die gesamte Bundesrepublik einzuführen:

- einen Überschreitungsindex auf der Basis von rechtskräftigen Standards, welcher die Häufigkeit und Intensität von Standardüberschreitungen mißt
- einen Index der Belastung von Ballungsräumen auf empirischer Basis aus dem Jahr 1970, der dem Vergleich zwischen den Ballungsräumen und der Beurteilung der zeitlichen Entwicklung dient
- einen Index der Belastung der freien Landschaft auf ökologischer Basis, der dazu dient, die Hintergrundbelastung zu erfassen und räumliche Ausbreitungstendenzen der Luftverschmutzung zu überwachen.

Die dafür notwendigen Indizes für die einzelnen Schadstoffe sollten in aktueller und witterungsbereinigter Form berechnet werden. Die Zusammenfassung sollte möglichst in der Form eines bilinearen synergetischen Index erfolgen, weil diese Form unter den einfachen die anpassungsfähigste ist.

Für den Beginn kann S_{ik} und α nach Beratung mit Fachleuten vorläufig festgesetzt werden. Um die Indexberechnungen nicht von dem Abschluß der Bewertung der Akzeptorempfindlichkeit und räumlichen Akzeptorverteilung abhängig zu machen, muß man sich zunächst auf Transmissionsindizes beschränken.

2.5 Wirkungsindizes

863. Über sichere, wahrscheinliche und vermutete Wirkungen von Umweltbelastungen gibt es eine Fülle von Kenntnissen. Eine grobe Gliederung kann vorgenommen werden, indem man eine Einteilung nach den betroffenen Akzeptoren (z. B. nach den obigen Akzeptorgruppen), nach den Umweltmedien, nach der Natur der schädigenden Belastung (physikalische Einwirkungen, chemische Einwirkungen, chemische und biochemische Toxine) oder nach der Symptomatik der Wirkungen vornimmt.

Bei der großen Vielfalt der Akzeptoren (Artenreichtum, Fülle der unterschiedlichen Sachgüter) und der großen individuell und situativ bedingten Reaktionsbreite einzelner Individuen sind die Wirkungen quantitativ und qualitativ sehr vielfältig. Ein Versuch, die vorhandenen Wirkungskenntnisse quantifizierend auszuwerten, sollte sich daher zunächst auf Indikatoren für hinreichend eingrenzbare Sachverhalte beschränken, damit Aussicht auf Erfolg besteht.

Grundlage für solche Indikatoren bilden für die Menschen epidemiologische Studien (z. B. Morbiditäts- und Mortalitätseffekte) und sozialwissenschaftliche Erhebungen. Hier interessieren besonders die Auswirkungen von Luftverschmutzung, Lärmbelastung und Lebensmittelkontamination (z. B. DFG-Studie über Fluglärm). Bei den Tieren lassen sich z. B. Bedrohung und Aussterben von Arten, die Populationsdichte oder Massensterben (Fische) erfassen und auswerten. Auf dem Sektor der Pflanzen können beispielsweise Forstschäden durch Luftverunreinigung, Ertragsänderungen der Landwirtschaft und Flechtenanalysen ausgewertet werden. Auf dem Gebiete der Sachschäden einschließlich derer an Kunstdenkmälern gibt es viele Einzelinformationen, darunter auch kostenorientierte, deren Auswertung möglich wäre. Für Ökosysteme und Landschaften liegen die methodischen Grundlagen für die Erfassung ihres Zustandes und der Veränderungen vor, die praktische Anwendung sollte zu brauchbaren Indikatoren führen können, dabei wäre besonders auf die Wirkung von Planungs- und Baumaßnahmen einzugehen (s. auch Anhang I, Teil 4).

In welchem Ausmaß es möglich sein wird, Wirkungsindikatoren mit Schäden und quantifizierbaren Kosten zu verknüpfen oder zu Wirkungsindizes zusammenzufassen, läßt sich gegenwärtig kaum übersehen. Immerhin kann darauf hingewiesen werden, daß es für Gewässergütefragen einen anerkannten Index gibt, der im Grenzbereich von Immission und Wirkung anzusiedeln ist, den Saprobienindex.

2.6 Schlußfolgerung

864. Umweltindikatoren und speziell Umweltindizes haben einen doppelten Nutzen. Bei ihrer Konzeption und praktischen Bestimmung regen sie eine Systematisierung und Quantifizierung der Kenntnisse über die Umweltbelastung an und können frühzeitig auf Kenntnislücken hinweisen. Mit ihrer Verwendung können sie zu den in der Einleitung genannten Aufgaben beitragen. Die Transparenz der Indexbildung, d. h. die bei der Quantifizierung notwendige Offenlegung von objektiven Messungen und konventionellen oder subjektiven Gewichtungen und Bezugsgrößen, hilft zudem, soviel Sachlichkeit wie möglich in umweltwirksame Entscheidungen einzubringen.

865. Auf dem Gebiet der Emission und der Transmission sind die Grundlagen für Indexberechnungen, nämlich Primärdaten und methodische Kenntnis, so weit gediehen, daß mit praktischen Durchführungen begonnen werden kann. Zu Beginn eines solchen Vorhabens sollte eine Projektgruppe, an der sachkundige Naturwissenschaftler, Ingenieure, Statistiker, Verwaltungsfachleute und Datenverarbeitungsspezialisten zu beteiligen wären, die optimalen Methoden und die geeigneten Daten bzw. Datengewinnungssysteme (Meßnetze) auswählen.

Auf dem Gebiet der Immission und der Wirkung dürfte es zweckmäßig sein, die Grundlagen zu vertiefen, ehe mit großangelegten Indexberechnungen begonnen wird.

Eine Sammlung und kritische Bewertung der von einzelnen Disziplinen zunächst für ihre Fachprobleme entwickelten methodischen Ansätze zur quantifizierenden Erfassung komplexer Zusammenhänge unter dem Gesichtspunkt der Verwendbarkeit zur Bildung von Umweltindikatoren wäre ein wichtiger Schritt in diese Richtung.

3 VERFLECHTUNGSANALYSEN

3.1 Methodische Grundlagen

3.1.1 Aufgabenstellung

866. Die Beurteilung der Umweltsituation dient zugleich der Vorbereitung umweltpolitischer Entscheidungen. Dabei ist die Analyse ökonomisch-ökologischer Beziehungen von zweifacher Bedeutung: Wird einerseits die Entscheidungssituation wesentlich durch Niveau und Struktur wirtschaftlicher Aktivitäten bestimmt, so stellen diese zugleich einen institutionellen Rahmen für das Wirksamwerden umweltpolitischer Entscheidungen zur Verfügung. Eine umfassende Beurteilung der Umweltsituation schließt deshalb notwendig die Analyse der ökonomischen Verursachung von Umweltbelastungen ein, die als Nebenprodukte wirtschaftlicher Produktions- und Konsumprozesse auftreten. Diese Aufgabenstellung überschreitet aber die traditionelle Betrachtung, deren Blickwinkel sich allzu vordergründig auf die direkten Emissionsquellen beschränkt. Der umweltpolitische Informationswert dieser Betrachtung erscheint fraglich, da sie die ökonomische Verflechtung unterschiedlicher Aktivitäten und hiermit verbundene Folgewirkungen vernachlässigt.

867. Dieser Grundmangel konventioneller Darstellungen wird durch Verwendung von Verflechtungsmodellen als Hilfsmittel der Umweltdiagnose und -prognose vermieden. Ausgangspunkt dieser Methodik ist die systematische Erfassung der Produktions- bzw. Absatzbeziehungen zwischen den unterschiedlichen Wirtschaftsaktivitäten. Da jede Produktion direkt oder indirekt – in diesem Falle über die industrielle Vorleistungsverflechtung – der volkswirtschaftlichen Endversorgung dient, lassen sich unter vereinfachenden und generalisierenden Annahmen die übergreifenden Beziehungen zwischen Endnachfrage und Produktionsstruktur des betreffenden Wirtschaftsraumes analysieren. In engem Zusammenhang mit der Produktionsstruktur stehen indessen Niveau und Struktur der durch die Produktion insgesamt hervorgerufenen Umweltbelastungen. Bestehen zum Beispiel genauere Kenntnisse über die Emission von Schadstoffen in Abhängigkeit von der Bruttonproduktion der verschiedenen Wirtschaftszweige, so lassen sich mit Hilfe von Verflechtungsanalysen u. a. folgende Grundfragen beantworten (LEONTIEF & FORD, 1972; KRENGEL, 1973):

- a) Welche Umweltbelastungen werden insgesamt durch einzelne Produktions- und Endnachfragesektoren hervorgerufen? Welche Belastungen werden dabei – neben dem unmittelbaren Schadstoffauswurf einer Produktion – von dieser insofern indirekt verursacht, als sie mit deren Inanspruchnahme von Vorleistungen in anderen Sektoren auftreten?
- b) Wie verteilen sich diese Umweltbelastungen direkt oder indirekt auf einzelne Endnachfragekomponenten? Welcher Anteil entfällt zum Beispiel auf Zwecke der ausländischen Endverwendung (Export)?

Zu unterscheiden ist demnach allgemein zwischen der ökonomischen Quelle und Verursachung von Emissionen: Treten zwar erfahrungsgemäß bestimmte Emissionen nur in relativ wenigen „verschmutzungsintensiven“ Branchen auf, so sind doch prinzipiell sämtliche Produktionssektoren über ihre Vorleistungsverflechtung ökonomisch an deren Verursachung beteiligt. Darüber hinaus lassen sich die insgesamt erzeugten Umweltbelastungen nach der Verwendung des entstandenen Sozialprodukts einzelnen Komponenten der gesamtwirtschaftlichen Endnachfrage (z. B. privater Konsum) zuordnen. Dabei wären jene Umweltbelastungen, die – wie zum Beispiel Emissionen des privaten Kraftverkehrs – erst als Folge der Endverwendung auftreten, noch gesondert zu berücksichtigen.

868. Die Offenlegung indirekter Verursachungsbeziehungen ist insbesondere für die umweltpolitische Beurteilung ökonomischer Strukturveränderungen von entscheidender Bedeutung. Sie erscheint um so notwendiger, als umweltpolitische Eingriffe sich ihrerseits in ökonomischen Substitutionsprozessen auswirken, die vielfach mit Belastungverschiebungen einhergehen. Verflechtungsanalysen können hier zu einer verstärkten Transparenz der Entscheidungsbildung beitragen, indem sie die sektoral übergreifenden Folgewirkungen bestimmter Eingriffe verdeutlichen. Durch Offenlegung des ökonomischen Gesamtzusammenhanges einzelner Entscheidungen kann insbesondere der Gefahr umweltpolitischer Scheinlösungen aufgrund punktueller Maßnahmen rechtzeitig begegnet werden.

3.1.2 Formale Struktur und Auswertungsmöglichkeiten

869. Verflechtungsanalysen der Umweltbelastung stellen eine methodische Ausweitung ökonomischer Input-Output-Analysen auf den Umweltbereich dar (LEONTIEF, 1970). Gegenstand traditioneller Input-Output-Rechnungen ist die vollständige Aufzeichnung ökonomischer Transaktionen zwischen den zu Produktionssektoren zusammengefaßten Wirtschaftseinheiten eines bestimmten Wirtschaftsraumes. Dabei ist zwischen der Erstellung von Input-Output-Tabellen und den Auswertungsmöglichkeiten der Input-Output-Analyse zu unterscheiden. Während die Input-Output-Tabelle als ökonomische Teilbilanzierung eine Ergänzung der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung darstellt, liegen der Input-Output-Analyse weiterführende produktionstheoretische Überlegungen zugrunde. Diese schlagen sich in der grundlegenden Annahme einer Proportionalität zwischen Ausbringung (output) und erforderlichem Gütereinsatz (input) sämtlicher Produktionen nieder. Kennzeichnet zum Beispiel x_{ij} den für die Ausbringung x_j der Produktion j erforderlichen Bedarf an Vorleistungen aus der Produktion i , so gilt die Beziehung

$$(1) \quad x_{ij} = a_{ij} \cdot x_j.$$

Dabei beschreibt der Produktionskoeffizient a_{ij} den auf eine Produkteinheit j entfallenden spezifischen Vorleistungsbedarf an Gütern der Produktion i . Mit der Erstellung des Gutes j fallen indessen in der Regel zugleich bestimmte Schadstoffemissionen ${}^k E_j$ an, die als Kuppelprodukte in einer technisch engen Beziehung zum Produktionsergebnis x_j entstehen. Entsprechend läßt sich die Emission des Schadstoffes k in der Produktion j durch die Beziehung

$$(2) \quad {}^k E_j = {}^k s_j \cdot x_j$$

ausdrücken, wobei der Emissionskoeffizient ${}^k s_j$ die auf eine Produkteinheit bezogenen spezifischen Emissionsmengen beschreibt. Während die Gesamtemission wesentlich durch das Ausbringungsniveau der jeweiligen Produktion bestimmt wird, charakterisiert der Emissionskoeffizient die für diese Produktion typische Emissionsintensität. Diese hängt bei unveränderter Technik wesentlich von der Art des erstellten Hauptproduktes ab; damit stellen Emissionskoeffizienten zugleich den Übergang zu einer umweltbezogenen Branchenklassifikation her.

870. Gegenüber Produktionssektoren, die aufgrund der erwähnten Beziehung endogene Sektoren im Input-Output-Modell darstellen, werden in der Regel die übrigen Wirtschaftsaktivitäten in modellexogenen Endnachfrage-sektoren zusammengefaßt¹⁾. Sind Niveau und Struktur der gesamtwirtschaftlichen Endnachfrage vorgegeben, so lassen sich bei Kenntnis der Produktionskoeffizienten daraus einerseits Niveau und Struktur der zur Endversorgung erforderlichen Gesamtproduktion ermitteln. Damit sind aber bei Kenntnis der Emissionskoeffizienten zugleich sämtliche in der Produktion erzeugten Schadstoffemissionen bestimmt. Bezeichnet nämlich

$$(3) \quad A = [a_{ij}] \quad i, j = 1, 2, \dots, m$$

eine Matrix der Produktionskoeffizienten, so ist mit dem gesamtwirtschaftlichen Produktionsergebnis

$$(4) \quad x = (x_1 \dots x_m)$$

ein insgesamt erforderlicher Vorleistungsbedarf von Ax verbunden. Soll hiermit eine gesamtwirtschaftliche Endnachfrage von

$$(5) \quad y' = (y_1 \dots y_m)$$

gedeckt werden, so ist unter Einbeziehung des Zwischenbedarfs die Bedingung

$$(6) \quad y = x - Ax \quad \text{bzw.} \quad y = (I - A)x$$

zu erfüllen, wobei I die Einheitsmatrix darstellt. Die hierzu erforderliche Gesamtproduktion wird über die inverse Matrix $(I - A)^{-1}$ durch den Ausdruck

$$(7) \quad x = (I - A)^{-1}y = C \cdot y$$

bestimmt. Bei diesem Produktionsergebnis werden gleichzeitig Schadstoffemissionen in Höhe von

$$(8) \quad Z = S \cdot x = S(I - A)^{-1}y = S \cdot C \cdot y$$

erzeugt, dabei bezeichnet

$$(9) \quad S = [{}^k s_j] \quad k = 1, 2, \dots, l \quad i, j = 1, 2, \dots, m$$

¹⁾ Die Produktionsbetrachtung kann jedoch im Prinzip auch auf derartige, bislang modellexogene Sektoren ausgedehnt werden. So lassen sich z. B. bestimmte ökologische Aktivitäten, wie insbesondere Nahrungsketten, als endogene Bestandteile „geschlossener“ Input-Output-Systeme behandeln (ISARD, 1972).

eine Matrix der Emissionskoeffizienten sämtlicher in den einzelnen Produktionen j erzeugten Schadstoffe k ¹⁾.

871. Die dargestellten Beziehungen illustrieren den übergreifenden Zusammenhang zwischen Niveau und Struktur der gesamtwirtschaftlichen Endnachfrage und dem Ausmaß produktionsbedingter Umweltbelastungen. Dieser Zusammenhang bildet auch den Ansatzpunkt von Verflechtungsanalysen der Umweltbelastung. Schwerpunkt derartiger Verflechtungsanalysen ist indessen weniger die Untersuchung der Gesamtbeziehungen zwischen Umweltbelastung und Endnachfrage als vielmehr die Analyse hiermit verbundener Struktureffekte. Dabei bildet die Zurechnung sämtlicher Emissionen nach einzelnen Sektoren und Endnachfragekomponenten den Hauptgegenstand der Untersuchung.

872. Soll die ökonomische Verflechtung für einen bestimmten Schadstoff k analysiert werden, so gibt die Matrix

$$(10) \quad {}^k V = {}^k S \cdot (I - A)^{-1} = {}^k S \cdot C$$

die spezifische Emissionsverflechtung des betreffenden Schadstoffes wieder²⁾. Die Spaltensummen dieser Matrix

$$(11) \quad {}^k V = \begin{bmatrix} {}^k s_1 \cdot c_{11} & {}^k s_1 \cdot c_{12} & \dots & {}^k s_1 \cdot c_{1m} \\ {}^k s_2 \cdot c_{21} & {}^k s_2 \cdot c_{22} & \dots & {}^k s_2 \cdot c_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ {}^k s_m \cdot c_{m1} & {}^k s_m \cdot c_{m2} & \dots & {}^k s_m \cdot c_{mm} \end{bmatrix}$$

bezeichnen dabei die gesamten Emissionen des Schadstoffes k , die für die volkswirtschaftliche Endversorgung je Einheit des betreffenden Endproduktes j in Kauf genommen werden müssen. Im einzelnen enthält dieser Gesamtausdruck

$$(12) \quad \sum_{i=1}^m {}^k s_i \cdot c_{ij}$$

die anteiligen Emissionen sämtlicher bei der Erzeugung dieses Endproduktes direkt und indirekt in Anspruch genommenen Produktionen: Neben dem direkten Emissionseffekt, der Umweltbelastungen durch die jeweiligen Endproduzenten umfaßt³⁾, werden hiermit die Schadstoffemissionen berücksichtigt, die sich aus dem zusätzlichen Bedarf an Vorprodukten und deren Erstellung in anderen Sektoren ergeben (indirekte Emissionen). Die Summe dieser direkten und indirekten Emissionseffekte drückt die kumulierte Belastung durch das betreffende Endprodukt – bezogen auf eine Endnachfrageeinheit – aus und kann daher auch als spezifischer „Emissionsgehalt“ dieses Produktes bezeichnet werden. Der entscheidende Unterschied dieses Konzeptes gegenüber der traditionellen Betrachtungsweise wird in der Aussage deutlich, daß relativ „saubere“ Industrien, die aber in starkem Maße auf Vorleistungen „schmutzintensiver“ Produktionen angewiesen sind, einen durchaus hohen Emissionsgehalt aufweisen.

¹⁾ Der Lösungsansatz erweitert sich bei Einbeziehung außerhalb der Produktion auftretender Endverbrauchsmissionen (z. B. nichtgewerbliche Kraftverkehrsemissionen) wie folgt: Die Gesamtemission des Schadstoffes k wird nunmehr durch den Ausdruck

$$(8a) \quad Z^* = S \cdot C \cdot y + \hat{S} \cdot y$$

wiedergegeben, wobei die Matrix \hat{S} die beim Konsum der Endprodukte anfallenden spezifischen Schadstoffmengen beschreibt (LEONTIEF, 1970).

²⁾ Dabei bezeichnet ${}^k S$ eine Diagonalmatrix aus den sektoralen Emissionskoeffizienten des Schadstoffes k .

³⁾ Die spezifischen direkten Emissionseffekte werden in der Matrix ${}^k V$ durch die entsprechenden Elemente der Hauptdiagonale wiedergegeben.

873. Sollen anstelle dieser spezifischen Emissionswirkungen die Gesamtbelastungen in einzelnen Endnachfrage-sektoren untersucht werden, kann die entsprechende Aufteilung der absoluten Verflechtungsmatrix

$$(13) \quad {}^k E = {}^k D S \cdot C \cdot {}_D Y = {}^k V \cdot {}_D Y$$

entnommen werden¹⁾. Diese Matrix enthält die vorstehenden spezifischen Werte in ihrer aktuellen Gewichtung, die ihnen aufgrund der vorhandenen Endnachfragestruktur zufällt. Die Gewichtung berücksichtigt dabei ausschließlich den Beitrag einzelner Branchen zur gesamtwirtschaftlichen Endversorgung. Umweltbelastungen aus der Erzeugung industrieller Vorprodukte werden der betreffenden Endproduktion als indirekte Emissionen zugerechnet; ihre zusätzliche Berücksichtigung im emittierenden Sektor würde zu Doppelzählungen führen.

874. Während die Spalten der absoluten Verflechtungsmatrix Ausmaß und Struktur der Gesamtbelastung durch einzelne Endnachfrage-sektoren verdeutlichen, bieten die Zeilen eine ökonomische Erklärung für die in einzelnen Produktionen insgesamt auftretenden Schadstoffemissionen: Die umweltbelastende Gesamtproduktion einzelner Sektoren kommt lediglich teilweise der gesamtwirtschaftlichen Endversorgung unmittelbar zugute. Die übrige Produktion dient unmittelbar der Belieferung anderer Produktions-sektoren, die zur Erstellung ihrer Endprodukte diese Güter als eigene Vorleistungen benötigen. Unter Berücksichtigung dieser Produktions- und Absatzbeziehungen können die in einer Industrie insgesamt emittierten Schadstoffe nach Endverwendungs-sektoren weiter untergliedert werden. Verdeutlicht wird hierdurch mit anderen Worten, wie sich die Gesamterzeugung von Gütern und Schadstoffen seitens bestimmter Industrien letztlich auf einzelne Produktionsbereiche der gesamtwirtschaftlichen Endnachfrage verteilt.

875. Der Schadstoffauswurf einzelner Produktionen läßt sich indessen nicht nur im Hinblick auf die sektorale Zusammensetzung der gesamtwirtschaftlichen Endnachfrage analysieren. Daneben ist zum Beispiel die Frage von Interesse, welcher Anteil der Gesamtemissionen auf einzelne Endnachfragekomponenten – wie z.B. Export, privater Konsum usw. – entfällt. Die Aufteilung der Gesamtemissionen nach Endnachfragekomponenten wird für eine bestimmte Produktion *i* durch die Matrix

$$(14) \quad {}^k E_i = {}^k V_i \cdot Y$$

wiedergegeben, wobei *Y* die vollständige Endnachfragematrix darstellt²⁾.

¹⁾ Dabei bezeichnet ${}_D Y$ eine Diagonalmatrix aus den sektoralen Elementen der gesamtwirtschaftlichen Endnachfrage.

²⁾ In der dargestellten Beziehung bezeichnet der Ausdruck

$$(14a) \quad Y = \begin{bmatrix} y_1^C & y_1^I & y_1^G & y_1^{Ex} \\ y_2^C & y_2^I & y_2^G & y_2^{Ex} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ y_m^C & y_m^I & y_m^G & y_m^{Ex} \end{bmatrix}$$

C = privater Konsum
I = private Investitionen
G = Staatsausgaben (Konsum und Investitionen)
Ex = Exporte

eine Matrix der gesamtwirtschaftlichen Endnachfrage, unterteilt nach Komponenten (Zeilelemente) und Sektoren (Spaltenelemente). Die Diagonalmatrix ${}_D V_i$ gibt die spezifische Emissionsverflechtung der Industrie *i* für den Schadstoff *k* wieder.

Entsprechend der Endverwendung lassen sich nunmehr sämtliche in der Produktion entstandenen Umweltbelastungen in unterschiedlichem Maße diesen einzelnen Endnachfragekomponenten zurechnen. So kann z.B. die gesamte „Exportabhängigkeit“ der Umweltbelastung einzelner oder sämtlicher Produktionen bestimmt werden¹⁾. Da sich zudem z.B. die Konsumnachfrage auf andere Güter konzentriert als die Investitionsnachfrage, ist außerdem die spezifische Umweltintensität dieser unterschiedlichen Endnachfragekomponenten von Interesse. Dabei sind wiederum – diesmal unter einem anderen Gesichtspunkt – „direkte“ und „indirekte“ Umweltbelastungen zu unterscheiden: Während der direkte Emissionsanteil lediglich die Umweltbelastung aus der Endproduktion umfaßt, entstehen daneben „indirekte“ Emissionen im Zusammenhang mit dem hierdurch hervorgerufenen Zwischenbedarf. Schließlich sind dem Endkonsum noch diejenigen Schadstoffemissionen zuzurechnen, die nicht bei der Herstellung, sondern der Verwendung der erzeugten Endprodukte auftreten.

876. Gegenüber der bisher behandelten inländischen Produktion steht der Volkswirtschaft über die anteiligen Importe ein zusätzliches Güterangebot ohne produktionsbedingte inländische Umweltbelastungen zur Verfügung. Die Nachfrage nach ausländischen Produkten bildet deshalb insofern eine Ausnahme, als sie umweltpolitisch einen Entlastungseffekt – bezogen auf die inländischen Umweltressourcen – darstellt. Dieser Entlastungseffekt ist insbesondere der exportinduzierten Mehrbelastung des inländischen Naturhaushaltes gegenüberzustellen. Die Höhe dieses erwünschten Entlastungseffektes läßt sich grundsätzlich bestimmen als vermiedene inländische Mehrbelastung gegenüber dem Zustand einer vollständigen Substitution des Importangebotes durch inländische Produktion (Importsubstitution). In diesem Zusammenhang bleiben die mit einer Importsubstitution verbundenen inländischen Kapazitätsprobleme unberücksichtigt.

3.1.3 Informative Anforderungen

877. Der praktische Aussagewert empirischer Verflechtungsanalysen der Umweltbelastung wird nicht unerheblich durch die Operationalisierung der theoretischen Erklärungsgrößen beeinflusst. Dabei stehen einerseits Fragen der Quantifizierung, andererseits Gesichtspunkte einer sektoralen Aggregation der betrachteten Größen im Vordergrund. Aus diesen Kriterien lassen sich wiederum bestimmte Anforderungen an die Gewinnung und Aufbereitung der benötigten Informationen ableiten.

Entspricht der theoretischen Fundierung von Verflechtungsmodellen im Prinzip eine disaggregierte und reale Betrachtung einzelner Produktionen, so erscheint in der Praxis eine sektorale Aggregation auf monetärer Basis erforderlich. Diese Notwendigkeit wird bereits durch die Forderung nach Operationalität begründet; eine verstärkte Operationalität wird indessen bei wachsendem Grad der Aggregation ihrerseits durch einen zunehmenden Informationsverlust er-

¹⁾ Hierbei handelt es sich um eine Ausweitung bekannter Fragestellungen vorhandener Auswertungsprogramme (z. B. DIW, 1972).

kauft (BALDERSTON & WHITIN, 1954). Ähnlich dem Aggregationsgrad entspricht die Wahl einer zweckmäßigen Aggregationsform einem Kompromiß unter Berücksichtigung des angestrebten Aussageziels. Für Verflechtungsanalysen bieten sich dabei im wesentlichen zwei unterschiedliche Aggregationsprinzipien an (STÄGLIN, 1968):

878. Den theoretischen Ausgangsüberlegungen am nächsten kommt eine Aggregation auf Güterbasis, bei der Wirtschaftsgruppen nach Produktionsmerkmalen gebildet werden (funktionelles Gliederungsprinzip). Hauptgliederungskriterium ist die Homogenität der in einem Sektor erzeugten Endprodukte, so daß im wesentlichen eine Unterteilung nach Gütergruppen erfolgt. Zugleich erfordert dies eine Durchbrechung institutioneller Gliederungseinheiten (Unternehmen, Betriebe), d. h. eine Aufspaltung des Produktionsprogrammes von Mehrproduktunternehmen nach relativ homogenen Produktbereichen. Bei zusätzlicher Einbeziehung innerbetrieblicher Lieferungen kann die resultierende Matrix als Darstellung der gesamtwirtschaftlichen Produktionsverflechtung verstanden werden.

Demgegenüber werden nach dem institutionellen Prinzip rechtlich oder organisatorisch selbständige Wirtschaftseinheiten (Unternehmen, Betriebe) mit ähnlichen Hauptprodukten nach dem Schwerpunktprinzip zusammengefaßt. Das Ergebnis ist eine Darstellung der Marktverflechtung, die die wirtschaftlichen Transaktionen zwischen den einzelnen Sektoren widerspiegelt.

879. Dem hier angestrebten Untersuchungszweck scheint eine rein produktbezogene Sektorbildung am ehesten zu entsprechen, da unter Umweltgesichtspunkten die produktionstechnischen Abhängigkeiten unterschiedlicher Bereiche im Vordergrund stehen. Zudem erscheint eine Erfassung der Emission nach Produktgruppen relativ aussagefähig und trägt den vorhandenen Ausgangsdaten vielfach¹⁾ in stärkerem Maße Rechnung. Auch ist die Erwartung nicht unberechtigt, daß eine funktionelle Bereichsgliederung eine höhere Stabilität der Produktionskoeffizienten ermöglicht, was insbesondere für prognostische Zwecke von Bedeutung ist: Indessen steht dem Vorteil einer erhöhten Produkthomogenität in diesem Zusammenhang möglicherweise entgegen, daß sich bei Bildung heterogener Aggregate sektorinterne Schwankungen in stärkerem Maße ausgleichen (EHRET, 1970). Die Ähnlichkeit der Produkte sichert außerdem keineswegs eine Gleichartigkeit der Produkterstellung.

Gegen die Anwendung eines funktionellen Verflechtungsansatzes sprechen jedoch gegenwärtig insbesondere die vergleichsweise großen Fehlerquellen, die sich bei dem bislang geringen Erfahrungsstand aus der Notwendigkeit komplizierter Umrechnungen amtlicher Statistiken ergeben²⁾. Der überwiegend institutionellen Ausrichtung statistischer Erhebungen einschl. des Systems der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung entspricht die Tatsache, daß Zeitreihen von Input-Output-Tabellen bislang lediglich auf institutioneller Basis vorliegen (KRENGEL, 1972).

¹⁾ Dies gilt aber z. B. nicht für Emissionen der Energieumwandlung; diese werden in der Regel auf institutioneller Basis über Energieverbrauchsdaten der Industrieberichterstattung ermittelt (vgl. auch Kap. 3.2).

²⁾ Bislang liegen lediglich einzelne Input-Output-Tabellen auf funktioneller Basis vom Ifo-Institut für Wirtschaftsforschung sowie dem Statistischen Bundesamt vor. Darüber hinaus ist die Erstellung jährlicher Tabellen ab 1970 durch das Statistische Bundesamt vorgesehen. Dabei ist mit einer zukünftigen Qualitätsverbesserung nach Einführung einer Statistik für die fachlichen Unternehmensteile zu rechnen.

880. Die Tiefe der sektoralen Untergliederung und damit die Wahl des Aggregationsgrades sollte neben ökonomischen auch umweltbezogenen Homogenitätskriterien Rechnung tragen. Für wirtschaftliche Schwerpunktbereiche der Umweltbelastung erscheint dementsprechend eine stärkere Disaggregation sinnvoll, während weniger umweltrelevante Bereiche weitgehend nach ökonomischen Gruppierungsgesichtspunkten zusammengefaßt werden können. Zugleich entstehen aus der wirtschaftlichen Systematisierung Forderungen an die Umweltstatistik. Erhebungen der Umweltbelastung mit den vorhandenen ökonomischen Klassifikationskriterien abzustimmen.

881. Der übergreifenden ökonomischen Betrachtung von Verflechtungsanalysen entspricht die Notwendigkeit, Wertgrößen als generelle Bezugsbasis wirtschaftlicher Aktivitäten heranzuziehen. Hieraus erfolgt zugleich, daß sämtliche Systemkoeffizienten in Währungseinheiten normiert sind. Neben den Produktionskoeffizienten als Kennziffern der wirtschaftlichen Verflechtung gilt dies insbesondere auch für die zusätzlich erforderlichen Emissionskoeffizienten, die die Schadstoffproduktion je Produkteinheit (Mio. DM Bruttoproduktionswert) der betreffenden Sektoren beschreiben. Da Emissionskoeffizienten kombinierte Informationen ausdrücken, basieren sie bereits auf einer parallelen Auswertung ökonomischer (Produktionswerte) und technischer Größen (Emissionsmengen). Wegen ihrer monetären Bezugsbasis wird jedoch die Möglichkeit von Zeitvergleichen (s. Abschn. 3.1.4) durch zusätzliche Preiseinflüsse erschwert. Es erscheint deshalb notwendig, anstelle nominaler preisbereinigte Input-Output-Tabellen zugrunde zu legen; wegen der hiermit verbundenen Zusatzprobleme (FREYTAG, 1966) wird jedoch vorerst von der Verwendung derartiger „realer“ Verflechtungsmatrizen abgesehen¹⁾.

3.1.4 Intertemporale Aussagemöglichkeiten

882. Der zuletzt genannte Gesichtspunkt leitet bereits über zu der Frage, inwieweit Verflechtungsanalysen neben einer statischen Beurteilung auch Möglichkeiten intertemporaler Aussagen bieten. Dabei soll im folgenden grundsätzlich zwischen der Möglichkeit von ex post-Zeitvergleichen sowie einer prognostischen Anwendung unterschieden werden.

883. Liegen für die Vergangenheit mehrere einander entsprechende Verflechtungstabellen kontinuierlich oder in kürzeren Abständen vor, so läßt sich die Verflechtungsanalyse unter den oben erwähnten einschränkenden Bedingungen auf einen Zeitvergleich ausdehnen. Dabei können zum Beispiel Veränderungen des sektoralen Emissionsgehaltes in diesem Zeitraum im einzelnen auf folgende Hauptkomponenten zurückgeführt werden:

- 1) Niveaueffekt der Endnachfrage: Dieser bezeichnet jede Veränderung des sektoralen Emissionsgehaltes, die bei unveränderter Endnachfragestruktur sowie konstan-

¹⁾ Aus den genannten Gründen ist die Veröffentlichung preisbereinigter Input-Output-Tabellen des DIW für die Vergangenheit bis jüngst zurückgestellt worden.

ten Systemkoeffizienten aus dem gesamtwirtschaftlichen Endnachfragewachstum resultieren würde

$$[y_i(1)/y_i(0) = \alpha \neq 1 \quad .]$$

- 2) Struktureffekt der Endnachfrage: Hiermit werden Veränderungen des Emissionsgehaltes erfaßt, die – abweichend von den vorstehenden Annahmen – auf Verschiebungen der Endnachfragestruktur im Untersuchungszeitraum zurückzuführen sind

$$[y_i(1)/y_i(0) = \alpha_i \neq \alpha \quad .]$$

- 3) Vorleistungseffekt der Produktion: Dieser umfaßt zusätzliche Änderungen des Emissionsgehaltes, die sich aus einer veränderten Vorleistungsstruktur der betreffenden Branche und damit einhergehenden Verschiebungen der Produktionskoeffizienten herleiten

$$[a_{ij}(1) = a_{ij}(0) \quad .]$$

- 4) Emissionseffekt der Produktion: Ein bislang unerklärter Restbeitrag bildet schließlich den Niederschlag jener Emissionseffekte im engeren Sinne, die Veränderungen der produktionspezifischen Emissionskoeffizienten umfassen
 $[k_{s_i}(1) \neq k_{s_i}(0) \quad .]$ Veränderungen dieser Koeffizienten sind jedoch wiederum das Ergebnis unterschiedlicher Einwirkungen, wobei vermeidungstechnologische Einflüsse lediglich eine unter mehreren Erklärungsmöglichkeiten darstellen.

884. Neben derartigen ex post-Vergleichen lassen sich die Informationen vorhandener Verflechtungstabellen auch für Projektionsrechnungen unter der Annahme unveränderter Systemkoeffizienten verwenden. Liegen bereits Schätzwerte des zukünftigen sektoralen Endnachfragewachstums vor, so können die hieraus resultierenden Umweltwirkungen über den oben beschriebenen Gesamtzusammenhang i. S. einer Status quo-Prognose der Umweltbelastung ermittelt werden. Dabei erscheint die Annahme konstanter Produktions- und Emissionskoeffizienten zumal in längerfristiger Betrachtung naturgemäß unrealistisch, abgesehen davon, daß Veränderungen der Emissionskoeffizienten eine erwünschte Folgewirkung umweltpolitischer Maßnahmen darstellen. Diese notwendigen Einschränkungen mindern jedoch nicht den didaktischen Wert derartigen Projektionsrechnungen, die der Umweltpolitik einen allgemeinen Bezugsrahmen künftiger Entscheidungen bereitstellen. Um die Aussagefähigkeit dieser Rechnungen nicht unnötig herabzusetzen, sollte indessen lediglich ein mittelfristiger Projektionszeitraum gewählt sowie ein möglichst aktuelles Basisjahr für die Systemkoeffizienten zugrunde gelegt werden. Dies gilt zumal dann, wenn die Projektionsrechnung neben einer Schätzung der sektoralen Emissionen auch deren ökonomische Verflechtung umfaßt. In diesem Zusammenhang ist grundsätzlich zu beachten, daß sich die Prognoseungenauigkeiten des Input-Output-Modells (Veränderungen der Technologie, der Produktmischung, etc.) durch die Variabilität der Emissionskoeffizienten verstärken.

885. Andererseits läßt sich der zwangsläufig geringe Informationswert derartiger stark konditionaler Vorausschätzungen durch Auflockerung einzelner Restriktionen erwei-

tern. Dies gilt insbesondere für die Grundannahme konstanter Systemkoeffizienten. Verbesserungen der Schätzgenauigkeit können hier über eine Koeffizientenkorrektur erzielt werden. So könnte z. B. eine Anpassung der Produktionskoeffizienten mit Hilfe stochastischer Methoden aufgrund vorhandener Zeitreihendaten erfolgen (J. SCHUMANN, 1968). Dieses Verfahren erscheint dagegen für eine Vorausschätzung der Emissionskoeffizienten solange ungeeignet, als lediglich geringe und vergleichsweise diskontinuierliche Beobachtungen vorliegen. Hier wäre in stärkerem Maße auf Ergebnisse unabhängiger Einzelprognosen zurückzugreifen.

3.1.5 Ausweitung der Problemstellung und Möglichkeiten einer Weiterentwicklung

886. Neben der Abschätzung autonomer Entwicklungstendenzen ist indessen die Beurteilung der Auswirkungen umweltpolitischer Maßnahmen von besonderer Bedeutung. Eingriffe, die aus der Anwendung des Verursacherprinzips resultieren, schlagen sich zunächst in Kostenerhöhungen der hierdurch betroffenen Produktionen nieder. Dieser primäre Anstoß führt seinerseits zu wirtschaftlichen Folgewirkungen in Abhängigkeit von der Entscheidungssituation und den verfügbaren Anpassungsmöglichkeiten der Betroffenen. Dabei umfaßt der wirtschaftliche Gesamteffekt neben den direkten Anpassungsprozessen der „Verursacher“ insbesondere auch jene Sekundärwirkungen, die aufgrund intensiver Vorleistungsbeziehungen in vor- und nachgelagerten Wirtschaftsbereichen auftreten. Zur Erfassung derartigen indirekter ökonomischer Effekte von Umweltschutzmaßnahmen bietet sich die Anwendung eines methodisch erweiterten Verflechtungsansatzes an.

887. Unter den verschiedenartigen ökonomischen Anpassungsmöglichkeiten (siehe 5.2) stehen zunächst die kurzfristigen Preiswirkungen umweltpolitischer Maßnahmen im Vordergrund. Die durch Anlastungsmaßnahmen getroffenen Wirtschaftseinheiten werden in der Regel versuchen, den hiermit verbundenen Anstieg ihrer Produktionskosten durch preispolitische Reaktionen zu überwälzen. Dabei wird der Erfolg dieser Anpassungsstrategie durch die jeweilige Konkurrenzsituation entscheidend beeinflusst. Mit Hilfe eines modifizierten Verflechtungsansatzes lassen sich darüber hinaus nunmehr die sekundären Preiswirkungen erfassen, die in anderen Sektoren aufgrund der dort gestiegenen Vorleistungskosten zu erwarten sind. Hierdurch induzierte Verschiebungen der sektoralen Güterpreisstruktur einer Volkswirtschaft können im Prinzip durch ein der bisherigen Produktionsbetrachtung entsprechendes „Preismodell“ der Input-Output-Analyse bestimmt werden (LEONTIEF, 1970; LEHBERT, 1972).

Die Aussagekraft eines derartigen Ansatzes wird freilich zunächst durch die charakteristische Verhaltensannahme einer vollen Überwälzbarkeit der durch Umweltschutzmaßnahmen erhöhten Produktionskosten eingengt. Die hierdurch bestimmten Preiseffekte bieten jedoch insofern einen ersten Bezugsrahmen, als sie eine obere Grenze kurzfristiger Preisfolgewirkungen bestimmter umweltpolitischer

Eingriffe beschreiben. Darüber hinaus läßt sich die Annahme einer vollen Kostenüberwälzung im Einzelfall durch wirklichkeitsnähere Verhaltensannahmen ersetzen, sofern ergänzende Aussagen über das für die betreffenden Branchen charakteristische Preisverhalten in der Vergangenheit vorliegen (FAZIO & LO CASCIO, 1972).

Die Analyse der Preiseffekte umweltpolitischer Maßnahmen leitet gleichzeitig über zu einer weiterführenden Beurteilung hieran anschließender Substitutionseffekte, die sich in längerfristigen Anpassungsreaktionen der Produzenten und Konsumenten an die veränderte volkswirtschaftliche Güterpreisstruktur niederschlagen.

888. Empirische Grundvoraussetzung eines erweiterten Verflechtungsansatzes ist indessen die hinreichende Kenntnis der mit bestimmten Umweltschutzmaßnahmen verbundenen privatwirtschaftlichen Vermeidungskosten. Hierzu bedarf es einerseits verlässlicher Informationen über die spezifischen Vermeidungskosten bestimmter Emissionen, was bereits eine Vorauswahl effizienter Vermeidungsverfahren voraussetzt. Darüber hinaus sind zur Bestimmung indirekter Preiswirkungen ergänzende Informationen über die Vorleistungsstruktur der betreffenden Vermeidungsaktivitäten erforderlich.

3.2 Verflechtungsanalyse der SO₂-Emissionen in der Bundesrepublik Deutschland

889. Im folgenden wird eine erste Verflechtungsanalyse der Umweltbelastung am Beispiel der Schwefeldioxid-Emissionen für die Bundesrepublik Deutschland durchgeführt. Die Auswahl dieses Schadstoffes bot sich gegenwärtig vor allem wegen des vergleichsweise hohen Informationsstandes an. Da SO₂-Emissionen überwiegend auf Energieumwandlungsprozessen beruhen, stellen sie zudem nahezu ubiquitäre Umweltbelastungen dar und eignen sich daher in besonderem Maße für die hier charakteristische Totalbetrachtung.

3.2.1 Ausgangsdaten

890. Ausgangspunkt der folgenden Analyse bilden im Auftrage des VDI sowie des Sachverständigenrates durchgeführte umfassende Schätzungen der SO₂-Emissionen in der Bundesrepublik Deutschland für den Zeitraum 1960–1972 (LENHART, 1972; 1973). Hiermit liegen zugleich Untersuchungen vor, die erstmals vergleichsweise differenzierte Aussagen über die wirtschaftlichen Quellen der SO₂-Belastung erlauben. Zur Darstellung der ökonomischen Verflechtungsbeziehungen wurden die Ergebnisse dieser Untersuchung durch entsprechende Aufbereitung methodisch mit verfügbaren Input-Output-Rechnungen integriert. Dabei wurde unter Berücksichtigung des derzeitigen Erfah-

rungsstandes und der zeitlichen Kontinuität der Rechnungen der institutionelle 14 Sektoren-Ansatz des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung zugrunde gelegt (KRENGEL, 1972). Nachteilen einer institutionellen Bereichsgrenzung (vgl. 3.1.3) steht in diesem Falle insbesondere der Vorteil einer einheitlichen Datenerfassung entgegen, da die verwendeten Emissionsschätzungen ebenfalls weitgehend auf der institutionellen Systematik der Energieverbrauchsstatistik basieren.¹⁾

891. Zweifellos ist die relativ grobe Disaggregation der Wirtschaft in 14 Produktionssektoren²⁾ (zur Systematik vgl. Tabelle 1) zumal unter Umweltgesichtspunkten noch keineswegs optimal. Gegenüber einer stark disaggregierten ökonomischen Systematik wurde diesem Ansatz jedoch gegenwärtig aus Informations- und Darstellungsgründen der Vorzug gegeben. Dies erscheint bereits deshalb begründet, weil die verfügbaren Emissionsdaten trotz weitgehender Differenzierung noch nicht den informativen Anforderungen der Branchensystematik entsprachen. So zeigten sich Mängel des Ausgangsmaterials vorwiegend außerhalb der verarbeitenden Industrie; differenzierte Informationen über den Schwefeldioxidauswurf einzelner Sektoren scheiterten hier bereits an der mangelnden Breite der Energieverbrauchsstatistik. Infolgedessen mußte eine weitere sektorale Aufspaltung relativ globaler Restpositionen insbesondere für den tertiären Bereich durchgeführt werden. Dies gilt primär für den sehr heterogenen Bereich der sog. „Hausbrandemissionen“, die neben den privaten Haushalten Energieverbrauchsemissionen öffentlicher Einrichtungen, des Handels und anderer Dienstleistungsbetriebe sowie kleingewerblicher Verursacher umfassen. Als vertretbare Annäherungslösung wurde in diesem Falle eine weitere Aufschlüsselung nach Beschäftigungsmerkmalen vorgenommen.³⁾ Des weiteren wurden die in der Sammelposition „sonstige Industrie“ zusammengefaßten SO₂-Emissionen auf der Basis detaillierter Energieverbrauchsdaten den einzelnen Industriegruppen zugerechnet.⁴⁾

Wegen der mangelnden Aktualität verfügbarer Input-Output-Daten wurden als Untersuchungsperioden für die Verflechtungsanalyse die Jahre 1960 und 1966 zugrunde gelegt. Während für die Ausgangsperiode 1960 direkte Emissionsschätzungen vorlagen, mußten für 1966 an Hand der ausgewiesenen spezifischen Größen analoge Schätzwerte errechnet werden. Die ermittelten Emissionsmengen wurden anschließend über die sektoralen Bruttoproduktionswerte auf nominale Produkteinheiten umgerechnet. Die so gewonnenen Emissionskoeffizienten dienen im wesentlichen der notwendigen methodischen Verknüpfung ökonomischer und umweltspezifischer Informationen; wegen ihrer nominalen

¹⁾ In den vorgenannten Emissionsschätzungen werden die institutionell ermittelten Energieverbrauchsdaten darüber hinaus unter verfahrenstechnischen Gesichtspunkten weiter nach einzelnen Verwendungsarten (Dampfkesselfeuerungen, sonstige Industriefeuerungen, etc.) aufgeschlüsselt.

²⁾ Dabei ist der Sektor 14 „Private Haushalte und private Organisationen ohne Erwerbscharakter“ nur insofern als Produktionssektor anzusehen, als er – zu einem geringfügigen Teil – Dienstleistungsaktivitäten enthält. Die Umweltbelastungen durch die privaten Haushalte werden jedoch im folgenden als nicht produktionspezifische Endverbrauchsemissionen behandelt.

³⁾ Dabei wurden zunächst die Emissionen der privaten Haushalte entsprechend ihrer geschätzten anteiligen Energieverbrauchsmengen (LENHART, 1973) ausgliedert und – zusammen mit nichtgewerblichen Kraftverkehrsemissionen – als Emissionen des Endverbrauchs erfaßt.

⁴⁾ Die Aufgliederung dieser Sammelpositionen auf einzelne Industriegruppen erfolgte getrennt nach Brennstoffarten auf der Basis genauer Unterlagen der Statistik der Kohlenwirtschaft e. V. (1973). Bei der Ermittlung der Emissionen wurden Brennstoffeigenschaften und Einbindungsgrad der einzelnen Energieträger berücksichtigt. Die Einzelschätzungen wurden anschließend entsprechend der DIW-Branchensystematik aggregiert.

Bezugsbasis sind sie für weiterführende Interpretationen zu Zeitvergleichszwecken weniger geeignet.

3.2.2 Emissionen einzelner Produktionssektoren

892. Die Ergebnisse dieser sektoralen Emissionsschätzungen (siehe 3.1 Luft, Tab. 4) bilden den empirischen Ausgangspunkt der hieran anschließenden Verflechtungsrechnung. Die ausgewiesenen Schätzwerte repräsentieren die in den einzelnen Produktionssektoren insgesamt aufgetretenen SO₂-Emissionen.

Dabei bestätigen die vorliegenden Schätzungen den dominierenden Anteil der Energiewirtschaft sowie der Grundstoff- und Produktionsgüterindustrien an den insgesamt erzeugten SO₂-Emissionen. Auf die genannten Wirtschaftszweige (Sektoren 2–4 der Branchensystematik) entfielen 1960 bereits 58 Prozent der Gesamtemissionen unter Einschluß nichtgewerblicher Hausbrand- und Kraftverkehrsemissionen. Dieser Anteil erhöhte sich bis 1966 auf rund 63 Prozent und erreichte 1972 sogar 68 Prozent – also mehr als zwei Drittel – des gesamten Schwefeldioxidauswurfes. Mehr als die Hälfte dieses anteiligen Schadstoffauswurfes, nämlich rd. 34 (1960), 36 (1966) bzw. sogar 44 Prozent (1972) der Gesamtemissionen, entstand dabei allein in der energiewirtschaftlichen Produktion (Sektor 2).

Die erhebliche ökonomische Konzentration der SO₂-Emissionen wird durch eine Gegenüberstellung der Schadstoffherzeugung sowie des Beitrages zum Bruttoinlandsprodukt der betreffenden Sektoren noch verdeutlicht: Erreichten die drei emissionsintensivsten Wirtschaftszweige 1960 nahezu 70 Prozent des produktionspezifischen SO₂-Auswurfes, so stand den hiermit verbundenen Nachteilen lediglich ein Inlandsproduktanteil von rd. 21 Prozent gegenüber. Diese am gesamtwirtschaftlichen Produktionsbeitrag gemessene Emissionskonzentration stieg darüber hinaus im Untersuchungszeitraum weiter an. Überdurchschnittliche Zuwachsraten der Schadstoffproduktion verzeichnete außer den genannten Sektoren aufgrund der zunehmenden Bedeutung privater Fernheizwerke insbesondere der sehr heterogene Bereich der sonstigen Dienstleistungen (Sektor 12). Demgegenüber war vor allem der gewerbliche Verkehr (Sektor 11) wegen der zunehmenden Elektrifizierung des Schienenverkehrs in diesem Zeitraum durch eine absolut rückläufige Emissionsentwicklung gekennzeichnet.

893. Neben den Gesamtemissionen einzelner Produktionssektoren ist deren Verteilung auf einzelne Produktbereiche der gesamtwirtschaftlichen Endnachfrage von Interesse. Insofern ein Teil der Produktion der Deckung des Vorleistungsbedarfes für andere Endprodukte dient, wird hierin die gesamtwirtschaftliche Marktverflechtung der jeweiligen Branchen sichtbar. Die der Marktverflechtung entsprechende Aufteilung der sektoralen Emissionen kommt in den jeweiligen Zeilen einer Matrix der absoluten Emissionsverflechtung (Tab. 2 und 3) – Matrix ^kE entsprechend (13) – zum Ausdruck.

Aus der Darstellung der sektoralen Emissionsverflechtung wird deutlich, daß ein – je nach der volkswirtschaftlichen

Stellung des Wirtschaftszweiges unterschiedlicher – Anteil der in einem Sektor auftretenden Gesamtemissionen im Zusammenhang mit der Vorleistungsproduktion für andere Endproduzenten entsteht. Dieser Beitrag ist insbesondere in der Landwirtschaft und dem Verkehr sowie den Grundstoff- und Produktionsgüterindustrien von ausschlaggebender Bedeutung. So waren zum Beispiel 1960 lediglich 28 Prozent der landwirtschaftlichen SO₂-Emissionen auf die Endnachfrage nach landwirtschaftlichen Produkten zurückzuführen. Rund 46 Prozent entfielen demgegenüber allein auf landwirtschaftliche Vorleistungen für Zwecke der Nahrungs- und Genußmittelproduktion. Andererseits wurden zum Beispiel nur 10 Prozent der in der Bauwirtschaft emittierten Schadstoffmengen zur Erstellung anderweitiger Endprodukte in Kauf genommen (vgl. Tab. 2). Wird überdies die Gesamtbedeutung einzelner Sektoren berücksichtigt, so fällt auf, daß 1960 allein rund ein Viertel sämtlicher produktionsbedingten SO₂-Emissionen auf die Produktion energiewirtschaftlicher Vorleistungen für andere Sektoren entfiel.

3.2.3 SO₂-Gehalt einzelner Endnachfragesektoren

894. Die bisherige Betrachtung konzentrierte sich auf die in einzelnen Produktionssektoren auftretenden SO₂-Emissionen. Daneben ist aber insbesondere die Frage von Bedeutung, welche Emissionen sich insgesamt aus der Endversorgung mit bestimmten Produkten ergeben. Zur Deckung einer vorgegebenen Endnachfrage nach bestimmten Gütern ist einerseits eine bestimmte Ausbringung des endproduzierenden Sektors erforderlich. Mit dieser Endproduktion fallen gleichzeitig bestimmte Umweltbelastungen an. Die aus der Endbedarfsdeckung resultierende Gesamtbelastung bleibt indes keineswegs auf die in der Endproduktion auftretenden Emissionen beschränkt. Vielmehr ruft deren Vorleistungsbedarf wiederum Produktions- und Emissionseffekte in den entsprechenden Liefersektoren hervor. Die zusätzlich in Anspruch genommenen Vorprodukte basieren aber ihrerseits auf Vorleistungen, deren Erstellung wiederum zu Umweltbelastungen führt, usw. Die Summe dieser Emissionswirkungen beschreibt die produktbezogene Gesamtbelastung, die im folgenden auch als „Emissionsgehalt“ des betreffenden Endnachfragesektors bezeichnet wird. Sie umfaßt neben Emissionen des Endproduzenten (direkte Emissionen) alle hiermit verbundenen, aber in anderen Produktionssektoren auftretenden Umweltbelastungen (indirekte Emissionen).

895. Der spezifische, d. h. auf eine Endnachfrageeinheit bezogene Emissionsgehalt einzelner Sektoren wird für den Untersuchungszeitraum durch die Spaltensummen der Tabellen 4 und 5 angegeben. Die jeweiligen Spaltenelemente geben darüber hinaus Auskunft über die Verteilung dieses Emissionseffektes auf sämtliche direkt und indirekt in Anspruch genommenen Produktionssektoren. So mußte zum Beispiel für die Deckung des Endbedarfs an Nahrungs- und Genußmitteln 1960 eine spezifische Umweltbelastung von rd. 5,4 t Schwefeldioxid, bezogen auf 1 Mio. DM Endnachfrage, in Kauf genommen werden (vgl. Tabelle 4, Spalte 8). Hiervon entfielen auf die Nahrungs- und Genußmittelindu-

strien spezifische Emissionen von lediglich rd. 2,2 t SO₂ (8. Spaltenelement), während sich der Rest auf die Vorleistungsproduktion der übrigen Sektoren verteilte. Die Endversorgung mit Nahrungs- und Genußmitteln bewirkte in diesem Zeitraum m.a.W. eine SO₂-Gesamtbelastung in Höhe von rd. 250 Prozent des direkten Emissionseffektes. Von den hierin enthaltenen Emissionen entfielen allein 45 Prozent auf Vorleistungen der Energiewirtschaft einschließlich des Bergbaus (Sektor 2). Weitere 33 Prozent dieses indirekten Emissionsanteils wurden in der Land- und Forstwirtschaft (18 Prozent) sowie dem Sektor „Chemie, Steine und Erden“ (15 Prozent der indirekten Emissionen) hervorgerufen.

Wie dieses Beispiel zeigt, wird der durch die gesamten Emissionseffekte beschriebene SO₂-Gehalt eines Sektors neben dessen direkten Emissionswirkungen wesentlich durch Ausmaß und Emissionswirkungen der hierzu erforderlichen Vorleistungsproduktion bestimmt. Dabei verursacht eine vorgegebene Endproduktion um so höhere Schadstoffemissionen, je emissionsintensiver die Produktionen der dominierenden Vorlieferanten sind. Durch diese Einbeziehung indirekter Emissionen verändert sich zugleich die Beurteilung der Umweltrelevanz bestimmter Sektoren. Dies gilt insbesondere für die Investitionsgüterindustrien, die aufgrund ihrer vergleichsweise geringen SO₂-Emissionen traditionell als relativ „saubere“ Industrien angesehen werden. So erreichte der Emissionsgehalt von Erzeugnissen der elektrotechnischen und EBM-Industrie (Sektor 6) im Untersuchungszeitraum mit über 900 Prozent der direkten Umweltbelastung den absolut höchsten „Emissionsmultiplikator“ (s. hierzu bereits JÜRGENSEN, JAESCHKE & LÄMMEL, 1972).

Bezogen auf eine Endnachfrageeinheit übertrafen die hierdurch verursachten SO₂-Gesamtbelastungen 1960 noch diejenigen der Nahrungs- und Genußmittelindustrien (Sektor 8), obwohl deren direkter Emissionseffekt erheblich höher lag. Der geringste Anteil indirekter Emissionen wurde – bezogen auf 1 Mio. DM Endnachfrage – durch den Endbedarf energiewirtschaftlicher Produkte hervorgerufen. Wegen der hier mit Abstand höchsten direkten Emissionswirkungen blieb dieser zusätzliche Gesichtspunkt indessen ohne Einfluß auf die Gesamtbeurteilung dieses Sektors.

896. Neben den spezifischen – d. h. auf eine Endnachfrageeinheit bezogenen – Emissionswirkungen einzelner Sektoren lassen sich die Gesamteffekte der sektoralen Endnachfragestruktur eines beliebigen Untersuchungszeitraumes darstellen. Hierzu sind die bisherigen spezifischen Werte mit den Endnachfrageanteilen der betreffenden Sektoren zu gewichten. Die hieraus resultierende absolute Aufteilung der SO₂-Emissionen auf Sektoren der Endverwendung wird für den Untersuchungszeitraum in den Tabellen 2 und 3 wiedergegeben.

3.2.4 Emissionseffekte unterschiedlicher Endnachfragekomponenten

897. Neben der Verteilung der Umweltbelastung auf Produktionssektoren ist von Interesse, welche Emissionen durch verschiedene Komponenten der gesamtwirt-

schaftlichen Endnachfrage hervorgerufen werden. Dabei steht im Gegensatz zu der bisherigen Fragestellung nicht die Produktstruktur, sondern die Art der gesamtwirtschaftlichen Verwendung der für Endbedarfszwecke produzierten Güter im Vordergrund.

In dem betrachteten Untersuchungszeitraum entfiel ein überwiegender Anteil der Schwefeldioxidemissionen auf Zwecke des privaten Endverbrauches (Tab. 6). So wurden 1966 rd. 44 Prozent der in der Produktion entstandenen SO₂-Emissionen bzw. 52 Prozent der SO₂-Gesamtemissionen durch den privaten Konsum erklärt. Bereits 14 Prozent dieser Gesamtemissionen wurden – als Kraftverkehrs- und Hausbrandemissionen – unmittelbar durch Konsumprozesse hervorgerufen. Rund 42 Prozent der konsuminduzierten Produktionsbelastungen entstanden bei der Endproduktion von Konsumprodukten (direkter Emissionseffekt), während sich der Rest auf die zusätzlich erforderliche Vorleistungsproduktion verteilte. Demgegenüber wurden lediglich 19 Prozent der SO₂-Gesamtemissionen durch die private und öffentliche Investitionsnachfrage ausgelöst. Die investitionsinduzierten Emissionen wurden noch durch die exportbedingten SO₂-Belastungen übertroffen, die 1966 rd. 25 Prozent der produktionspezifischen bzw. 22 Prozent der Gesamtemissionen erreichten.

898. Die absolute Emissionsverteilung auf die gesamtwirtschaftlichen Endnachfragekomponenten ist indessen von beschränkter Aussagekraft, da sie bereits ein Abbild der Gesamtausgabenverteilung liefert. Um Vorstellungen über die spezifische Emissionsintensität einzelner Endnachfragekomponenten zu gewinnen, wurden deshalb den Emissionsanteilen die entsprechenden Beiträge zur Gesamt-Endnachfrage gegenübergestellt (siehe 3.1 Luft, Abb. 16). Dabei zeigt sich, daß die Exporte im Untersuchungszeitraum die eindeutig emissionsintensivste Endnachfragekomponente darstellten. Bemerkenswert ist, daß diese Aussage auch durch Einbeziehung verbrauchsspezifischer SO₂-Emissionen nicht aufgehoben wird. Zwar ändert sich hierdurch naturgemäß die Beurteilung zu Lasten des privaten Konsums, der ohne Berücksichtigung dieser Endverbrauchsemissionen unterdurchschnittlich SO₂-intensiv war. Bezogen auf eine Endnachfrageeinheit kann der private Konsum jedoch auch in diesem Falle gegenüber den Exporten als weniger emissionsintensiv gelten. Die hohen spezifischen Emissionseffekte der Exportnachfrage sind dabei im wesentlichen auf die überdurchschnittliche Beteiligung der Energiewirtschaft sowie der Grundstoff- und Produktionsgüterindustrien an der exportinduzierten Gesamtbelastung zurückzuführen (Tab. 6).

899. Die bisherigen Aussagen führten insofern zu einer ungünstigen Beurteilung der Exporte, als diese im Vergleich zu den übrigen Endnachfragekomponenten überdurchschnittlich zur inländischen SO₂-Gesamtbelastung beitragen. Diese Aussage läßt sich indessen nicht automatisch auf die gesamten außenwirtschaftlichen Beziehungen übertragen, da der exportinduzierten Mehrbelastung ein inländischer Entlastungseffekt durch das realisierte Importangebot gegenübersteht. Dieser Entlastungseffekt umfaßt sämtliche mit einer Importsubstitution verbundenen direkten und indirekten Emissionswirkungen. Die Höhe dieses Effektes ist jedoch wegen der besonderen Produktstruktur der Importnachfrage nur schwer abschätzbar: Da Importe gegenüber der Inlandsproduktion gleicher Sektoren – dies gilt insbe-

sondere für den Bereich „Energiewirtschaft und Bergbau“ – zudem in stärkerem Maße Rohstoffe enthalten, erscheint hier ein sektorbezogener Ansatz wenig aussagekräftig. Differenzierte Aussagen könnten in diesem Falle nur über einen disaggregierten produktbezogenen Ansatz gewonnen

werden. Vorläufige Schätzungen berechtigen jedoch zu der Feststellung, daß die exportinduzierte Mehrbelastung durch SO₂-Emissionen im Untersuchungszeitraum nur unvollständig durch entgegengerichtete Importeinflüsse ausgeglichen wurde.

Tabelle 1: Systematik der Produktionssektoren

Lfd. Nr.	Kurzbezeichnung	Detaillierte Bezeichnung	Nr. der Grundsystematik
1	Land- u. Forstwirtschaft	Land- und Forstwirtschaft, Fischerei und gewerbliche Gärtnerei	0
2	Energiewirtschaft, Bergbau	Elektrizitätswirtschaft, Gas- und Wasserwirtschaft, Kohlen- bergbau, Eisenerzbergbau, Kali- und Steinsalzbergbau, Erdölgewinnung, restlicher Bergbau	1
3	Chemie, Steine u. Erden	Steine und Erden, Chemie, Mineralölverarbeitung, Gummi- und Asbestverarbeitung, Feinkeramik, Herstellung u. Verarbeitung von Glas, Kunststoff- verarbeitung	20,21,22
4	Eisen u. Stahl, NE-Metalle	Eisen- und Stahlerzeugung, Eisen-, Stahl- und Temper- gießereien, Ziehereien und Kaltwalzwerke, NE-Metall- erzeugung, NE-Metallgießerei, Stahlverformung, Schlosserei, Schweißerei und Schmiederei	23
5	Stahl-, Maschinen-, Fahrzeugbau	Stahlbau, Maschinenbau, Straßenfahrzeugbau, Schiffbau, Luftfahrzeugbau	24
6	Elektro- technik, EBM	Elektrotechnik, Feinmechanik und Optik, Herstellung und Reparatur von Uhren, Herstellung von EBM-Waren, Herstellung von Musikinstrumenten, Sportgeräten, Spiel- und Schmuckwaren	25

Lfd. Nr.	Kurzbezeichnung	Detaillierte Bezeichnung	Nr. der Grundsystematik
7	Holz, Papier, Leder, Textilien	Sägewerke u. Holzbearbeitung, Zellstoff-, Holzschliff-, Papier- u. Pappeerzeugung, Druckerei u. Vervielfältigung, Ledererzeugung u. -verarbeitung, Herstellung u. Reparatur von Schuhen, Textilgewerbe, Beklei- dungsgewerbe, Polsterei u. Deko- rateurgewerbe	26,27
8	Nahrungs- u. Genußmittel	Mühlengewerbe, Ölmühlen u. Margarineherstellung, Zucker, Brauerei u. Mälzerei, Tabak- verarbeitung, restl. Nahrungs- u. Genußmittelgewerbe, Herstellung von Futtermitteln	28,29
9	Bauwirtschaft	Bauhauptgewerbe, Ausbau- u. Bauhilfsgewerbe	3
10	Handel	Groß- u. Einzelhandel, Handelsvermittlung	4
11	Verkehr, Nach- richtenüber- mittlung	Eisenbahnen, Straßenverkehr, Schifffahrt, Wasserstraßen u. Häfen, Luftfahrt, Transport in Leitungen, Spedition, Lagerei u. Verkehrsvermittlung, Deutsche Bundespost	5
12	Sonstige Dienstleistungen	Kredit- u. Versicherungsgewerbe, Wohnungsvermietung, Gaststätten- u. Beherbergungsgewerbe, Wäsche- rei u. Reinigung, Verlagsgewerbe, Wissenschaft, Erziehung, Kunst, Gesundheitswesen, Rechtsberatung, restl. von Unternehmen u. freien Berufen erbrachte Dienstleistungen	6,7
13	Staat	Gebietskörperschaften u. Sozial- versicherung	9
14	Private Haushalte	Private Haushalte u. private Organisationen ohne Erwerbs- charakter	8

Quelle: Statistisches Bundesamt; Zusammenfassung nach KRENGEL (1972)

**Tabelle 2: Matrix der absoluten Verflechtung von SO₂-Emissionen 1960 nach Produktions- und Endnachfragesektoren in der Bundesrepublik Deutschland
1000 t SO₂**

von Produktion \ Emissionen für Endnachfrage	Land- und Forst- wirtschaft	Energie- wirtschaft, Bergbau	Chemie, Steine und Erden	Eisen und Stahl, NE- Metalle	Stahl-, Maschi- nen-, Fahrzeug- bau	Elektro- technik, EBM	Holz, Papier, Leder, Textil	Nahrungs- und Genuß- mittel	Bau- wirtschaft	Handel	Verkehr, Nach- richten- über- mittlung	Sonstige Dienst- leistungen	Staat	Private Haus- halte ¹⁾	SO ₂ - Emis- sionen insgesamt
1 Land- u. Forstwirtschaft	13,2	0,1	0,5	0,1	0,9	0,5	3,0	21,8	0,6	1,2	0,1	3,3	1,6	0,1	47,0
2 Energiewirtschaft, Bergbau	14,0	385,8	80,4	48,6	105,1	57,0	54,7	54,1	57,5	30,9	23,9	51,0	71,4	2,8	1 037,2
3 Chemie, Steine u. Erden	5,8	5,1	164,1	5,7	39,4	22,2	33,1	17,4	65,1	13,2	6,5	18,4	29,3	1,4	426,7
4 Eisen u. Stahl, NE-Metalle	2,0	5,6	5,7	88,4	91,0	43,8	6,0	5,8	24,5	4,7	4,4	6,3	14,0	0,5	302,7
5 Stahl-, Maschinen-, Fahrzeugbau	0,3	0,4	0,3	0,4	47,1	1,0	0,5	0,8	0,9	0,9	0,4	0,7	2,2	0,1	56,0
6 Elektrotechnik, EBM	0,1	0,2	0,3	0,2	2,4	16,2	0,5	0,3	0,6	0,3	0,2	0,5	1,4	0,1	23,3
7 Holz, Papier, Leder, Textil	0,8	1,2	3,1	1,2	8,0	5,6	129,4	4,9	6,7	6,0	1,5	9,6	9,4	0,7	188,1
8 Nahrungs- u. Genußmittel	1,4	0,2	0,8	0,2	1,6	0,9	1,3	81,9	0,7	2,7	0,2	8,4	2,9	0,3	103,5
9 Bauwirtschaft	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	21,4	0,1	0,0	0,5	1,4	0,0	23,7
10 Handel	0,2	0,2	0,7	0,3	1,9	1,1	1,5	1,6	1,2	24,8	0,2	1,0	1,9	0,1	36,7
11 Verkehr, Nachrichten- übermittlung	1,7	4,0	11,8	4,3	16,5	9,8	11,9	12,2	14,5	24,6	88,7	10,4	17,9	0,7	229,0
12 Sonstige Dienstleistungen	0,2	0,1	0,3	0,1	1,0	0,5	0,6	0,7	0,4	1,2	0,2	19,6	3,3	0,2	28,4
13 Staat	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,2	0,2	0,5	0,2	0,3	0,1	0,8	60,7	0,0	63,7
14 Private Haushalte ¹⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SO ₂ -Gehalt insgesamt	39,9	403,0	268,1	149,6	315,3	158,8	242,8	194,3	194,3	110,9	126,4	130,5	217,4	7,0	2 566,0
darunter direkt	13,2	385,8	164,1	88,4	47,1	16,2	129,4	81,9	21,4	24,8	88,7	19,6	60,7	-	1 141,3

¹⁾ Emissionen privater Haushalte werden als Emissionen des Endverbrauchs außerhalb der Produktion berücksichtigt. Die ausgewiesenen indirekten Emissionseffekte beziehen sich ausschließlich auf den Dienstleistungsanteil dieses Sektors.

Quelle: Eigene Berechnungen nach Lenhart (1972, 1973) und Kregel (1972)

**Tabelle 3: Matrix der absoluten Verflechtung von SO₂-Emissionen 1966 nach Produktions- und Endnachfragesektoren in der Bundesrepublik Deutschland
1000 t SO₂**

von Produktion \ Emissionen für Endnachfrage	Land- und Forst- wirtschaft	Energie- wirtschaft, Bergbau	Chemie, Steine und Erden	Eisen und Stahl, NE- Metalle	Stahl-, Maschi- nen-, Fahrzeug- bau	Elektro- technik, EBM	Holz, Papier, Leder, Textil	Nahrungs- und Genuß- mittel	Bau- wirtschaft	Handel	Verkehr, Nach- richten- über- mittlung	Sonstige Dienst- leistungen	Staat	Private Haus- halte ¹⁾	SO ₂ - Emis- sionen insgesamt
1 Land- u. Forstwirtschaft	12,6	0,1	0,6	0,1	0,8	0,5	2,6	22,1	0,6	0,8	0,1	3,6	1,8	0,1	46,4
2 Energiewirtschaft, Bergbau	16,6	503,5	89,8	49,2	113,2	57,2	57,0	65,1	68,2	28,6	21,4	74,3	98,0	3,2	1 245,3
3 Chemie, Steine u. Erden	6,4	6,5	232,0	5,1	46,0	23,8	32,2	21,2	86,3	11,6	6,9	22,9	40,1	1,5	542,5
4 Eisen u. Stahl, NE-Metalle	2,4	5,8	8,0	110,5	102,8	49,0	6,9	7,5	35,1	3,9	4,6	9,2	15,9	0,6	362,2
5 Stahl-, Maschinen-, Fahrzeugbau	0,3	0,4	0,4	0,4	57,1	1,2	0,5	0,8	1,3	0,8	0,5	1,0	2,7	0,1	67,5
6 Elektrotechnik, EBM	0,1	0,2	0,4	0,2	2,7	18,0	0,6	0,4	1,0	0,2	0,2	0,7	1,3	0,1	26,1
7 Holz, Papier, Leder, Textil	0,8	1,0	3,6	0,9	7,2	5,0	123,9	4,7	7,6	4,1	1,4	9,6	9,4	0,6	179,8
8 Nahrungs- und Genußmittel	1,6	0,2	1,0	0,2	1,4	0,8	1,1	82,4	0,8	1,7	0,2	8,5	3,2	0,3	103,4
9 Bauwirtschaft	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	29,4	0,1	0,0	0,9	1,7	0,0	32,5
10 Handel	0,3	0,3	1,4	0,4	2,6	1,5	1,9	2,4	2,3	34,2	0,3	1,6	3,0	0,1	52,3
11 Verkehr, Nachrichten- übermittlung	1,0	1,9	9,0	2,4	10,6	5,6	6,4	8,1	11,1	12,9	58,9	8,2	13,2	0,4	149,7
12 Sonstige Dienstleistungen	0,3	0,2	0,6	0,2	1,6	0,8	0,9	1,3	0,7	1,5	0,3	34,2	5,9	0,4	48,9
13 Staat	0,1	0,1	0,2	0,1	0,4	0,2	0,2	0,6	0,4	0,4	0,2	1,3	83,1	0,1	87,4
14 Private Haushalte ¹⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SO ₂ - Gehalt insgesamt	42,6	520,2	347,0	169,7	346,5	163,6	234,3	216,7	244,8	100,8	95,0	176,0	279,3	7,5	2 944,0
darunter direkt	12,6	503,5	232,0	110,5	57,1	18,0	123,9	82,4	29,4	34,2	58,9	34,2	83,1	-	1 379,8

¹⁾ Emissionen privater Haushalte werden als Emissionen des Endverbrauchs außerhalb der Produktion berücksichtigt. Die ausgewiesenen indirekten Emissionseffekte beziehen sich ausschließlich auf den Dienstleistungsanteil dieses Sektors.

Quelle: Eigene Berechnungen nach Lehnart (1972, 1973) und Kregel (1972)

Tabelle 4: Matrix der spezifischen SO₂-Emissionen 1960, bezogen auf eine sektorale Endnachfrageeinheit, in der Bundesrepublik Deutschland
t SO₂-1 Mill. DM Endnachfrage

Emittierd. Produktion \ Endnachfrage-sektor	Land- und Forstwirtschaft	Energie-wirtschaft, Bergbau	Chemie, Steine und Erden	Eisen und Stahl, NE-Metalle	Stahl-, Maschinen-, Fahrzeugbau	Elektrotechnik, EBM	Holz, Papier, Leder, Textil	Nahrungs- und Genußmittel	Bauwirtschaft	Handel	Verkehr, Nachrichtenübermittlung	Sonstige Dienstleistungen	Staat	Private Haushalte
1 Land- und Forstwirtschaft	1,817	0,016	0,027	0,015	0,021	0,022	0,096	0,582	0,018	0,032	0,012	0,094	0,037	0,031
2 Energiewirtschaft, Bergbau	1,924	44,369	4,807	5,200	2,433	2,318	1,755	1,441	1,762	0,849	2,302	1,434	1,675	0,578
3 Chemie, Steine und Erden	0,796	0,588	9,810	0,611	0,912	0,904	1,061	0,465	1,995	0,363	0,623	0,518	0,687	0,296
4 Eisen und Stahl, NE-Metalle	0,276	0,646	0,341	9,463	2,106	1,782	0,194	0,155	0,751	0,128	0,424	0,177	0,328	0,098
5 Stahl-, Maschinen-, Fahrzeugbau	0,042	0,043	0,020	0,039	1,090	0,042	0,016	0,020	0,027	0,025	0,043	0,020	0,052	0,013
6 Elektrotechnik, EBM	0,011	0,025	0,016	0,020	0,056	0,660	0,016	0,009	0,019	0,008	0,015	0,014	0,032	0,010
7 Holz, Papier, Leder, Textil	0,116	0,143	0,187	0,123	0,186	0,227	4,152	0,131	0,206	0,165	0,144	0,270	0,220	0,139
8 Nahrungs- und Genußmittel	0,199	0,025	0,046	0,026	0,037	0,037	0,041	2,184	0,022	0,074	0,020	0,235	0,067	0,071
9 Bauwirtschaft	0,006	0,003	0,001	0,002	0,002	0,001	0,002	0,003	0,657	0,002	0,003	0,015	0,032	0,003
10 Handel	0,026	0,022	0,044	0,035	0,043	0,045	0,048	0,042	0,036	0,680	0,023	0,028	0,045	0,015
11 Verkehr, Nachrichtenübermittlung	0,241	0,458	0,704	0,465	0,382	0,399	0,381	0,325	0,445	0,677	8,532	0,293	0,420	0,140
12 Sonstige Dienstleistungen	0,024	0,016	0,017	0,015	0,022	0,019	0,019	0,019	0,011	0,033	0,017	0,550	0,078	0,046
13 Staat	0,014	0,008	0,008	0,006	0,007	0,007	0,006	0,014	0,007	0,009	0,014	0,023	1,424	0,009
14 Private Haushalte	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Σ	5,492	46,362	16,028	16,020	7,297	6,463	7,787	5,390	5,956	3,045	12,172	3,671	5,097	1,449
darunter direkt	1,817	44,369	9,810	9,463	1,090	0,660	4,152	2,184	0,657	0,680	8,532	0,550	1,424	-

Quelle: Eigene Berechnung nach Lenhart (1972, 1973) und Kregel (1972)

Tabelle 5: Matrix der spezifischen SO₂-Emissionen 1966, bezogen auf eine sektorale Endnachfrageeinheit, in der Bundesrepublik Deutschland t SO₂-1 Mill. DM Endnachfrage

Emittierd. Produktion \ Endnachfrage-sektor	Land- und Forstwirtschaft	Energie-wirtschaft, Bergbau	Chemie, Steine und Erden	Eisen und Stahl, NE-Metalle	Stahl-, Maschi-nen-, Fahrzeugbau	Elektro-technik, EBM	Holz, Papier, Leder, Textil	Nahrungs- und Genußmittel	Bau-wirtschaft	Handel	Verkehr, Nach-richten-über-mittlung	Sonstige Dienst-leistungen	Staat	Private Haus-halte
1 Land- u. Forstwirtschaft	1,349	0,010	0,018	0,009	0,011	0,013	0,056	0,407	0,010	0,015	0,007	0,055	0,023	0,020
2 Energiewirtschaft, Bergbau	1,782	43,188	2,915	4,151	1,596	1,514	1,218	1,197	1,136	0,526	1,362	1,141	1,244	0,477
3 Chemie, Steine und Erden	0,685	0,555	7,530	0,428	0,649	0,630	0,688	0,389	1,439	0,213	0,437	0,351	0,509	0,229
4 Eisen und Stahl, NE-Metalle	0,262	0,500	0,260	9,328	1,450	1,297	0,147	0,137	0,585	0,071	0,291	0,141	0,202	0,082
5 Stahl-, Maschinen-, Fahrzeugbau	0,034	0,032	0,014	0,030	0,805	0,031	0,011	0,015	0,022	0,015	0,035	0,015	0,034	0,011
6 Elektrotechnik, EBM	0,008	0,018	0,012	0,015	0,038	0,476	0,012	0,008	0,016	0,004	0,012	0,011	0,017	0,008
7 Holz, Papier, Leder, Textil	0,081	0,089	0,117	0,077	0,102	0,133	2,647	0,086	0,126	0,076	0,086	0,148	0,119	0,086
8 Nahrungs- und Genußmittel	0,171	0,016	0,032	0,017	0,020	0,021	0,023	1,515	0,014	0,031	0,011	0,131	0,041	0,047
9 Bauwirtschaft	0,005	0,003	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,002	0,490	0,001	0,002	0,014	0,022	0,002
10 Handel	0,029	0,022	0,044	0,032	0,037	0,040	0,040	0,045	0,038	0,630	0,022	0,024	0,038	0,014
11 Verkehr, Nachrichtenübermittlung	0,109	0,166	0,291	0,202	0,149	0,149	0,137	0,148	0,185	0,238	3,746	0,126	0,168	0,064
12 Sonstige Dienstleistungen	0,031	0,018	0,019	0,017	0,023	0,020	0,019	0,024	0,012	0,028	0,017	0,525	0,075	0,053
13 Staat	0,011	0,007	0,006	0,005	0,005	0,006	0,005	0,011	0,006	0,007	0,011	0,020	1,055	0,007
14 Private Haushalte	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Σ	4,557	44,624	11,259	14,313	4,886	4,331	5,004	3,984	4,079	1,855	6,039	2,702	3,547	1,100
darunter direkt	1,349	43,188	7,530	9,328	0,805	0,476	2,647	1,515	0,490	0,630	3,746	0,525	1,055	-

Quelle: Eigene Berechnung nach Lenhart (1972, 1973) und Krenzel (1972).

**Tabelle 6: Durch Komponenten der gesamtwirtschaftlichen Endnachfrage induzierte SO₂-Emissionen 1960 bis 1966 in der Bundesrepublik Deutschland
1000 t SO₂**

Produktionssektor	Privater Konsum		Private Investitionen				Staatlicher Konsum				Staatliche Investitionen				Export					
	insgesamt		darunter direkt		insgesamt		darunter direkt		insgesamt		darunter direkt		insgesamt		darunter direkt		insgesamt		darunter direkt	
	1960	1966	1960	1966	1960	1966	1960	1966	1960	1966	1960	1966	1960	1966	1960	1966	1960	1966	1960	1966
1 Land- u. Forstwirtschaft	38,5	37,6	10,4	9,7	3,1	2,7	1,0	0,9	1,5	1,8	-	-	0,5	0,5	0,3	0,2	3,5	3,9	1,0	1,1
2 Energiewirtschaft, Bergbau	469,3	607,3	165,4	233,9	196,7	221,3	41,8	62,2	68,9	95,2	-	-	18,4	28,5	1,4	3,5	284,0	293,0	95,5	86,2
3 Chemie, Steine u. Erden	157,5	197,3	47,5	70,5	99,1	112,5	11,2	13,1	28,2	38,9	-	-	15,9	25,8	0,2	0,7	126,1	167,9	67,3	96,0
4 Eisen und Stahl, NE-Metalle	62,9	78,3	4,1	6,4	94,8	100,0	13,1	13,3	13,5	15,5	-	-	8,1	13,8	0,4	1,2	123,4	154,6	48,1	66,0
5 Stahl-, Maschinen-, Fahrzeugbau	11,0	14,4	6,1	8,4	22,6	23,4	17,6	17,8	2,1	2,6	-	-	1,0	1,4	0,6	0,8	19,2	25,6	14,9	19,8
6 Elektrotechnik, EBM	7,2	8,5	4,3	4,9	7,0	7,4	4,4	4,6	1,3	1,3	-	-	0,4	0,7	0,2	0,3	7,3	8,1	5,0	5,4
7 Holz, Papier, Leder, Textilien	124,4	117,6	73,6	74,3	27,3	23,8	10,7	9,8	9,0	9,1	-	-	3,0	4,2	0,9	1,5	24,4	25,0	10,7	12,3
8 Nahrungs- und Genußmittel	90,6	89,9	61,9	60,4	4,2	3,3	1,1	0,8	2,2	3,1	-	-	0,3	0,4	-	-	5,8	6,7	2,3	3,2
9 Bauwirtschaft	1,1	1,5	0,3	0,3	16,5	21,3	16,1	20,8	1,3	1,7	-	-	4,6	7,7	4,5	7,6	0,3	0,4	0,1	0,2
10 Handel	23,8	34,5	16,1	24,0	6,7	8,0	3,6	3,8	1,9	2,9	-	-	0,5	1,0	0,1	0,2	3,9	5,9	1,4	2,2
11 Verkehr, Nachrichtenübermittlung	115,2	72,2	43,0	25,9	38,9	23,8	7,1	4,9	17,3	12,9	-	-	4,0	3,6	0,1	0,0	53,7	37,3	23,9	17,0
12 Sonst. Dienstleistungen	20,2	35,2	14,3	25,1	1,9	3,2	0,6	1,1	3,2	5,7	-	-	0,2	0,5	0,1	0,2	2,8	4,2	1,4	1,9
13 Staat	3,8	4,9	1,8	2,1	0,6	0,7	0,1	0,1	58,6	80,7	56,9	78,2	0,1	0,1	-	-	0,7	0,8	0,2	0,2
Produktion insgesamt	1 125,5	1 299,2	448,8	545,9	519,4	551,4	128,4	153,2	209,0	271,4	56,9	78,2	57,0	88,2	8,8	16,2	654,9	733,4	271,8	311,5
Endverbrauch	469,9	474,2			-	-			-	-			-	-			-	-		
Gesamtmissionen	1 595,4	1 773,4			519,4	551,4			209,0	271,4			57,0	88,2			654,9	733,4		
Emissionen/1 Mill DM Endnachfrage	0,009812	0,006876			0,007428	0,005267			0,005082	0,003548			0,006317	0,004441			0,011226	0,007694		

Quelle: Eigene Berechnung nach Lenhart (1972, 1973) und Krengel (1972).

4 SPEZIELLE METHODEN DER LANDSCHAFTSPLANUNG

– Ökologische Bewertungsansätze und Eignungsbewertungsverfahren im Rahmen der Erholungsplanung –

900. In der Landschaftsplanung sind unterschiedliche Verfahren zur Bewertung des Landschaftshaushaltes und der Landschaftsstruktur im Gebrauch bzw. in der Entwicklung, die sich typologisch wie folgt zusammenfassen lassen:

Fachplanerische Eignungsbewertungen

- A. Eignungsbewertungen einzelner Nutzungsansprüche
 - Verfahren zur Ermittlung der Erholungseignung
 - Ökologische Eignungsbewertungen in Fachplanungen
- B. Eignungsbewertungen für mehrere Nutzungsansprüche („umfassende“ Bewertungen). Beispiele:
 - Naturräumliche Gliederung der Bundesrepublik Deutschland
 - Kartierung der potentiell-natürlichen Vegetation der Bundesrepublik Deutschland
 - Konzeption für die Entwicklung der Landschaften der Bundesrepublik Deutschland (Raumordnungsbericht 1972)

Ökologische Wirkungsanalysen

901. Die kritische Bestandsaufnahme und Diskussion dieser Bewertungsansätze muß sich an dieser Stelle vor allem auf die ökologischen Wirkungsanalysen und die Bewertungsverfahren im Rahmen der Erholungsplanung konzentrieren.

Die derzeitigen Aktivitäten auf den verschiedenen Sektoren des Umweltschutzes machen trotz Teilerfolgen deutlich, daß die Umweltschutzpolitik z. Z. kaum in der Lage ist, bei den Umweltschutzmaßnahmen räumliche und zeitliche Prioritäten zu setzen. Das liegt in nicht geringem Maße daran, daß bisher das Instrumentarium fehlt, um die ökologische Situation eines Raumes in regionaler Differenzierung in ihrer Gesamtheit quantitativ zu erfassen. Derartige Verfahren sind jedoch die Voraussetzung dafür, daß politische Absichtserklärungen wie „bei Eingriffen in die Landschaft muß durch vorherige Untersuchungen die Auswirkungen auf den Naturhaushalt analysiert und mit zur Planungs- und Entscheidungsgrundlage gemacht werden“, sich in konkretem Planungshandeln niederschlagen (Denkschrift, Ministerkonferenz Raumordnung 1972).

902. Da die Landschaftsplanung heute auf den verschiedenen Ebenen der Raumordnung eine ihrer zentralen Aufgaben darin sieht, Nutzungsansprüche wie Wohnen, Verkehr, Erholung u. a. im Hinblick auf ihre ökologischen Auswirkungen zu untersuchen, also ökologische Wirkungsanalysen durchzuführen, ist zu fragen, inwieweit diese Verfahren in methodisch-formaler und inhaltlicher Hinsicht den heute zu stellenden Anforderungen gerecht werden.

Neben den ökologischen Bewertungsverfahren kommt den Eignungsbewertungen der Landschaft für Erholung und Freizeit im Rahmen der Landschaftsplanung eine besondere Bedeutung zu.

903. Freizeit und Erholung sind heute als eigenständige Bedürfniskategorie im Rahmen der räumlichen Entwicklungsplanung verstärkt zu berücksichtigen. Die Aufgabe der Eignungsbewertungen besteht hierbei darin, festzustellen, in welchem Maße ein Raum für die Erholungs- und Freizeitnutzung geeignet ist. Am Beispiel dieser Eignungsbewertungen können die Bemühungen sichtbar gemacht werden, nicht nur die physischen Komponenten raumstruktureller Gegebenheiten mit in die Planung einzubeziehen, sondern auch deren psychische Aspekte. Wie noch zu zeigen sein wird, stecken diese Bemühungen jedoch noch in den Anfängen.

904. Gerade die Ergänzung der ökonomischen, soziologischen und ökologischen Planungsvariablen durch psychologische Komponenten stellt jedoch eine der wichtigen Aufgaben für die Zukunft dar. In der Vergangenheit standen zu sehr die rein physischen Existenzbedingungen des Menschen im Vordergrund der Umweltdiskussion und der Umweltschutzmaßnahmen (Denkschrift, Ministerkonferenz Raumordnung 1972). Die Bedürfnisse der Menschen liegen jedoch nicht nur im physischen Bereich, sondern der Anspruch auf eine informative Umwelt und kognitive Aktivität zählt, wie die Psychologie längst nachgewiesen hat, mit zu den menschlichen Grundbedürfnissen.

4.1 Ökologische Eignungsbewertungen

905. Unterschiedliche Verfahren ökologischer Eignungsbewertungen für einzelne Nutzungsansprüche liegen in großer Zahl vor. Beispiele hierfür sind die Reichsbodenschätzung, landwirtschaftliche oder Obstbau-Standortkartierungen oder Forstliche Standortkartierungen in den einzelnen Bundesländern. In methodischer Hinsicht sind diese Verfahren sehr unterschiedlich zu bewerten. Ansätzen mit klaren Meßvorschriften stehen solche mit subjektiver Raumabgrenzung und kaum überprüfbareren Bewertungen gegenüber.

Diese Eignungsbewertungen werden in den betreffenden Fachplanungen zur Standortbeurteilung herangezogen. Für die Aufgabe, wie sie sich heute der Landschaftsplanung stellt, nämlich eine Beurteilung der gegenseitigen ökologischen Auswirkungen der fachplanerischen Maßnahmen vorzunehmen, sind diese Bewertungsverfahren von geringer Bedeutung. Ähnliches gilt für Eignungsbewertungen, bei denen eine Standortbeurteilung für verschiedene Nutzungsansprüche vorgenommen werden soll. Mitunter wird in diesem Bereich der Anspruch erhoben, „umfassende oder universelle“ Landschaftsbewertungen vorzulegen, nach denen eine „ökologische Gliederung“ der Bundesrepublik Deutschland vorgenommen werden könne.

906. Diese Verfahren, zu denen beispielsweise die „Naturräumliche Gliederung der BRD“ und die Kartierung der „Potentiell-natürlichen Vegetation“ gehören oder auch Verfahrensvorschläge wie sie in der „Konzeption für die Entwicklung der Landschaft der Bundesrepublik Deutschland (Raumordnungsbericht 1972, S. 173 ff.), gemacht wurden, haben gemeinsam, daß für eine bestimmte räumliche Grundeinheit Nutzungsvorschläge aus ökologischer Sicht für eine größere Zahl von Nutzungsansprüchen gemacht werden. Dies stellt grundsätzlich nichts anderes dar als die Anwendung der verschiedenen, oben erwähnten ökologischen Eignungsbewertungen von Fachplanungen auf den gleichen Raumausschnitt und löst somit ebenfalls nicht die landschaftsplanerische Fragestellung nach den ökologischen Wechselwirkungen zwischen benachbarten oder sich überlagernden Nutzungsansprüchen. Dazu kommt bei diesen Verfahren die Problematik der Abgrenzung der räumlichen Grundeinheiten. Es wird versucht, „natürliche Raumeinheiten“ abzugrenzen, die für verschiedene Nutzungsansprüche gleichartige Eignung aufweisen sollen. Da jedoch jeder Nutzungsanspruch spezifische Bewertungskriterien bei der Durchführung von Eignungsbewertungen verlangt, ergeben sich zwangsläufig für Eignungsbewertungen unterschiedlicher Nutzungsansprüche voneinander abweichende Raumabgrenzungen.

4.2 Ökologische Wirkungsanalysen im Rahmen der Gesamtplanung

907. Die Notwendigkeit, im Rahmen der Umweltplanung die ökologischen Auswirkungen planerischer Maßnahmen zu erfassen und gegebenenfalls zu beeinflussen, führte zu zwei unabhängig voneinander entwickelten Konzeptionen.

Das von der Bundesregierung vorbereitete „Gesetz zur Prüfung der Umweltverträglichkeit öffentlicher Maßnahmen“ sieht ein Verfahren vor, nach dem alle öffentlichen Maßnahmen systematisch auf ihre ökologischen Auswirkungen untersucht werden sollen. Die praktische Durchführung von „Umweltverträglichkeitsprüfungen“ stößt heute noch auf die Schwierigkeit, einen entsprechenden methodischen Prüfungsablauf und die entsprechenden Bewertungsmaßstäbe zu sichern.

Da sich die Landschaftsplanung seit einiger Zeit bemüht, Verfahren der ökologischen Planung zu erstellen, die dann Bestandteil der räumlichen Gesamtplanung werden sollen, wäre bald die Frage zu klären, welche organisatorischen und institutionellen Konsequenzen aus der engen inhaltlichen Beziehung von Umweltverträglichkeitsprüfung und ökologischer Planung zu ziehen sind. Hierauf muß an dieser Stelle verzichtet werden.

Aus den Anforderungen, die von politischer und planerischer Seite an die Landschaftsplanung gestellt werden, ergeben sich für die ökologische Planung als Instrument der Landschaftsplanung die folgenden Anwendungsbereiche:

4.2.1 Feststellen der ökologischen Belastung eines Planungsraumes

908. Dazu gehören:

- a) Aussagen über die räumliche Verteilung einzelner ökologischer Belastungswirkungen (Beispiel: Verlärmungszonen, von Grundwasserabsenkung betroffene Gebiete)
- b) Aussagen über die Belastung einzelner Nutzungsansprüche (Beispiel: Wo werden Naturschutzgebiete am stärksten durch Erholungsaktivitäten beeinträchtigt, wo hat der Nutzungsanspruch „Erholung am Wasser“ die stärkste Gesamtbelastung, z. B. durch Lärm, Luftverunreinigung, Gewässerverunreinigung?)
- c) Aussagen über die Gesamtbelastung aller Nutzungsansprüche eines Planungsraumes.
(Damit könnte festgestellt werden, in welcher Region insgesamt die größten Umweltbelastungen bestehen.)

4.2.2 Beurteilung der ökologischen Auswirkung planerischer Maßnahmen

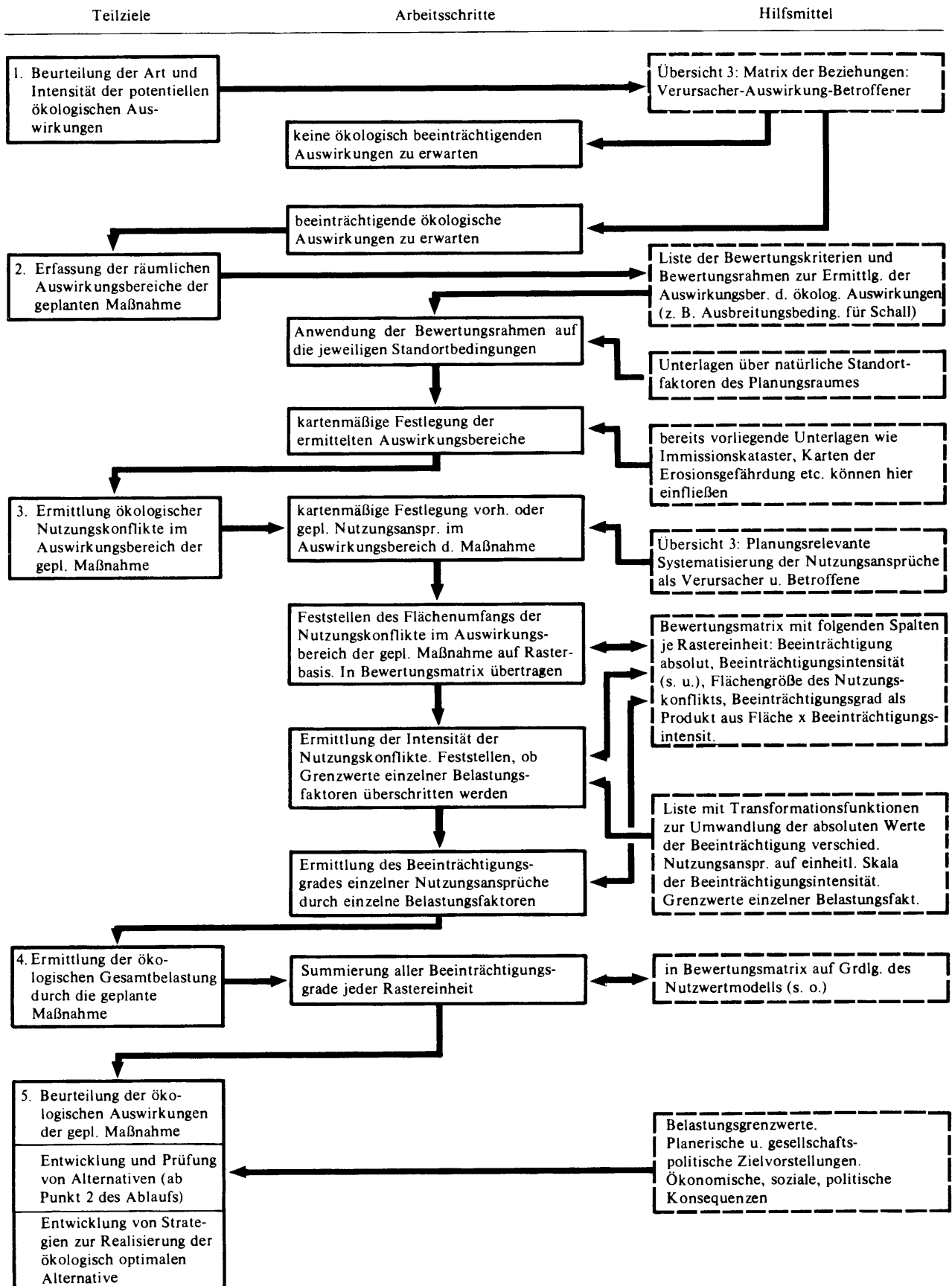
909. Alle raumrelevanten planerischen Maßnahmen sollen vor ihrer Durchführung dahingehend überprüft werden, ob durch ihre Realisierung unzumutbare ökologische Beeinträchtigungen anderer Nutzungsansprüche auftreten. Gegebenenfalls sind Alternativvorschläge zu entwickeln, um diese ökologischen Beeinträchtigungen zu beseitigen oder zu verringern.

Hinsichtlich des zeitlichen Einsatzes der ökologischen Planung im Planungsprozeß der Fach- bzw. Gesamtplanung sind drei Varianten möglich:

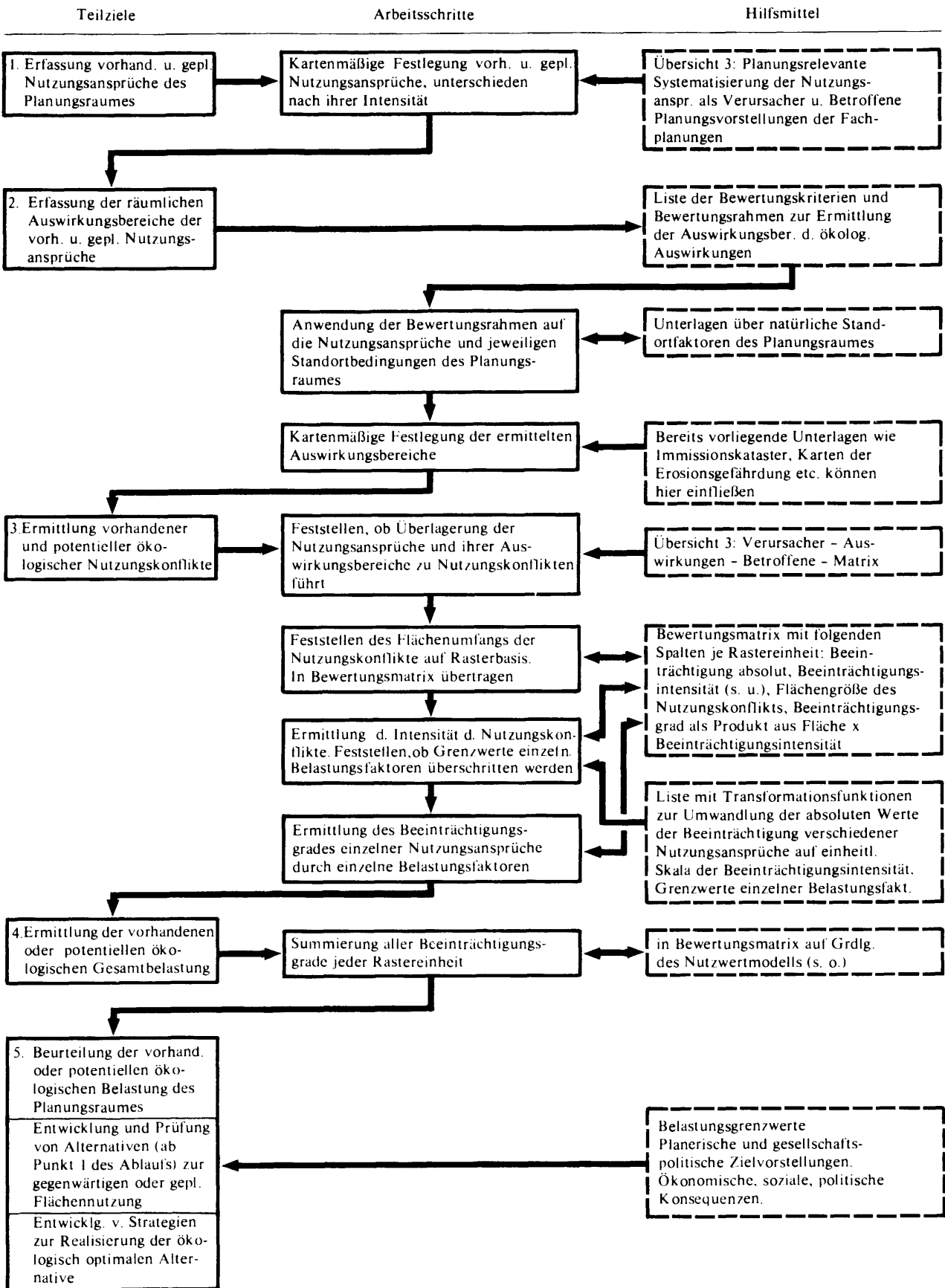
- a) Untersuchung der gegenwärtigen ökologischen Belastung eines Raumes.
- b) Untersuchung der ökologischen Auswirkungen von Maßnahmen vor ihrer Durchführung, um gegebenenfalls Alternativen entwickeln zu können.
- c) Untersuchung unterschiedlicher Regionen bereits vor der Entwicklung fachplanerischer Vorstellungen, um für die einzelnen Fachplanungen Räume ausweisen zu können, in denen eine Realisierung ihrer Planungsvorhaben die geringsten ökologischen Beeinträchtigungen mit sich bringen würde.

910. Der entscheidende Ansatz des Verfahrensablaufs für die Durchführung der ökologischen Planung – in den Übersichten 1 und 2 dargestellt – liegt darin, von den Nutzungskonflikten zwischen sich gegenseitig überlagernden oder einander benachbarten Nutzungsansprüchen auszugehen. Dazu werden, die vorhandenen oder geplanten Nutzungsansprüche eines Planungsraumes – wie z. B. in der Übersicht 3 – systematisiert nach ihrer räumlichen Ausdehnung (einschließlich ihrer Auswirkungsbereiche) und Inten-

Übersicht 1
VERFAHRENSABLAUF DER ÖKOLOGISCHEN PLANUNG
Ziel: Beurteilung der ökologischen Auswirkung von Maßnahmen



Übersicht 2
VERFAHRENSABLAUF DER ÖKOLOGISCHEN PLANUNG
 Ziel: Beurteilung der ökologischen Belastung eines Planungsraumes



sität kartenmäßig erfaßt, die Stärke ökologischer Nutzungskonflikte in den Bereichen sich überlagernder Nutzungsansprüche bestimmt und Alternativen zur Problemlösung aufgezeigt. Auf detaillierte Angaben über den Verfahrensablauf muß hier verzichtet werden.

Das Verfahren stellt zugleich einen Vorschlag dar, wie Landschaftsplanungen als integrierende ökologische Komponente der räumlichen Gesamtplanung durchgeführt werden können. Während mit Hilfe ökologischer Eignungsbewertungen und ökologischer Gliederungen lediglich festgestellt werden kann, ob und inwieweit bei den gegebenen natürlichen Standortbedingungen eine bestimmte Nutzungsabsicht möglich ist, wird durch die ökologische Planung geprüft, ob eine derartige Realisierung über die natürlichen Standortkriterien wie Boden, Wasser, Luft, als Träger der Belastungswirkungen bereits vorhandene oder mögliche Nutzungsansprüche beeinträchtigt. Ökologische Planung der beschriebenen Art ist daher als querschnittsorientierte, mehrere Zuständigkeitsbereiche berührende Fragestellung im Rahmen der räumlichen Gesamtplanung anzusehen.

4.3 Eignungsbewertungen für Freizeit und Erholung

911. Die Darstellung entsprechender Eignungsbewertungsverfahren kann an dieser Stelle nur so erfolgen, daß deren inhaltliche und formale Grundprinzipien erläutert werden. Wie bereits erwähnt, besteht die Zielsetzung dieser Eignungsbewertungsverfahren darin, Vorrangzonen für Erholung und Freizeit zu fixieren.

Alle in der Planungspraxis zur Zeit verwendbaren Bewertungsverfahren beruhen auf indirekten Messungen, d. h. sie gehen von der Voraussetzung aus, daß sich die erholungsrelevanten Faktoren des natürlichen und infrastrukturellen Potentials einer Landschaft auf einige wichtige Größen zurückführen lassen. Die Komponenten werden dann mit Hilfe bestimmter Kriterien gemessen und nach ihrer jeweiligen Bedeutung für den Erholungswert einer Landschaft bewertet. Die Güte derartiger Verfahren wird weitgehend durch die Angemessenheit und Aussagefähigkeit der verwendeten Kriterien sowie der Art und Weise ihrer Gewichtung bestimmt. Die Auswahl und Gewichtung kann entweder völlig intuitiv erfolgen, dann ist eine inhaltliche Rationalität der Verfahren kaum gegeben, oder es wird versucht, Kriterien aus den Erkenntnissen entsprechender Grundlagenuntersuchungen abzuleiten. Wenn zum Beispiel KIEMSTEDT (1967, S. 17) vorschlägt, Kriterien der folgenden Wirkungsebenen in die Eignungsbewertungen einzubeziehen, dann ist zunächst zu hinterfragen, inwieweit mit Hilfe dieser Kriterien die Eignung einer Landschaft für Erholung abgebildet werden kann.

Der Autor unterscheidet

- unmittelbare physische Einflüsse und Einwirkungen (z. B. klimatische Gegebenheiten)
- die Träger sinnlicher und optischer Eindrücke des Landschaftserlebnisses
- Elemente der Benutzbarkeit zur Ausübung von Freizeitaktivitäten.

Ferner wird von der Hypothese ausgegangen, daß ein kleinräumiger Wechsel der auf diesen Wirkungsebenen erfaßten Kriterien eine Landschaft mit hohem Erholungswert kennzeichnet.

Im folgenden wird daher kurz die Frage erörtert, inwieweit die getroffenen Annahmen, denen im übrigen die größte Zahl vorliegender Bewertungsverfahren folgt, durch entsprechende Grundlagenuntersuchungen abgesichert sind.

4.3.1 Erkenntnisse und ungeklärte Fragen umweltpsychologischer Grundlagenforschung

912. Wichtige Erkenntnisse der Wahrnehmungspsychologie sind folgende Beziehungen:

- ein zu niedriges Reizangebot, das von der Umwelt vermittelt wird, führt zum Zustand psychischer Orientierungslosigkeit –
- Überangebote an Informationen können hingegen nicht mehr bewältigt werden und rufen Streßsituationen hervor –
- zwischen diesen beiden Extremen liegt im „Normalbereich“ des Reizniveaus ein optimaler Präferenzwert, bei dem ein Gleichgewicht besteht zwischen dem psychischen Aktivitätsbedürfnis des Menschen und seiner sensorischen Aufnahmekapazität –

Das psychische Aktivitätsbedürfnis ist jedoch nicht bei allen Menschen gleich. Es wird durch eine Vielzahl personen- und schichtspezifischer Merkmale, wie Entwicklungsunterschiede (u. a. Alter, Ausbildung), Erkenntnisunterschiede (u. a. Erinnerungsvermögen, Denkvermögen) und Motivationsunterschiede (u. a. Bedürfnisse, Wünsche) determiniert. So wird z. B. die gleiche Landschaft von verschiedenen Personen bzw. sozialen Gruppen in unterschiedlicher Weise erlebt und bewertet. Diese subjektiven Bewertungen konkreter Umweltsituationen führen ihrerseits zu unterschiedlichen Verhaltensweisen im Raum. Das bedeutet, daß nicht so sehr die objektiv vorhandenen Verhaltensmöglichkeiten die tatsächliche Nutzung eines Raumes bestimmen, als vielmehr das Erlebnis dieser Verhaltensmöglichkeiten.

913. Trotz einiger vielversprechender wissenschaftlicher Versuche, diese Zusammenhänge aufzudecken, kann das Konzept einer „Komplexität der Gestaltung“, wie es kurz dargestellt wurde, bisher der Planungspraxis nur sehr bescheidene Hinweise geben. Die planerisch entscheidenden Fragen, die zu klären wären, lauten:

- Wie beeinflussen bestimmte Raumelemente, etwa eine Baumgruppe, das jeweilige emotionale Erleben dieses Raumes? Welche Räume werden ganzheitlich oder in ihren einzelnen Strukturelementen erlebt?
- Welche gruppenspezifischen Eigenschaften der Benutzer von Landschaft differenzieren in welcher Intensität die von der Landschaft ausgehenden erlebnismäßige Resonanz und wo liegen die optimalen Präferenzschwellen?

Die Beantwortung der ersten Frage wäre z. B. aber eine der

entscheidenden Voraussetzungen, um umweltverändernde Maßnahmen, etwa im Rahmen der Erholungs- und Freizeitplanung, im Hinblick auf ihre wahrnehmungspsychologischen und verhaltenspsychologischen Konsequenzen beurteilen zu können.

Diese kurze Darstellung mag genügen, um deutlich zu machen, daß die bereits angesprochene Wirkungsebene landschaftlicher Gegebenheiten als Träger sinnlicher und optischer Eindrücke bisher nur sehr vage beschrieben werden kann. Haltbar dürfte jedoch die Hypothese sein, daß eine vielfältig gegliederte Landschaft unabhängig von der Benutzergruppe höhere Präferenzwerte erreicht.

4.3.2 Pragmatische Ansätze der Landschaftsbewertung für Freizeit und Erholung

914. Im Rahmen dieser Eignungsbewertungen muß sowohl das natürliche als auch das infrastrukturelle Potential eines Raumes für Freizeit und Erholung erfaßt werden. Wir verzichten hier darauf, die Problematik der Infrastrukturbewertungen zu erörtern, da dies kein spezifisches Problem der Landschaftsplanung darstellt. Die Ausführungen konzentrieren sich auf die Verfahren zur Erfassung des natürlichen Erholungspotentials.

Die entsprechenden Eignungsbewertungen lassen sich auf zwei Grundtypen zurückführen:

- a) Generalisierende Bewertungsverfahren, die von einem wenig differenzierten Begriff der Erholung ausgehen. Hierbei wird der Versuch unternommen, eine Landschaft ganz allgemein im Hinblick auf ihre Erholungseignung zu bewerten. Es bleibt unberücksichtigt, daß sich hinter dem Begriff „Erholung“ eine Vielzahl zum Teil miteinander konkurrierender Freizeitformen und Freizeitaktivitäten verbirgt. Die entsprechenden Bewertungsansätze erfassen demnach nur die räumlich-strukturellen Faktoren auf der Angebotseite, die Nachfrageseite, also die Bedürfnisse der Erholungsuchenden, bleibt weitgehend unberücksichtigt.
- b) Die aktivitätsorientierten Bewertungsansätze versuchen dagegen, ausgehend von einer Vielzahl von Erholungsaktivitäten den Erholungsbegriff zu differenzieren. Im Ergebnis erfassen diese Verfahren nicht mehr „die“ Erholungseignung, sondern die Eignung eines Raumes für verschiedene Erholungsaktivitäten. Die spezifischen Eignungswerte lassen sich jedoch im nachhinein unter bestimmten Gesichtspunkten aggregieren. So können z. B. die Aktivitäten zusammengefaßt werden, die Sommererholung, Wintererholung oder die Erholung am Wasser repräsentieren.

915. Die Grundtypen der Eignungsbewertung unterscheiden sich demnach vor allem in inhaltlicher Hinsicht. Der formale Aspekt, nämlich die Schritte der Bewertung, ist dahingehend weitgehend identisch. Er stellt sich wie folgt dar:

- Bestimmung der bewertungsrelevanten Faktoren (z. B. Relief, Bodennutzung usw.)
- Messung dieser Faktoren mit Hilfe abgeleiteter Kriterien (z. B. Reliefenergie, Wassergüte usw.)
- Gewichtung der Kriterien im Hinblick auf ihre Bedeutung für den Nutzungsanspruch (z. B. Wassergüte, für Aktivität Schwimmen bedeutsamer als für Aktivität Rudern)
- Aggregation der gewichteten Kriterien zu einem Gesamtwert.

Beispiel für ein generalisierendes Eignungsbewertungsverfahren:

916. Ermittlung des Vielfältigkeitswertes einer Landschaft (V-Wert) nach KIEMSTEDT (1967).

Das Verfahren bezieht folgende Kriterien in die Bewertung ein:

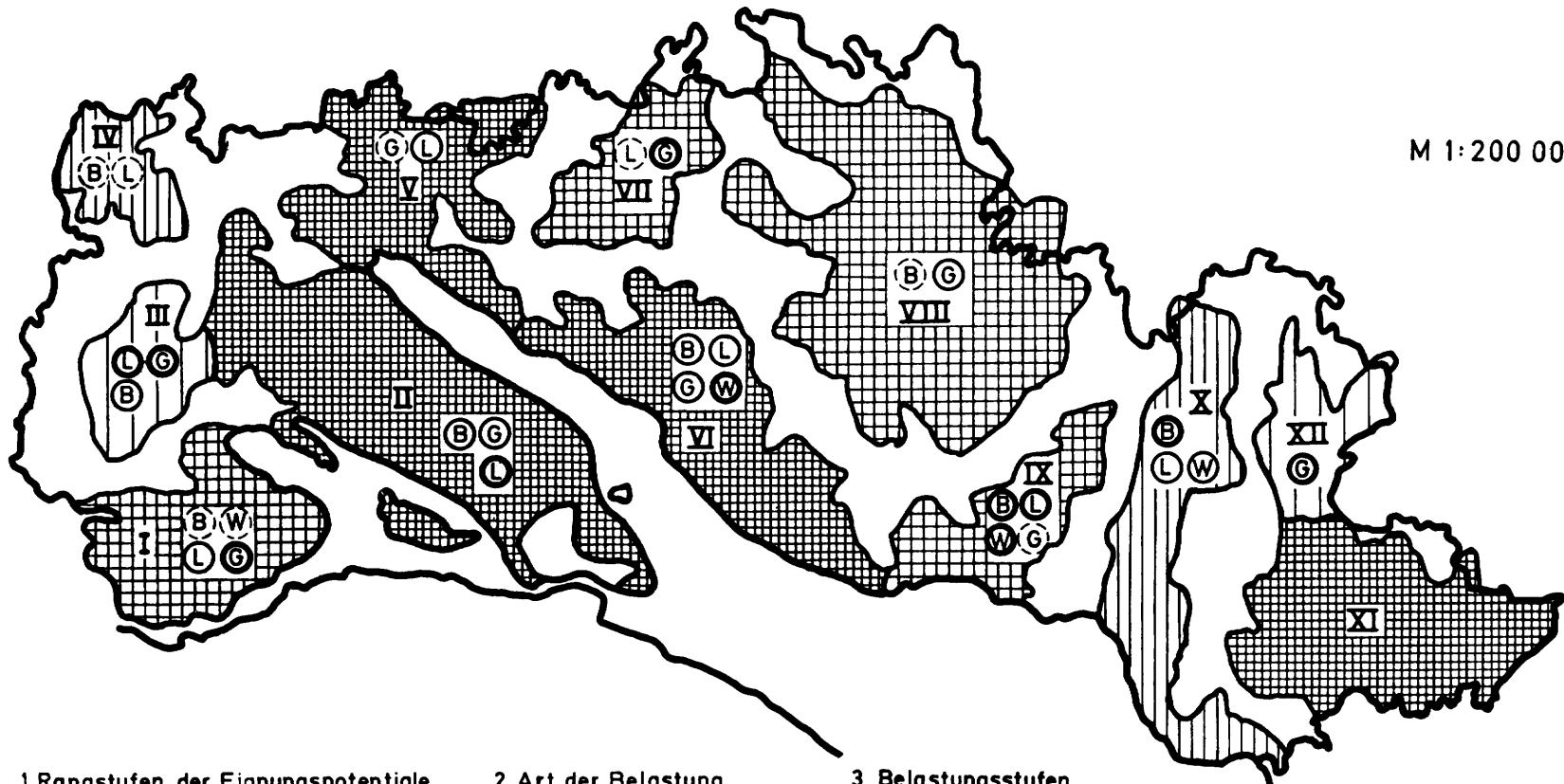
917. Randwirkung von Gewässern und Wäldern, Reliefunterschiede, Zusammensetzung der Bodennutzung und Klimafaktor.

Mit Hilfe dieser Faktoren, die die bereits angesprochenen Wirkungsebenen landschaftlicher Attraktivität repräsentieren sollen, wird durch nutzwertanalytische Operationen ein Potentialwert landschaftlicher Vielfalt berechnet. Derartige generalisierende Bewertungen können nur als erste Rahmenaussagen auf der regionalen Planungsebene Verwendung finden. Bei kleinräumigen Planungen haben sie nur geringen Informationsgehalt. Die Problematik weitgehend subjektiver Kriterienauswahl und -gewichtung ist bei diesen Ansätzen besonders groß. Karte 2 zeigt die Ergebnisse einer entsprechenden Eignungsbewertung für das Bodenseegebiet. In Karte 1 sind die absoluten V-Werte zu Potentialeinheiten zusammengefaßt worden. Zusätzlich werden die ökologischen Beeinträchtigungen des Erholungspotentials berücksichtigt. Die Karten 3 und 4 stellen die Ergebnisse einer gegenüber dem V-Wert leicht modifizierten Eignungsbewertung auf Gemeindebasis für Niedersachsen dar.

918. Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß die pragmatischen Verfahren der Landschaftsbewertung, die den Erholungswert einer Landschaft indirekt zu messen versuchen, zumindest was die letzte Gruppe anbetrifft, so weit entwickelt sind, daß sie für praktische Planungsprobleme erste Entscheidungshilfen zu geben vermögen. Ihre weitere Vervollkommnung setzt voraus, daß ihre inhaltliche Aussage durch entsprechende umweltpsychologische und freizeitsoziologische Grundlagenuntersuchungen verbessert wird. Reine formale Operationen, wie z. B. Modifizierung in der Kriterienauswahl bzw. Bepunktung, bringen die Verfahren nicht mehr weiter.

Karte 2: Erholungszonen unterschiedlichen Eignungspotentials und Belastungsfaktoren

M 1:200 000



1. Rangstufen der Eignungspotentiale

 gering	 mittelmäßig
 gut	 sehr gut

2. Art der Belastung

- B Bebauung
- L Verlärmung
- W Wasserqualität
- G Grundstoffindustrien (als Landschaftsschäden)

3. Belastungsstufen

-  mittel
-  stark
-  sehr stark

Quelle: Landschaftsrahmenplan Bodensee, 1974.

ANHANG II

ERGÄNZENDE MATERIALIEN

Inhaltsverzeichnis

	Seite	Seite	
1. Erlaß über die Einrichtung eines Rates von Sachverständigen für Umweltfragen bei dem Bundesminister des Innern	254	4. Müllverbrennungsanlagen in der Bundesrepublik Deutschland	278
2. Bevölkerungsentwicklung im Bundesgebiet 1816 bis 1972	256	5. Öffentliche Abfallbeseitigung in Rheinland-Pfalz, Oktober 1973 nach Verwaltungsbezirken	279
3. Eheschließungen, Lebendgeborene, Gestorbene und Geborenenüberschuß auf 1000 Einwohner 1816 bis 2000	256	6. Übersicht über produktionspezifische Abfälle einiger Wirtschaftsgruppen/-untergruppen im Verarbeitenden Gewerbe	280
4. Bevölkerungsentwicklung in den Gebietseinheiten des Bundesraumordnungsprogramms 1970 bis 1985	257	7. Gewerbliche Abfälle in Hessen	284
5. Natürliche Bevölkerungsentwicklung in den Gebietseinheiten des Bundesraumordnungsprogramms 1970 bis 1985 (Karte)	258	8. Struktur der Industrieabfälle in Baden-Württemberg	285
6. Bevölkerung und Bevölkerungsdichte am 1. 1. 1970 in den 24 Verdichtungsräumen	259	9. Anlagen zur Behandlung von Sonderabfällen in der Bundesrepublik Deutschland	287
7. Anzahl, Lebendgeborene und Geburtenüberschuß der Ausländer in der Bundesrepublik 1960 bis 1972	259	10. Sonderabfall-Deponien in der Bundesrepublik Deutschland	289
8. Beiträge der Wirtschaftsbereiche zum Bruttoinlandsprodukt in konstanten Preisen	260	Abschnitt 3.6 – Umweltchemikalien und Ökosysteme	
9. Beiträge der Wirtschaftsbereiche zum Bruttoinlandsprodukt	261	1. Anzahl der zum Vertrieb in der Bundesrepublik Deutschland zugelassenen Pflanzenschutzmittel (Handelspräparate) 1969 bis 1972	291
Abschnitt 3.1 – Luft		2. Absatz von Pestiziden und Wachstumsreglern in der Bundesrepublik Deutschland 1972 für Landwirtschaft und Haushaltshygiene	291
1. Entwicklung der Schwefeldioxid-Emission aus Verbrennungsprozessen 1960 bis 1972 nach Brennstoffen in der Bundesrepublik Deutschland	262	3. Absatz von Pestiziden (Pflanzenschutzmittel und Haushaltshygienemittel) 1969 bis 1972	292
Abschnitt 3.2 – Wasser		4. Absatz von Herbiziden in der Bundesrepublik Deutschland 1972	293
1. Entwicklung der öffentlichen Wasserförderung 1960 bis 1970	263	5. Absatz von Fungiziden und Saatgutbehandlungsmitteln in der Bundesrepublik Deutschland 1972	294
2. Öffentliches Abwasserwesen 1969	264	6. Absatz von Insektiziden und Akariziden einschl. Synergisten in der Bundesrepublik Deutschland 1972 für Landwirtschaft und Haushaltshygiene ..	294
3. Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung der Industrie	265	7a. Geschätzter Anteil der mit Herbiziden, mit Fungiziden und Saatgutbehandlungsmitteln und der mit Insektiziden behandelten Flächen in % der jeweiligen Anbaufläche	294
Abschnitt 3.3 – Lebensmittel		7b. Landwirtschaftlich genutzte Fläche der Bundesrepublik Deutschland 1972 nach Kulturarten ...	295
1. Für den Bereich „Lebensmittel“ bedeutsame Regelungen in Rechtsvorschriften des Bundes oder in EG-Richtlinien (bestehende oder in Vorbereitung befindliche)	266	8. Immissionsbelastung (Luft)	295
2. Ergebnisse von Rückstandsuntersuchungen verschiedener Untersuchungsanstalten	267	9. Fluor-Immissionsbelastung 1972 im Ruhrgebiet und in der sogenannten Rheinschiene	296
3. Tägliche Bleibelastung durch einzelne Nahrungsgruppen unter Berücksichtigung des Verbrauchs pro Kopf und Jahr	268	10. Vergleich der in einzelnen Meßjahren auf das „Ruhrgebiet“ sedimentierten Staubmengen	296
4. Nahrungsmittelgruppen, geordnet nach steigendem durchschnittlichem Cadmiumgehalt	268	11. Handelsdüngerverbrauch der Landwirtschaft in der Bundesrepublik Deutschland 1965/66 bis 1970/71	296
5. Jährliche Hg-Belastung durch einzelne Lebensmittelgruppen (ohne Fisch) 1969/70 unter Berücksichtigung des durchschnittlichen Verbrauchs pro Kopf der erwachsenen Bevölkerung	269	12. Durchschnittlicher Pflanzennährstoffgehalt von Regenwasser mg/l bzw. kg/ha für 100 mm Niederschlag	296
6. Tägliche Gesamtbelastung in Prozent des ADI ...	270	13. Zufuhr an Mineralstoffen in einem Eichenmischwald-Ökosystem in Großbritannien kg/ha · Jahr .	296
7. Fremdstoffe in tierischen Lebensmitteln	271	14. Einfluß der Düngung auf das Grundwasser in einem Schleswig-Holsteinischen Testgebiet mit ca 80 km ²	296
8. Fremdstoffe in pflanzlichen Lebensmitteln	273	15. Gesetze und Verordnungen mit Bezug zum Problembereich Umweltchemikalien und Ökosysteme	297
Abschnitt 3.5 – Feste Abfälle		Abschnitt 4.1 – Naturschutz und Landschaftspflege	
1. Haus- und Sperrmüllaufkommen der Haushalte in Nordrhein-Westfalen 1971	275	1. Naturparke in der Bundesrepublik Deutschland (Stand: 1.4. 1973)	298
2. Müll- und Sperrmüllabfuhr in Nordrhein-Westfalen 1971	276	2. Die Naturparke der Bundesrepublik Deutschland (Karte)	300
3. Behandlung und Ablagerung von Abfällen 1971 in Nordrhein-Westfalen	277	3. Naturschutzgebiete in der Bundesrepublik Deutschland	301

1. Erlaß
über die Einrichtung eines Rates von Sachverständigen
für Umweltfragen
bei dem Bundesminister des Innern
Vom 28. Dezember 1971
(BMBI. 1972, Nr. 3, Seite 27)

§ 1

Zur periodischen Begutachtung der Umweltsituation und der Umweltbedingungen in der Bundesrepublik Deutschland und zur Erleichterung der Urteilsbildung bei allen umweltpolitisch verantwortlichen Instanzen sowie in der Öffentlichkeit wird im Einvernehmen mit den im Kabinettsausschuß für Umweltfragen vertretenen Bundesministern ein Rat von Sachverständigen für Umweltfragen gebildet.

§ 2

(1) Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen soll die jeweilige Situation der Umwelt und deren Entwicklungstendenzen darstellen sowie Fehlentwicklungen und Möglichkeiten zu deren Vermeidung oder zu deren Beseitigung aufzeigen.

(2) Der Bundesminister des Innern kann im Einvernehmen mit den im Kabinettsausschuß für Umweltfragen vertretenen Bundesministern Gutachten zu bestimmten Themen erbiten.

§ 3

Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen ist nur an den durch diesen Erlaß begründeten Auftrag gebunden und in seiner Tätigkeit unabhängig.

§ 4

(1) Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen besteht aus 12 Mitgliedern.

(2) Die Mitglieder sollen die Hauptgebiete des Umweltschutzes repräsentieren.

(3) Die Mitglieder des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen dürfen weder der Regierung oder einer gesetzgebenden Körperschaft des Bundes oder eines Landes noch dem öffentlichen Dienst des Bundes, eines Landes oder einer sonstigen juristischen Person des öffentlichen Rechts, es sei denn als Hochschullehrer oder als Mitarbeiter eines wissenschaftlichen Instituts angehören. Sie dürfen ferner nicht Repräsentant eines Wirtschaftsverbandes oder einer Organisation der Arbeitgeber oder Arbeitnehmer sein oder zu diesen in einem ständigen Dienst- oder Geschäftsbesorungsverhältnis stehen; sie dürfen auch nicht während des letzten Jahres vor der Berufung zum Mitglied des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen einer derartige Stellung innegehabt haben.

§ 5

Die Mitglieder des Rates werden vom Bundesminister des Innern im Einvernehmen mit den im Kabinettsausschuß für Umweltfragen vertretenen Bundesministern für die Dauer von drei Jahren berufen. Die Mitgliedschaft ist auf die Person bezogen. Wiederberufung ist höchstens zweimal mög-

lich. Die Mitglieder können jederzeit schriftlich dem Bundesminister des Innern gegenüber ihr Ausscheiden aus dem Rat erklären.

§ 6

(1) Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen wählt in geheimer Wahl aus seiner Mitte für die Dauer von drei Jahren einen Vorsitzenden und einen stellvertretenden Vorsitzenden mit der Mehrheit der Mitglieder. Einmalige Wiederwahl ist möglich.

(2) Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen gibt sich eine Geschäftsordnung. Sie bedarf der Genehmigung des Bundesministers des Innern im Einvernehmen mit den im Kabinettsausschuß für Umweltfragen vertretenen Bundesministern.

§ 7

(1) Der Vorsitzende beruft schriftlich den Rat zu Sitzungen ein; er teilt dabei die Tagesordnung mit. Den Wünschen der im Kabinettsausschuß für Umweltfragen vertretenen Bundesminister auf Beratung bestimmter Themen ist Rechnung zu tragen.

(2) Auf Wunsch des Bundesministers des Innern hat der Vorsitzende den Rat einzuberufen.

(3) Die Beratungen sind nicht öffentlich.

§ 8

Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen kann im Einvernehmen mit dem Bundesminister des Innern zu einzelnen Beratungsthemen andere Sachverständige hinzuziehen.

§ 9

Die im Kabinettsausschuß für Umweltfragen vertretenen Bundesminister sind von den Sitzungen des Rates und den Tagesordnungen zu unterrichten; sie und ihre Beauftragten können jederzeit an den Sitzungen des Rates teilnehmen. Auf Verlangen ist ihnen das Wort zu erteilen.

§ 10

(1) Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen legt die Ergebnisse seiner Beratungen in schriftlichen Berichten nieder, die er über den Bundesminister des Innern den im Kabinettsausschuß für Umweltfragen vertretenen Bundesministern zuleitet.

(2) Wird eine einheitliche Auffassung nicht erzielt, so sollen in dem schriftlichen Bericht die unterschiedlichen Meinungen dargelegt werden.

(3) Die schriftlichen Berichte werden grundsätzlich veröffentlicht. Den Zeitpunkt der Veröffentlichung bestimmt der Bundesminister des Innern.

§ 11

Die Mitglieder des Rates und die von ihm nach § 8 hinzugezogenen Sachverständigen sind verpflichtet, über die Beratungen und über den Inhalt der dem Rat gegebenen Informationen, soweit diese ihrer Natur und Bedeutung nach geheimzuhalten sind, Verschwiegenheit zu bewahren.

§ 12

Die Mitglieder des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen erhalten pauschale Entschädigungen sowie Ersatz ihrer Reisekosten. Diese werden vom Bundesminister des In-

tern im Einvernehmen mit dem Bundesminister für Wirtschaft und Finanzen festgesetzt.

§ 13

Das Statistische Bundesamt nimmt die Aufgaben einer Geschäftsstelle des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen wahr.

Bonn, den 28. Dezember 1971

Der Bundesminister des Innern
Genscher

2. Bevölkerungsentwicklung im Bundesgebiet 1816 bis 1972

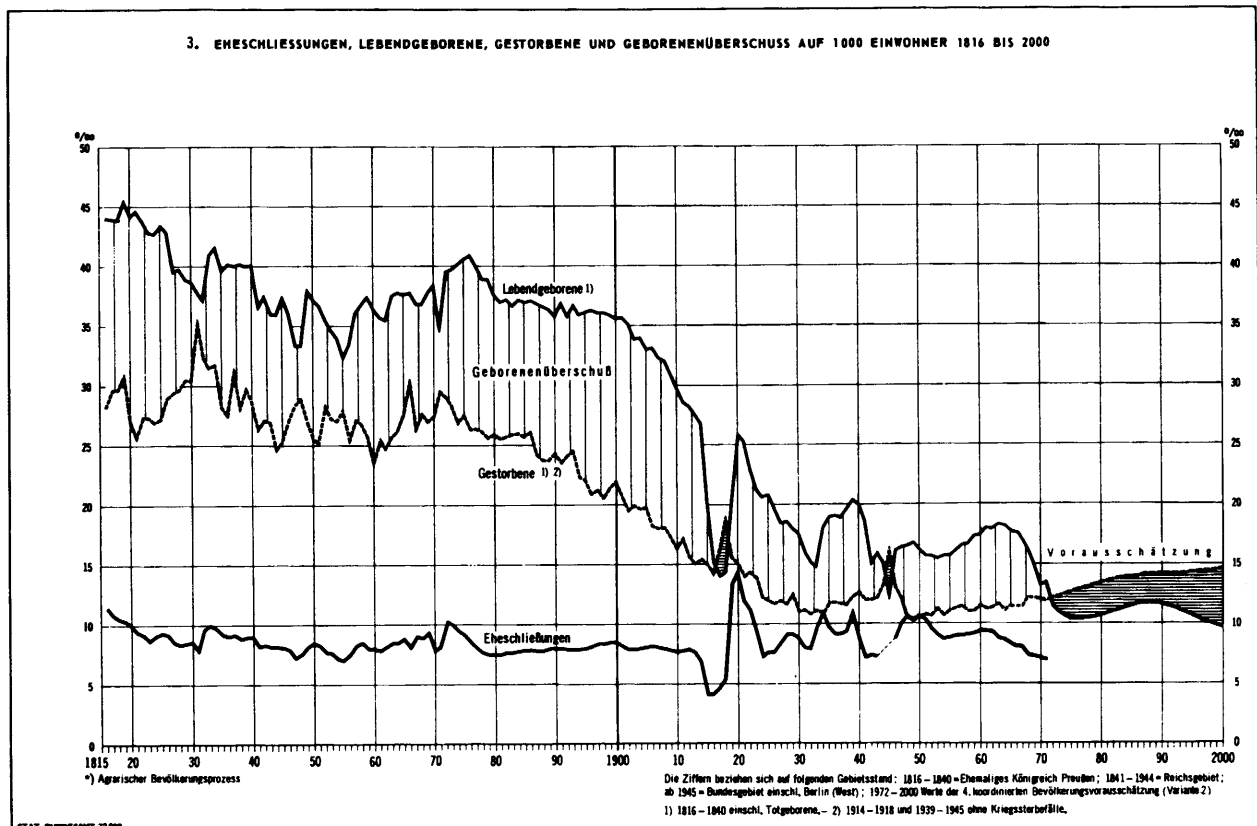
Jahr ¹⁾	Bevölkerung		Jahr ¹⁾	Bevölkerung		Jahr ¹⁾	Bevölkerung		Jahr ¹⁾	Bevölkerung	
	1 000	je qkm		1 000	je qkm		1 000	je qkm		1 000	je qkm
1816	13 726	55	1864	19 600	79	1934	41 168	166	1956	53 008	213
1819	14 150	57	1867	19 950	80	1935	41 457	167	1957	53 656	216
1822	14 580	59	1871	20 410	82	1936	41 781	168	1958	54 292	218
1825	15 130	61	1880	22 820	92	1937 ²⁾	42 118	169	1959	54 876	221
1828	15 270	61	1890	25 433	102	1938	42 576	171	1960	55 433	223
1831	15 860	64	1900	29 838	120	1939	43 008	173	1961	56 175	226
1834	16 170	65	1910	35 590	143	1946 ³⁾	46 190	186	1962	56 938	229
1837	16 570	67	1925	39 017	157	1947	46 992	189	1963	57 587	232
1840	17 010	68	1926	39 351	158	1948	48 251	194	1964	58 266	235
1843	17 440	70	1927	39 592	159	1949	49 198	198	1965	59 012	238
1846	17 780	72	1928	39 861	160	1950	50 173	201	1966	59 638	240
1849	17 970	72	1929	40 107	161	1951	50 528	203	1967	59 873	241
1852	18 230	73	1930	40 334	162	1952	50 859	205	1968	60 184	242
1855	18 230	73	1931	40 527	163	1953	51 350	207	1969	60 848	245
1858	18 600	75	1932	40 737	164	1954	51 880	209	1970	60 651	244
1861	19 050	77	1933	40 956	165	1955	52 382	211	1971	61 284	247
									1972	61 502	248

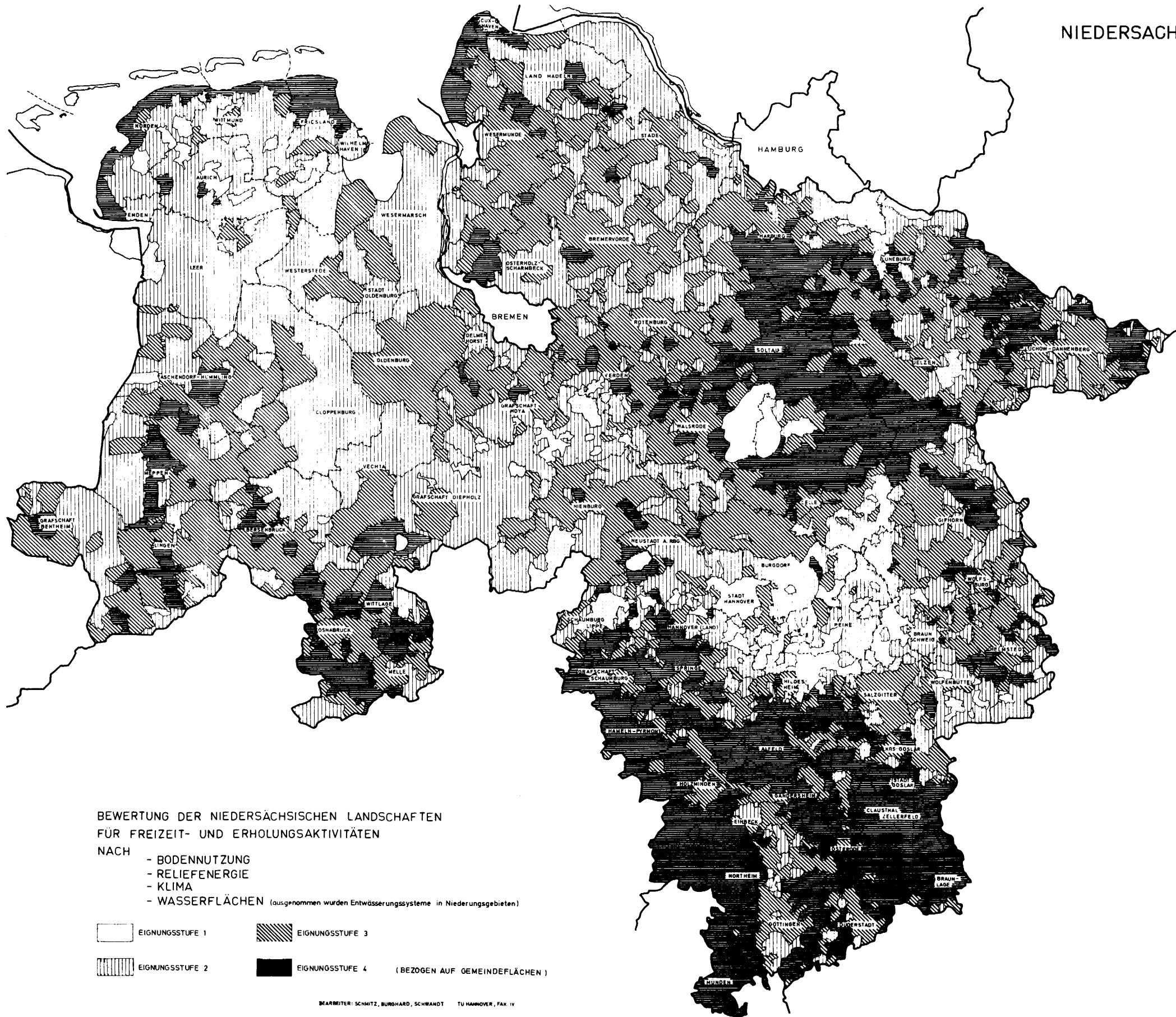
¹⁾ 1816 bis 1910 im Dezember, 1925 und 1933 im Juni, 1939 im Mai, 1946 im Oktober, 1950 im September, 1961 im Juni, 1970 im Mai, 1926 bis 1932 und 1934 bis 1938 Jahresmitte; ab 1947 Jahresdurchschnitte.

²⁾ Gebietsstand: 31. 12. 1937.

³⁾ Einschließlich Personen in Kriegsgefangenen-, Zivilinternierten- und Flüchtlingslagern, mit Ausnahme von Hamburg, Bremen, Saarland und Berlin (West), jedoch ohne Ausländer in IRO-Lagern.

Quelle: Statistisches Bundesamt



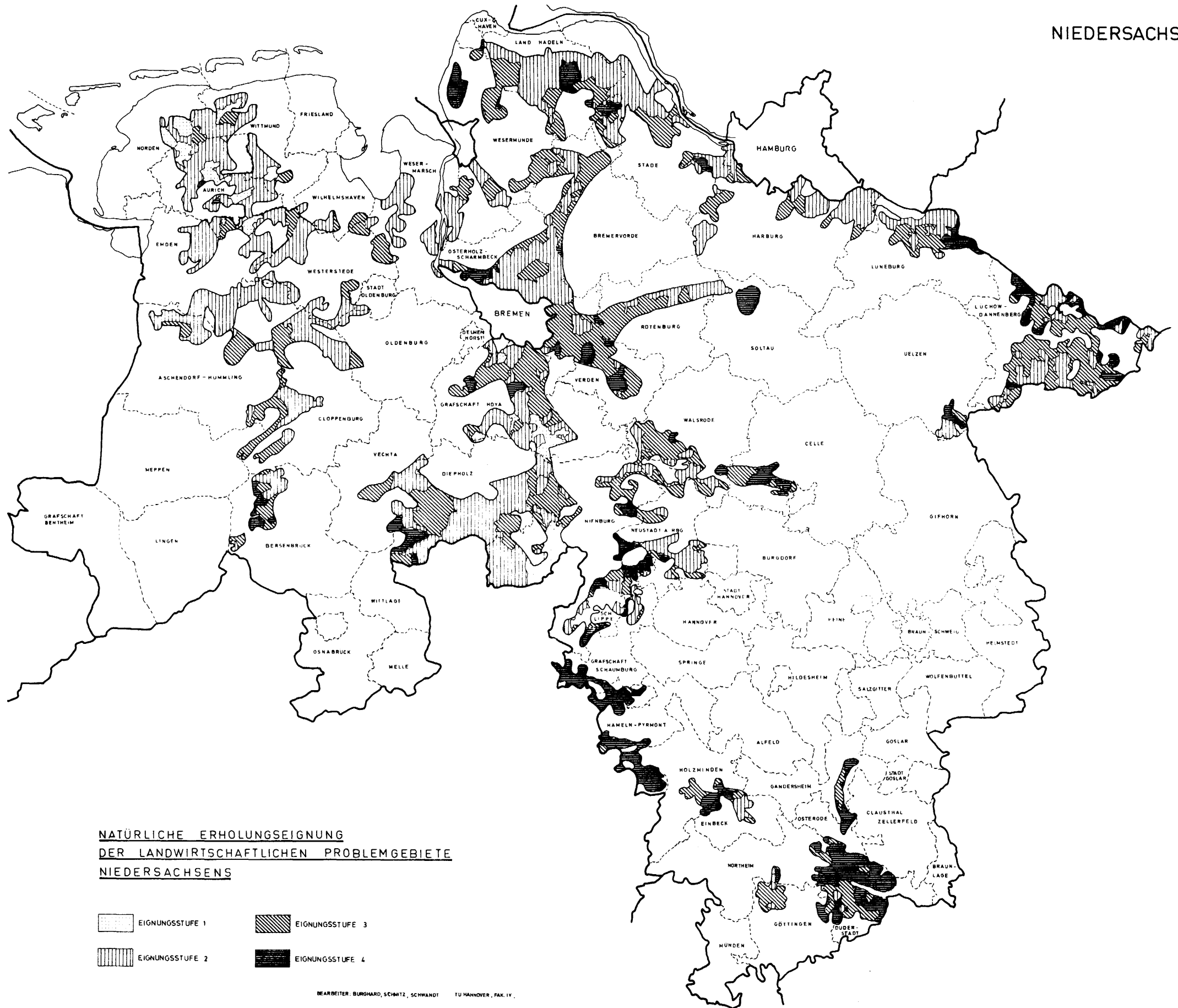


**BEWERTUNG DER NIEDERSÄCHSISCHEN LANDSCHAFTEN
FÜR FREIZEIT- UND ERHOLUNGSAKTIVITÄTEN**


- NACH
- BODENNUTZUNG
 - RELIEFENERGIE
 - KLIMA
 - WASSERFLÄCHEN (ausgenommen wurden Entwässerungssysteme in Niederungsgebieten)

 EIGNUNGSSTUFE 1	 EIGNUNGSSTUFE 3	
 EIGNUNGSSTUFE 2	 EIGNUNGSSTUFE 4	(BEZOGEN AUF GEMEINDEFÄCHEN)

— LANDESRENZE
 - - - - - REGIERUNGS-
 VERWALTUNGSBEZIRKSRENZE
 - - - - - KREISRENZE
 MASSTAB 1:500 000



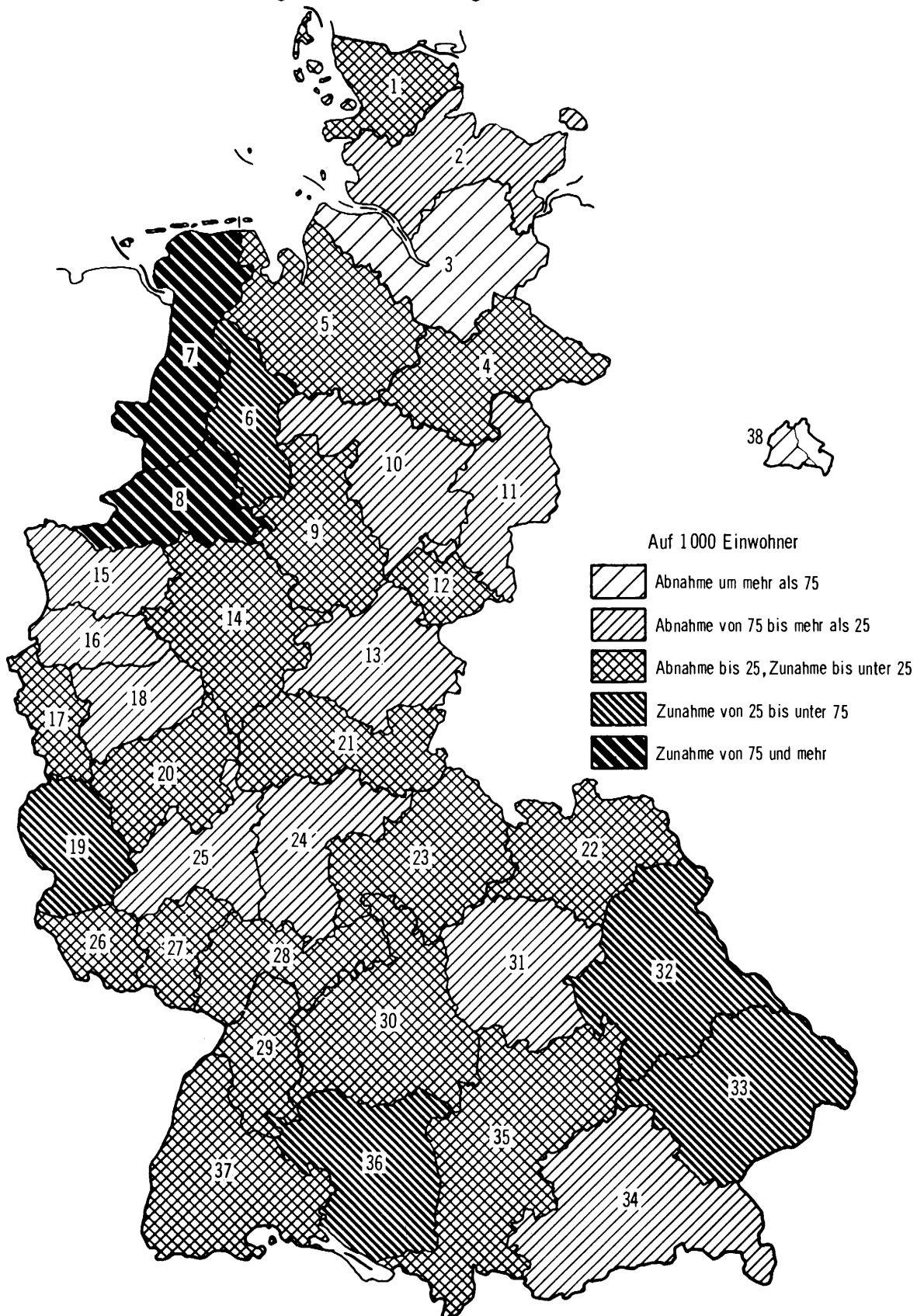
NATÜRLICHE ERHOLUNGSEIGNUNG
DER LANDWIRTSCHAFTLICHEN PROBLEMGEBIETE
NIEDERSACHSENS

- | | | | |
|---|-----------------|---|-----------------|
|  | EIGNUNGSSTUFE 1 |  | EIGNUNGSSTUFE 3 |
|  | EIGNUNGSSTUFE 2 |  | EIGNUNGSSTUFE 4 |

**4. Bevölkerungsentwicklung in den Gebietseinheiten
des Bundesraumordnungsprogramms 1970 bis 1985
in 1000**

Gebietseinheit	Wohnbevölkerung	
	am 27. 5. 1970	Jahres- mitte 1985
1 Schleswig	424	425
2 Mittelholstein-Dithmarschen	1 369	1 311
3 Hamburg	2 887	2 649
4 Lüneburger Heide	560	555
5 Bremen	1 871	1 841
6 Osnabrück	626	666
7 Ems	749	838
8 Münster	1 076	1 164
9 Bielefeld	1 737	1 722
10 Hannover	1 930	1 823
11 Braunschweig	1 217	1 170
12 Göttingen	416	405
13 Kassel	967	938
14 Dortmund-Siegen	3 220	3 207
15 Essen	4 218	4 093
16 Düsseldorf	3 223	3 066
17 Aachen	920	919
18 Köln	2 520	2 436
19 Trier	482	499
20 Koblenz	1 026	1 021
21 Mittel-Osthessen	1 101	1 096
22 Bamberg-Hof	1 021	1 005
23 Aschaffenburg-Schweinfurt	1 155	1 178
24 Frankfurt-Darmstadt	2 884	2 754
25 Mainz-Wiesbaden	1 299	1 250
26 Saarland	1 120	1 106
27 Westpfalz	541	539
28 Rhein-Neckar-Südpfalz	1 832	1 787
29 Oberrhein-Nordschwarzwald	1 206	1 187
30 Neckar-Franken	3 389	3 396
31 Ansbach-Nürnberg	1 564	1 502
32 Regensburg-Weiden	1 025	1 069
33 Landshut-Passau	1 084	1 131
34 München-Rosenheim	2 766	2 595
35 Kempten-Ingolstadt	1 865	1 867
36 Alb-Oberschwaben	1 397	1 449
37 Oberrhein-Südschwarzwald	1 843	1 888
38 Berlin (West)	2 122	1 742

**5. NATÜRLICHE BEVÖLKERUNGSENTWICKLUNG
IN DEN GEBIETSEINHEITEN DES BUNDESRAUMORDNUNGSPROGRAMMS 1970 BIS 1985**
Veränderung der Wohnbevölkerung auf 1 000 Einwohner am 27.5.1970



6. Bevölkerung und Bevölkerungsdichte am 1. Januar 1970 in den 24 Verdichtungsräumen

Verdichtungsraum	Bevölkerung am 1. Januar 1970 ¹⁾		
	1 000	Ein- wohner je qkm	Ver- änderung E/qkm 1961 bis 1970
Rhein-Ruhr	10 527	1 624	83
Rhein-Main	2 467	1 261	160
Hamburg	2 089	2 013	64
Stuttgart	2 109	1 218	150
München	1 591	2 591	518
Rhein-Neckar	1 129	1 116	104
Nürnberg	819	2 172	191
Hannover	727	2 345	87
Bremen	717	1 526	126
Saar	661	1 107	22
Aachen	491	1 320	70
Bielefeld-Herford	478	1 019	113
Augsburg	338	1 397	141
Karlsruhe	330	1 398	123
Kiel	315	2 032	32
Braunschweig	301	2 246	- 38
Kassel	276	1 227	120
Lübeck	259	1 116	38
Koblenz-Neuwied	261	1 008	66
Münster	226	2 283	303
Osnabrück	193	1 222	108
Freiburg	181	1 724	248
Siegen	178	718	81
Bremerhaven	159	1 486	84
Insgesamt	26 822	1 521	117

¹⁾ Ergebnisse der Bevölkerungsfortschreibung auf der Basis der Volkszählung vom 6. Juni 1961.

Quelle: Statistische Landesämter

7. Anzahl, Lebendgeborene und Geburtenüberschuß der Ausländer in der Bundesrepublik 1960 - 1972

Jahr	Anzahl der Ausländer ¹⁾ in Mill.	Lebendgeborene ²⁾ in 1 000	Geburtenüberschuß in 1 000	Anteil an	
				Lebendgeborenen	Geburtenüberschuß
				%	
1960	.	11,1	7,5	1,15	2,32
1961	0,7	14,0	9,9	1,38	2,58
1962	.	18,8	14,5	1,85	3,89
1963	.	24,7	19,9	2,34	5,22
1964	.	30,9	25,6	2,90	6,08
1965	.	37,9	32,3	3,63	8,81
1966	.	45,1	39,3	4,30	10,80
1967	1,8	47,4	41,8	4,65	12,59
1968	1,9	44,9	39,1	4,63	16,57
1969	2,4	50,7	43,7	5,61	27,48
1970	3,0	63,0	55,0	7,77	72,40
1971	3,4	80,7	71,6	10,37	149,72
1972	3,5	91,4	81,9	13,04	-

¹⁾ Meldungen der Ausländerbehörden, für 1972 Ausländerzentralregister. -²⁾ Lebendgeborene, deren Eltern beide Ausländer sind sowie solche mit ausländischem Vater und deutscher Mutter, ferner nichteheliche Kinder ausländischer Mütter.

Quelle: Stat. Bundesamt, Statistik der natürlichen Bevölkerungsbewegung.

8. Beiträge der Wirtschaftsbereiche zum Bruttoinlandsprodukt in konstanten Preisen¹⁾

Wirtschaftsbereich Jahr	Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	Energiewirtschaft und Wasserversorgung	Bergbau	Chemische Industrie, Mineralölverarbeitung usw.	Steine und Erden	Eisen und Stahl, NE-Metalle	Stahl-, Maschinen- und Fahrzeugbau	Elektrotechnik, Feinmechanik, Herstellung von EBM-Waren usw.	Holz, Papier, Leder, Textilien	Nahrungs- und Genußmittel	Verarbeitendes Gewerbe (Sp. 4 bis Sp. 10)	Baugewerbe	Handel	Verkehr und Nachrichtenübermittlung	Dienstleistungsunternehmen	Staat	Private Haushalte und private Organisationen ohne Erwerbscharakter	Bruttoinlandsprodukt	nachrichtlich: Bruttoinlandsprodukt je Erwerbstätigen	Bruttoinlandsprodukt je Einwohner
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	1960=100																			
1950	73	42	75	22	37	37	30	27	53	44	36	44	48	54	49	67	78	46	57	51
1951	84	50	83	26	45	39	38	34	57	51	41	49	51	59	52	69	79	51	62	57
1952	84	52	87	31	50	43	46	38	66	55	47	55	54	62	58	73	83	56	66	61
1953	85	54	85	35	57	44	48	43	75	65	52	66	58	65	63	74	88	60	70	66
1954	87	60	86	40	63	51	55	50	81	67	58	70	62	68	68	77	89	65	73	70
1955	86	67	94	48	72	64	68	63	86	75	68	81	69	78	74	82	93	73	79	77
1956	85	76	99	54	76	73	72	68	89	82	73	86	77	86	80	84	96	78	82	82
1957	88	81	99	63	77	78	75	73	91	89	78	84	83	89	85	90	100	83	85	86
1958	93	84	93	73	81	75	80	79	90	94	82	87	85	88	89	93	102	86	88	88
1959	96	91	93	86	91	83	87	88	94	96	89	96	92	93	94	96	103	92	93	93
1960	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1960	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1961	101	102	100	108	108	101	111	100	105	106	107	109	104	104	106	106	97	106	104	104
1962	98	107	102	118	114	98	117	113	110	112	112	113	110	113	110	112	97	110	108	107
1963	103	114	103	131	114	97	121	117	110	116	116	116	113	112	115	117	99	114	111	110
1964	111	124	103	150	127	107	131	131	117	122	126	128	117	117	120	120	99	121	119	116
1965	98	130	101	170	134	115	141	144	126	129	137	133	125	122	127	126	99	128	125	121
1966	101	139	100	186	137	109	146	144	126	131	139	141	128	125	133	131	101	132	129	123
1967	113	144	87	187	132	104	139	137	122	134	136	136	129	124	138	135	102	131	133	123
1968	116	151	89	225	142	123	152	158	131	140	152	141	133	134	142	140	103	141	142	131
1969	112	166	91	260	157	135	175	184	143	145	170	148	144	146	149	144	106	152	152	141
1970	114	181	100	280	171	145	189	198	145	147	180	158	153	156	159	152	108	161	158	147
1971	118	191	100	290	179	135	192	202	147	152	183	166	156	158	165	159	110	166	163	150
1972	115	207	96	.	.	.	.	.	.	.	189	171	159	162	172	167	112	171	169	153
1973	118	225	95	.	.	.	.	.	.	.	202	170	166	170	181	174	115	180	178	161
	durchschnittlicher jährlicher Zuwachs in %																			
1950/55 ²⁾	+ 3,3	+ 9,6	+ 4,5	+ 17,3	+ 14,0	+ 11,6	+ 17,8	+ 18,2	+ 10,1	+ 11,2	+ 13,7	+ 12,7	+ 7,8	+ 7,8	+ 8,8	+ 4,2	+ 3,5	+ 9,6	+ 6,7	+ 8,4
1955/60 ²⁾	+ 3,1	+ 8,3	+ 1,3	+ 15,8	+ 6,8	+ 9,4	+ 7,9	+ 9,6	+ 3,1	+ 5,9	+ 8,1	+ 4,4	+ 7,6	+ 5,0	+ 6,1	+ 4,2	+ 1,4	+ 6,5	+ 4,8	+ 5,3
1960/65	- 0,3	+ 5,4	+ 0,3	+ 11,2	+ 6,1	+ 2,9	+ 7,0	+ 7,6	+ 4,7	+ 5,2	+ 6,4	+ 5,9	+ 4,6	+ 4,1	+ 4,9	+ 4,7	+ 2,8	+ 12,4	+ 4,6	+ 3,8
1965/70	+ 2,9	+ 6,8	- 0,2	+ 10,5	+ 4,9	+ 4,8	+ 6,1	+ 6,6	+ 2,8	+ 2,6	+ 5,7	+ 3,5	+ 4,1	+ 5,0	+ 4,5	+ 3,8	+ 1,8	+ 4,7	+ 4,7	+ 4,0
1970/73 ³⁾	+ 1,3	+ 7,5	- 1,7	.	.	.	.	.	.	.	+ 3,9	+ 2,4	+ 2,9	+ 3,0	+ 4,4	+ 4,6	+ 2,0	+ 3,6	+ 3,9	+ 2,9

¹⁾ 1950-1960 in Preisen von 1954, 1960-1973 in Preisen von 1962. - ²⁾ Bundesgebiet (ohne Saarland und Berlin). - ³⁾ Vorläufiges Ergebnis.

Quelle: Statistisches Bundesamt

9. Beiträge der Wirtschaftsbereiche zum Bruttoinlandsprodukt

Wirtschaftsbereich Jahr	Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	Energie-wirtschaft und Wasser-versorgung	Bergbau	Chemische Industrie, Mineral-ölverarbeitung usw.	Steine und Erden	Eisen und Stahl, NE-Metalle	Stahl-, Maschinen und Fahrzeugbau	Elektrotechnik, Feinmechanik, Herstellung von EBM-Waren usw.	Holz, Papier, Leder, Textilien	Nahrungs- und Genußmittel	Verarbeitendes Gewerbe (Sp. 4 bis 10)	Baugewerbe	Handel	Verkehr und Nachrichtenübermittlung	Dienstleistungsunternehmen	Staat	Private Haushalte und private Organisationen ohne Erwerbscharakter	Bruttoinlandsprodukt	nachrichtl. Bruttoinlandsprodukt je Einwohner
	Anteile am Bruttoinlandsprodukt in %																	Mill. DM	DM
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	in jeweiligen Preisen																		
1950	10,2	1,7	3,5	4,2	2,0	3,8	5,7	3,9	10,9	8,6	39,1	5,4	13,3	7,1	10,2	7,8	1,8	98050	2091
1951	10,0	1,8	3,4	4,8	2,2	4,3	6,0	4,5	11,2	7,9	40,9	5,4	12,9	6,8	9,7	7,3	1,7	120010	2531
1952	9,5	1,9	3,4	4,6	2,1	4,7	6,9	4,4	10,0	7,5	40,1	5,5	14,1	6,7	9,6	7,4	1,7	136970	2870
1953	8,9	2,1	3,7	4,6	2,2	4,4	6,9	4,6	9,7	7,8	40,2	6,0	13,4	6,5	9,9	7,4	1,8	147720	3066
1954	8,5	2,3	3,6	4,7	2,3	4,7	7,1	4,9	9,4	7,5	40,7	6,1	13,1	6,4	10,3	7,4	1,8	159060	3256
1955	7,8	2,2	3,3	4,9	2,3	5,2	7,5	5,2	9,0	7,3	41,4	6,5	13,3	6,5	10,2	7,1	1,7	182000	3687
1956	7,3	2,3	3,3	5,0	2,3	5,5	7,4	5,1	8,7	7,2	41,2	6,5	13,4	6,5	10,5	7,1	1,7	200950	4026
1957	7,0	2,4	3,3	5,3	2,1	5,5	7,5	5,3	8,6	6,8	41,1	6,3	13,9	6,4	10,7	7,3	1,7	218890	4332
1958	6,9	2,4	3,1	5,4	2,1	5,1	7,7	5,4	8,3	6,8	41,0	6,4	13,7	6,4	10,9	7,4	1,8	234370	4589
1959	6,5	2,5	2,8	5,8	2,2	5,2	7,8	5,4	8,0	6,9	41,3	7,0	13,7	6,4	11,2	7,0	1,7	255140	4937
1960	5,7	2,5	2,8	5,8	2,2	5,7	8,0	5,8	7,9	6,7	42,2	7,0	13,4	6,2	11,4	7,2	1,6	302550	5453
1961	5,2	2,3	2,5	5,7	2,2	5,2	8,5	6,1	8,0	6,7	42,4	7,4	13,2	6,0	11,8	7,5	1,6	333450	5921
1962	4,9	2,2	2,4	5,6	2,2	4,6	8,9	6,0	8,1	6,5	42,0	7,7	13,8	5,8	11,9	7,6	1,6	360910	6336
1963	4,9	2,2	2,3	5,7	2,2	4,3	8,8	5,9	7,9	6,4	41,1	7,8	13,8	6,0	12,3	7,9	1,6	384770	6691
1964	4,8	2,2	2,1	5,7	2,3	4,5	8,9	6,0	7,8	6,2	41,4	8,2	13,6	5,9	12,4	7,9	1,5	422140	7261
1965	4,3	2,2	1,9	5,8	2,3	4,7	9,0	6,1	8,0	6,1	42,1	7,9	13,6	5,7	12,7	8,2	1,5	462020	7854
1966	4,2	2,2	1,7	6,0	2,2	4,3	9,0	5,9	7,5	5,9	41,3	8,0	13,4	5,8	13,1	8,6	1,6	492100	8296
1967	4,2	2,3	1,5	6,0	2,1	3,7	8,9	5,7	7,8	7,4	40,5	7,4	13,5	5,8	14,0	9,0	1,6	496860	8358
1968	3,8	2,5	1,4	6,5	2,1	3,9	9,1	6,0	8,0	6,3	41,9	7,4	13,3	5,8	14,1	8,9	1,6	540540	9076
1969	3,7	2,4	1,3	6,1	2,1	4,5	9,7	6,3	8,0	5,9	42,7	7,5	12,9	5,7	14,2	9,0	1,6	605680	10075
1970	3,1	2,3	1,5	6,2	2,2	4,7	10,1	6,4	7,6	5,5	42,7	8,1	12,6	5,5	14,3	9,2	1,6	686960	11304
1971	2,9	2,3	1,4	5,8	2,3	4,0	10,1	6,5	7,5	5,3	41,5	8,5	12,4	5,5	14,9	9,9	1,7	760740	12403
1972	3,0	2,4	1,3	.	.	.	.	.	.	.	40,8	8,5	12,1	5,7	15,4	10,2	1,7	829830	13454
1973	2,9	2,4	1,2	.	.	.	.	.	.	.	40,7	8,0	12,0	5,7	15,9	10,5	1,8	926500	14947
	in Preisen von 1962																		
1950	9,1	6,0	.	.	.	.	.	.	.	.	31,4	7,1	13,8	6,9	12,3	10,5	3,1	113020	3061
1955	6,8	5,2	.	.	.	.	.	.	.	.	37,9	8,3	12,9	6,5	11,9	8,2	2,3	178500	4571
1960	5,5	2,3	2,5	5,2	2,2	5,2	8,3	5,9	8,1	6,4	41,2	7,5	13,8	5,9	11,9	7,4	1,8	328590	5924
1965	4,2	2,3	2,0	6,9	2,3	4,6	9,1	6,6	8,0	6,4	43,9	7,8	13,5	5,7	11,8	7,3	1,4	421030	7156
1970	3,9	2,6	1,6	9,0	2,3	4,7	9,7	7,2	7,3	5,8	46,0	7,4	13,1	5,7	11,7	7,0	1,2	530590	8737

¹⁾ Bundesgebiet (ohne Saarland und Berlin). - ²⁾ Vorläufiges Ergebnis.

Quelle: Statistisches Bundesamt

Zu Abschnitt 3.1 – Luft

1. Entwicklung der Schwefeldioxid-Emissionen aus Verbrennungsprozessen 1960 bis 1972 nach Brennstoffen in der Bundesrepublik Deutschland

Brennstoff	Brennstoffverbrauch						Schwefeldioxid-Emissionen						Spezifische Emissionen		
	Mill t SKE			vH Gesamtverbrauch			1 000 t SO ₂			vH Gesamtemission			kg SO ₂ / t SKE		
	1960	1970	1972	1960	1970	1972	1960	1970	1972	1960	1970	1972	1960	1970	1972
Steinkohle	69,8	55,8	53,0	38,6	19,2	17,0	1419,2	1 241,6	1 134,8	50,4	36,0	33,6	20,3	20,8	21,4
Koks	12,4	7,9	5,0	6,9	2,7	1,6	176,4	113,8	69,4	6,3	3,3	2,1	14,2	14,3	13,8
Rohbraunkohle	16,1	22,8	26,1	8,9	7,8	8,4	404,0	547,4	590,0	14,3	15,8	17,5	25,1	24,0	22,6
Braunkohlenbriketts	13,2	7,0	4,9	7,3	2,4	1,6	178,4	82,4	45,8	6,3	2,4	1,4	13,5	11,8	9,3
Hartbraunkohle	0,5	0,6	0,6	0,3	0,2	0,2	11,4	12,2	12,6	0,4	0,4	0,4	21,8	21,8	21,8
Pechkohle	1,2	0,4	–	0,7	0,1	–	138,4	50,0	–	4,9	1,4	–	114,4	113,6	–
Hausmüll	0,1	0,6	0,7	0,0	0,2	0,0	2,6	13,8	15,6	0,1	0,4	0,5	23,8	23,8	23,8
Feste Brennstoffe zusammen	113,3	95,1	90,2	62,7	32,6	28,8	2 330,4	2 061,2	1 868,2	82,7	59,7	55,5	20,6	21,7	20,7
Heizöl EL	9,6	64,0	70,9	5,3	22,0	22,8	78,6	390,2	435,2	2,8	11,3	12,9	8,2	6,2	6,1
Heizöl S	12,0	43,5	46,8	6,6	15,0	15,0	303,0	868,0	937,0	10,7	25,2	27,8	25,2	20,0	20,0
Dieselöl	6,8	14,0	14,8	3,8	4,8	4,8	56,0	77,0	81,2	2,0	2,2	2,4	8,2	5,4	5,5
Motorenbenzin	8,2	23,1	27,0	4,5	8,0	8,7	5,4	15,4	18,2	0,2	0,4	0,5	0,7	0,7	0,7
Flugkraftstoffe	0,3	2,4	2,9	0,2	0,8	0,9	0,4	2,6	3,2	–	0,1	0,1	1,1	1,1	1,1
Flüssige Brennstoffe zusammen	36,9	147,0	162,4	20,4	50,6	52,2	443,4	1 353,2	1 474,8	15,7	39,2	43,7	12,0	9,2	9,1
Gasförm. Brennstoffe	30,6	48,7	59,2	16,9	16,8	19,0	44,0	37,4	26,2	1,6	1,1	0,8	1,4	0,8	0,4
Brennstoffe insges.	180,8	290,8	311,9	100,0	100,0	100,0	2 817,8	3 451,8	3 369,2	100,0	100,0	100,0	15,6	11,9	10,8

Quelle: Lenhart 1972, 1973; Eigene Berechnungen.

Zu Abschnitt 3.2 — Wasser

1. Entwicklung der öffentlichen Wasserförderung 1960 bis 1970 in Mill. m³

Jahr	Quellwasser	Echtes Grundwasser	Ange-reichertes Grundwasser	Ufer-filtrat	Fluß-, See-, Talsperren-Wasser	Insgesamt	je Einwohner in m ³
1960	635	1 525	450	508	222	3 340	59,87
1961	619	1 547	479	546	249	3 440	60,09
1962	632	1 614	499	519	246	3 510	60,66
1963	638	1 777	524	530	282	3 751	64,82
1964	648	1 777	543	548	294	3 810	65,03
1965	627	1 713	530	534	286	3 690	62,23
1966	640	1 881	443	505	284	3 753	62,77
1967	637	1 869	407	517	300	3 730	62,22
1968	653	1 912	416	531	308	3 820	63,18
1969	672	2 038	440	570	340	4 060	66,35
1970	680	2 118	455	595	370	4 218	69,15

Quelle: Statistisches Bundesamt

2. Öffentliches Abwasserwesen 1969

Gemeinden mit ... bis unter ... Einwohner	Wohn- bevölkerung	Darunter									
		Reinigung des Abwassers ¹⁾						ungereinigt in die Gewässer eingeleitet ¹⁾		Einw. in Gemeinden mit Sammel- kanalisation, ohne daß ihr Abwasser daran angeschlossen war	
		mechanisch		mechanisch und teilbiologisch		mechanisch und vollbiologisch					
		1 000 E	%	1 000 E	%	1 000 E	%	1 000 E	%	1 000 E	%
Insgesamt	60 842	12 462	20,4	5 563	9,1	19 607	32,2	8 797	14,5	7 564	12,4
unter 2 000	11 392	725	6,4	165	1,4	1 465	12,9	3 173	27,9	1 733	15,2
2 000 - 5 000	6 829	788	11,5	157	2,3	2 108	30,9	1 625	23,8	1 216	17,8
5 000 - 10 000	5 724	958	16,7	214	3,7	2 346	41,0	797	13,9	1 052	18,4
10 000 - 20 000	5 724	1 134	19,8	248	4,3	2 164	37,8	479	8,4	1 114	19,5
20 000 - 50 000	7 140	1 476	20,7	606	8,5	3 573	50,0	790	11,1	942	13,2
50 000 - 100 000	4 221	1 166	27,6	266	6,3	1 997	47,3	190	4,5	310	7,3
100 000 und mehr	19 813	6 215	31,4	3 906	19,7	5 955	30,1	1 742	8,8	1 196	6,0

¹⁾ Ermittelt aus dem Abwasseranfall zuzügl. Übernahme abzügl. Abgabe der Gemeinden

Quelle: Statistisches Bundesamt

3. Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung der Industrie 1 000 m³

Jahr	Wasseraufkommen					Wasserableitung					
	insgesamt	Eigengewinnung			Fremdbezug	insgesamt	ungenutzt	genutzt aber unverschmutzt	darunter Kühlwasser	genutzt aber verschmutzt	
		zusammen	Grund- und Quellwasser	Oberflächenwasser ¹⁾						nach eigene(r) Vorbehandlung	ohne Vorbehandlung
1959	9 623 902	8 643 117	3 264 487	5 378 630	980 785	8 684 650	1 180 774	5 161 102	4 955 793	1 488 239	854 535
1961	10 438 469	9 386 817	3 562 159	5 824 658	1 051 652	9 623 472	1 342 494	5 764 771	5 632 408	1 613 404	902 803
1963	10 733 470	9 594 780	3 646 598	5 948 182	1 138 690	9 782 001	1 323 678	5 885 853	5 762 224	1 654 374	918 096
1965	11 390 199	10 190 271	3 951 432	6 238 839	1 199 928	10 346 387	1 504 943	6 060 020	5 911 535	2 002 290	779 134
1967	11 623 352	10 412 804	4 103 433	6 309 371	1 210 548	10 583 587	1 604 650	6 190 327	6 067 281	1 729 410	1 059 200
1969	12 716 080	11 346 022	4 141 064	7 204 958	1 370 058	11 528 003	1 494 176	7 163 916	6 996 889	1 818 424	1 051 487
1971 ²⁾	13 372 994	11 907 334	3 949 760	7 957 574	1 465 660	12 067 668	1 316 382	8 272 734	7 934 494	1 307 007	1 171 545

¹⁾ Aus Seen, Flüssen, Teichen sowie aus aufgefangenem Regenwasser. — ²⁾ Vorläufige Ergebnisse.

Quelle: Statistisches Bundesamt

Zu Abschnitt 3.3 – Lebensmittel**1. Für den Bereich „Lebensmittel“ bedeutsame Regelungen in Rechtsvorschriften des Bundes oder in EG-Richtlinien (bestehende oder in Vorbereitung befindliche)**

Entwurf eines Gesetzes zur Neuordnung und Bereinigung des Rechts im Verkehr mit Lebensmitteln, Tabakerzeugnissen, kosmetischen Mitteln und sonstigen Bedarfsgegenständen (Gesetz zur Gesamtreform des Lebensmittelrechts) – BT-Drucksache 7/255. –, das das geltende Lebensmittelgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Januar 1936 ablösen wird.

Vorschriften über Pflanzenschutzmittelrückstände (Pestizide)

Verordnung über Pflanzenschutz-, Schädlingsbekämpfung- und Vorratsschutzmittel in oder auf Lebensmitteln pflanzlicher Herkunft (Höchstmengeverordnung Pflanzenschutz, pflanzliche Lebensmittel) in der Bekanntmachung der Neufassung vom 5. Juni 1973 (BGBl. I S. 536) –

Verordnung über Höchstmengen an DDT und anderen Pestiziden in oder auf Lebensmitteln tierischer Herkunft (Höchstmengeverordnung, tierische Lebensmittel) vom 15. November 1973 (BGBl. I S. 1710) –

Entwurf einer ersten Richtlinie des Rates der EG zur Festsetzung von Höchstgehalten an Rückständen von Schädlingsbekämpfungsmitteln auf und in Obst und Gemüse –

Entwurf einer Richtlinie des Rates der EG betreffend die Festlegung von Höchstgehalten für die Rückstände von Schädlingsbekämpfungsmitteln auf und in Rohgetreide –

Verordnung über Lebensmittelzusatzstoffe

Verordnung über die Zulassung fremder Stoffe als Zusatz zu Lebensmitteln (allgemeine Fremdstoff-Verordnung) vom 19. Dezember 1959 (BGBl. I S. 742), zuletzt geändert am 22. 12. 1971 (BGBl. I S. 2147) –

Verordnung über färbende Stoffe (Farbstoff-Verordnung) vom 19. Dezember 1959 (BGBl. I S. 756), zuletzt geändert am 28. März 1972 (BGBl. I S. 523) –

Verordnung über konservierende Stoffe (Konservierungsstoff-Verordnung) vom 19. Dezember 1959 (BGBl. I S. 735), zuletzt geändert am 20. März 1972 (BGBl. I S. 462) –

Verordnung über die Verwendung von Schwefeldioxid (Schwefeldioxid-Verordnung) vom 13. August 1969 (BGBl. I S. 1326), zuletzt geändert am 30. März 1973 (BGBl. I S. 245) –

Verordnung über Stoffe mit antioxidierender Wirkung (Antioxydantien-Verordnung) vom 28. November 1972 (BGBl. I S. 2220) –

Verordnung über die unzulässigen Zusätze und Behandlungsverfahren bei Fleisch vom 18. Dezember 1959 (BGBl. I S. 725), zuletzt geändert am 21. April 1965 (BGBl. I S. 343) –

Vorschriften über Umweltkontaminanten

Entwurf einer Verordnung über Höchstmengen an Queck-

silber in Fischen, Krusten-, Schalen- und Weichtieren sowie daraus hergestellten Erzeugnissen –

Entwurf einer Verordnung über Höchstmengen an Arsen, Blei, Cadmium und Quecksilber in oder auf Lebensmitteln –

Hygienevorschriften für tierische Lebensmittel

Geflügelfleischhygienegesetz vom 12. Juli 1973 (BGBl. I S. 776) –

Verordnung über die amtlichen Untersuchungen des Schlachtgeflügels und des Geflügelfleisches (Geflügelfleischuntersuchungsverordnung – gfl v) vom 24. Juli 1973 (BGBl. I S. 882) –

Verordnung zur Änderung der Ausführungsbestimmungen A über die Untersuchung und gesundheitspolizeiliche Behandlung der Schlachttiere und des Fleisches bei Schlachtungen im Inland – AB.A – vom 18. Dezember 1973 (BGBl. I S. 18) –

Fünfte Verordnung zur Änderung der Auslandsfleischbeschau-Verordnung vom 18. Dezember 1973 (BGBl. 1974 I S. 28) –

Zweite Verordnung zur Änderung der Verordnung über Mindestanforderungen und Gesundheitszeugnisse für den Export von Fleisch in die Bundesrepublik Deutschland (Mindestanforderungen-Verordnung – Minv) vom 18. Dezember 1973 (BGBl. 1974 I S. 26) –

Richtlinien des Rates der EG vom 12. Dezember 1972 zur Regelung viehseuchenrechtlicher und gesundheitlicher Fragen bei der Einfuhr von Rindern und Schweinen und von frischem Fleisch aus Drittländern – Amtsblatt der EG Nr. L 302/28 vom 31. 12. 72 –

Verordnung über gesundheitliche Anforderungen an Rohmilch und daraus hergestellte Erzeugnisse, die von Milcherzeugern unmittelbar an Verbraucher abgegeben werden (Hygiene-Verordnung für Milch ab-Hof-Abgabe) vom 24. Mai 1973 (BGBl. I S. 477) –

Verordnung über hygienische Anforderungen an Milch und Milcherzeugnisse bei der Einfuhr vom 23. Dezember 1969 (BGBl. I S. 2423) in der Fassung vom 23. Juli 1970 (BGBl. I S. 1141) –

Entwurf einer EG-Richtlinie über die tiergesundheitlichen und hygienischen Bedingungen, denen rohe Vollmilch als Rohstoff für die Herstellung von wärmebehandelter Milch und Erzeugnissen aus solcher Milch entsprechen muß –

Vorschriften für Tierarzneimittel

Entwurf eines Gesetzes zur Änderung des Arzneimittelgesetzes – BT-Drucksache 7/256 vom 26. Februar 1973 (Verabschiedung voraussichtlich noch im ersten Halbjahr 1974)

Sonstige

Normentafel für Mischfuttermittel

**2. Ergebnisse von Rückstandsuntersuchungen verschiedener Untersuchungsanstalten
(gesammelt vom Bundesgesundheitsamt Berlin)**

a) Rückstandsuntersuchungen (Aug. 1971 bis Juni 1972)

971 Proben		846
pflanzliche Lebensmittel		
davon Gemüse	415	
Obst	403	
Getreide	28	
tierische Lebensmittel		73
sonstige Lebensmittel		52
Proben ohne Rückstände	679	70%
mit Rückständen	292	30%

Proben	Wirkstoffe
175	1
73	2
40	3
4	4

b) Chlorkohlenwasserstoffe

Wirkstoffe	Proben	Höchster Wert (ppm)	Toleranzwert (ppm)	Lebensmittel
DDT	136	0,975	(0,1)	Weintrauben
DDE	38	0,37	.	gek. Schinken (Fettanteil)
DDD	15	0,04	.	Butter
Lindan	108	7,50	2,0	Kopfsalat
Dieldrin	15	0,22	0	Gurken
HCB	11	0,46	.	Brathähnchen (Fettanteil)
Endosulfan	2	0,04	0,5	Pfirsiche
Aldrin	1	0,014	0	Birnen

8 Wirkstoffe wurden insgesamt 326mal gefunden.

c) Phosphorsäureester

Wirkstoff	Proben	Höchster Wert (ppm)	Toleranzwert (ppm)	Lebensmittel
Parathio	2	0,55	0,5	Kopfsalat
Parathion-methyl	6	0,125	(0,15)	Äpfel
Malathion	6	1,29	3,0	Hirseemehl
Bromophos	5	0,15	0,6	Äpfel
Ethion	3	0,015	0,05	Orangenkonz.
Dimethoat	4	0,52	(0,6)	Äpfel
Dusulfoton	1	0,155	.	Äpfel
Fenthion	1	0,11	.	Blumenkohl
Diazion	1	0,16	0,3	Kopfsalat
Demeton-methyl	1	0,01	(0,1)	Blumenkohl

10 Wirkstoffe wurden insgesamt 40mal gefunden

d) Sonstige Wirkstoffe

Wirkstoff	Proben	Höchster Wert (ppm)	Toleranzwert (ppm)	Lebensmittel
Quintozen	36	2,9	(0,3)	Kopfsalat
Dithiocarbamate	32	70,0	2,0	Pfirsiche
Captan	17	1,74	15,0	Erdbeeren
Technazen	1	14,80	(0,3)	Kopfsalat

4 Wirkstoffe wurden insgesamt 86mal gefunden

Quelle: FRANCK, R. (1973): Lebensmittelhygienische Beurteilung von Pestiziden heute. Fette, Seifen, Anstrichmittel, S. 217

3. Tägliche Bleibelastung durch einzelne Nahrungsgruppen unter Berücksichtigung des Verbrauchs pro Kopf und Jahr

Nahrungsgruppen	(µg Pb (II) 100 g bzw. 100 ml)	Verbrauch pro Kopf und Jahr (kg bzw. l)	Blei- belastung pro Kopf und Tag (µg)
Weizenmehl	12,80	49,1	17,20
Roggenmehl	19,60	17,1	9,18
Reis	75,83	1,7	3,53
Speisehülsenfr.	139,75	1,3	4,98
Kartoffeln	9,15	108,0	27,07
Kartoffelstärke	500,00	0,2	2,74
Zucker	5,90	30,3	4,90
Glukose	29,50	2,2	1,78
Honig	78,75	0,9	1,94
Kakaomasse	56,93	2,2	3,43
Gemüse	83,86	61,3	140,10
Frischobst	30,04	84,6	69,62
Zitrusfrüchte	35,40	18,2	18,00
Trockenobst	93,93	1,2	3,15
Rindfleisch	55,14	19,9	30,06
Kalbfleisch	15,80	1,9	0,81
Schweinefleisch	37,19	33,3	33,39
Innereien	18,73	4,5	2,31
Geflügel	14,51	6,8	2,73
Sonst. Fleisch	23,17	0,7	0,41
Fisch (Filet)	14,15	4,5	1,74
Vollmilch	16,95	103,6	36,60
Kondensmilch	24,60	0,3	5,59
Vollmilchpulver	55,55	1,0	1,52
Käse	61,00	5,0	8,36
Quark	77,00	3,6	7,59
Eier	28,00	12,7	9,71
Butter	37,60	8,5	8,73
Margarine	78,78	9,6	20,72
Speiseöl	62,50	3,9	6,65
Plattenfett	110,00	1,2	3,62
Schlachtfett	19,43	5,7	3,24
Bier	1,53	125,4	5,27
Wein	4,93	15,0	2,03
Kaffee	68,00	3,71	6,91
Tee	20,90	0,127	0,07
Trinkwasser (SCHALLER 1968)		182,5	8,05
Salz	22,20	5,54	3,37

Quelle: LEHNERT, G. et al. (1969): Usuelle Bleibelastung durch Nahrungsmittel und Getränke, Arch. Hyg. 153, 403-412.

4. Nahrungsmittelgruppen, geordnet nach steigendem durchschnittlichem Cadmiumgehalt

Nahrungsmittel	Durchschnittl. Cd-Gehalt in 1/100 g	Niedrigster gefundener Cd-Gehalt in 1/100 g	Höchster gefundener Cd-Gehalt in 1/100 g
Getränke	5,1	0,5	14,1
Obst und Gemüse	7,5	0,4	28,2
Fische	8,1	0,1	20,4
Eier	9,4	2,2	31,0
Fett und Käse	13,7	3,4	148
Kohlenhydratreiche Nahrungsmittel	15,0	2,8	28,2
Fleisch	17,0	4,2	33,5
Hülsenfrüchte	19,0	6,3	35,0
Wurst	23,0	2,5	95,0
Innereien (ohne Nieren)	32,0	6,1	116,0
Kochsalz	96,0	34,4	107,6
Nieren	68,0	8,9	3988,0

Quelle: KROPF, R. u. GELDMACHER- v. MALLINCKRODT (1968): Der Cadmiumgehalt von Nahrungsmitteln und die tägliche Cadmiumaufnahme, Arch. Hyg., 152/3, 218-224.

5. Jährliche Hg-Belastung durch einzelne Lebensmittelgruppen (ohne Fisch) 1969/70 unter Berücksichtigung des durchschnittlichen Verbrauchs pro Kopf der erwachsenen Bevölkerung

Lebensmittel	Mittlerer Hg-Gehalt µ/kg	Prokopf- verbrauch kg/Jahr	Jährliche Hg-Auf- nahme µg
Weizenmehl	2,6	47,1	122,5
Roggenmehl	1,7	15,3	26,0
Sonst. Getreide- erzeugnisse	7,8	3,9	30,4
Reis	4,3	1,4	6,0
Kartoffeln	4,4	102,0	448,8
Zucker	0,7	32,0	22,4
Gemüse	4,3	65,4	281,2
Frischobst	4,8	93,8	450,2
Trockenobst	7,4	1,1	8,1
Rindfleisch	3,2	21,2	67,8
Schweinefleisch	7,6	37,0	281,2
Geflügelfleisch	5,3	7,8	41,3
Innereien	27,8	4,6	127,9
sonst. Fleisch (Wild)	26,5	0,8	21,2
Trinkvollmilch	0,2	93,7	18,7
Vollmilchpulver	2,0	1,3	2,6
Käse	9,0	9,0	86,4
Eier u. Eierzeugnisse	4,7	15,8	74,3
Butter	2,8	8,6	24,1
Margarine	5,3	8,9	47,9
Insgesamt			2 188,3

Jährliche Hg-Belastung durch Fisch und Fischprodukte 1970 unter Berücksichtigung des für den Inlandmarkt verfügbaren Anteils pro Kopf der Bevölkerung (bezogen auf Filet- bzw. Produktgewicht)

Heringskonserven			
Marinaden	41	2,02	83
Thunfischkonserven	366	0,24	88
Frischfisch	200	1,04	208
Frostfisch	200	0,70	140
Süßwasserfisch	250	0,20	50
Insgesamt			569

Quelle: SCHELENZ, R. u. J. F. DIEHL (1973): Quecksilbergehalte von Lebensmitteln des deutschen Marktes, Z. Lebensm. Unters. Forsch. 151, 369-375.

6. Tägliche Gesamtbelastung in Prozent des ADI

	Vereinigte Staaten (1969)	Groß- britannien (1966/67)	Bundesrepublik Deutschland (1970/71)
Aldrin, Dieldrin	70 %	94 %	17 % (nur Milch)
Endrin	2 %	—	—
Heptachlor	6,2 %	—	6 % (nur Milch)
Lindan	0,16 %	0,74 %	3,2 %
DDT	10 %	12,7 %	11 %
Malathion	10 %	0,78 %	2,4 % (nur Getreide)

Quelle: Zusammengestellt nach:

DUGGAN, R. E. (1971): Pest. Mon. J. 5, 73 (Vereinigte Staaten)
 HARRIES et al. (1969): Sci. Fd. Agr. 20, 242 (Großbritannien)
 ABBOTT, D. C. (1970): Pestic. Sci. 1, 10 (Großbritannien)

Ernährungsbericht 1972 der Deutschen Gesellschaft für Ernährung e. V. (Bundesrepublik Deutschland)

7. Fremdstoffe in tierischen Lebensmitteln

Fremdstoff	Entwurf zu einer BRD-Toleranz bezogen auf Fett, Fleisch und Milch (ppm)	Gefundener Durchschnittswert (ppm)	Gefundener Höchstwert (ppm)
Aldrin	Aldrin und Dieldrin: Fleisch, Fleischerzeugnisse, tierische Speisefette außer Milchfett: 0,2 Milch und deren Erzeugnisse: 0,15 Eier (ohne Schale), Eiprodukte: 0,1	Trinkmilch: 0,02	Trinkmilch: 0,09
		Butter: 0,01	Butter: 0,06
		Käse: 0,018	Käse: 0,13
			Hecht: 0,05
DDT-Gesamt	Fleisch, Fleischerzeugnisse, tierische Fette, außer Milchfett: 0,3 Aal, Lachs und Stör sowie daraus hergestellte Erzeugnisse ¹⁾ mit Ausnahme von Rogenerzeugnissen dieser Fische: 3,5 Sonstige Fische und andere wechselwarme Tiere, Krusten-, Schalen-, Weichtiere sowie daraus hergestellte Erzeugnisse, mit Ausnahme von Leber- und Rogenerzeugnissen dieser Fische: 2,0 Fischleber, Fischrogenerzeugnisse ²⁾ : 5,0 Milch und daraus hergestellte Erzeugnisse: 1,0 Eierprodukte, Eier (ohne Schale): 0,5	Trinkmilch: 0,38	Trinkmilch: 1,22
		Butter: 0,17	Butter: 1,73
		Käse: 0,477	Käse: 2,028
			Kalbfleisch: 0,007
			Hecht: 0,50
Dieldrin	wie bei Aldrin (d. h. Aldrin und Dieldrin werden insgesamt als Dieldrin berechnet)	Trinkmilch: 0,05	Trinkmilch: 0,19
		Butter: 0,05	Butter: 0,170
		Käse: 0,07	Käse: 0,20
			Hecht: 0,15
Heptachlor (Heptachlor und Hepta- epoxid werden insgesamt als Heptachlor berechnet)	Fleisch, Fleischerzeugnisse, tierische Speisefette außer Milchfett: 0,2 Milch und daraus hergestellte Erzeugnisse: 0,15 Eier (ohne Schale), Eiprodukte: 0,05	Trinkmilch: 0,02	Trinkmilch: 0,09
		Butter: 0,01	Butter: 0,19
		Käse: 0,017	Käse: 0,08
Lindan	Fleisch, Fleischerzeugnisse, außer Geflügelfleisch und Geflügelfleischerzeugnisse, tierische Speisefette außer Milchfett und Geflügelfett: 2,0 Geflügelfleisch, -erzeugnisse, -fett: 0,7 Milch und -erzeugnisse: 0,2 Eier (ohne Schale), Eiprodukte: 0,1	Trinkmilch: 0,11	Trinkmilch: 0,26
		Butter: 0,09	Butter: 0,21
		Käse: 0,07	Käse: 0,15
			Kalbfleisch: 0,004
			Hecht: 0,25
Hexachlor- benzol	Fleisch, Fleischerzeugnisse, tierische Speisefette außer Milchfett: 0,5; Milch und daraus erstellte Erzeugnisse: 0,5; Eier (ohne Schale), Eiprodukte: 0,3	Milch: 0,075	Milch: 1,730
		Butter: 0,596	Butter: 2,885
		Käse: 0,068	Käse: 0,153
		Kalbfleisch: 0,007	Kalbfleisch: 0,026

¹⁾ Bei Erzeugnissen bezogen auf das Frischgewicht der zur Herstellung verwendeten Fische und Krusten-, Schalen- und Weichtiere.

²⁾ Bezogen auf das Frischgewicht der zur Herstellung verwendeten Fischlebern oder Fischrogen.

7. Fremdstoffe in tierischen Lebensmitteln

Fremdstoff	WHO-Toleranz (ppm) vorläufig duldbare wöchentliche Aufnahme	Entwurf zu einer BRD-Toleranz bezogen auf Fett bei Fleisch und Milch (ppm)	Gefundener Durchschnittswert (ppm)	Gefundener Höchstwert (ppm)
Quecksilber	300 µg/Woche	Thunfisch, Schwertfisch, Dornhai, Hecht, Aal, Lachs, Stör und weißer Heilbutt sowie daraus hergestellte Erzeugnisse: 1,0 (Einzelprobe), 0,7 (gleichartige Partie) sonstige Fische, Krusten-, Schalen-, Weichtiere und Erzeugnisse: 0,7 (Einzelproben) 0,4 (gleichartige Partie) bei getrockneten Fischen ist der ermittelte Gehalt an Quecksilber auf das Frischgewicht umzurechnen (gilt für Gesamtquecksilber)	Milchpulver: 0,002	Milchpulver: 0,003
			Butter: 0,003	Butter: 0,006
			Käse: 0,009	Käse: 0,012
			Kalbfleisch: 0,011	Kalbfleisch: 0,03
			Kalbsniere: 0,043	Kalbsniere: 0,225
			Rindfleisch: 0,003	Rindfleisch: 0,005
			Rinderniere: 0,015	Rinderniere: 0,017
			Thunfisch: 0,11-0,35	Thunfisch: 0,84-3,20
			Forelle: 0,062	Forelle: 0,082
			Hecht: 0,48	Hecht: 1
Blei	3000 µg/Woche		Milchpulver: 0,213	Milchpulver: 0,320
			Butter: 0,375	Butter: 0,45
			Käse: 0,61	Käse: -
			Kalbfleisch: 0,156	Kalbfleisch: 0,174
			Kalbsniere: 0,505	Kalbsniere: 1,015
			Rindfleisch: 0,420	Rindfleisch: 2,080
			Rinderniere: 0,420	Rinderniere: 2,760
			marin. Fische: 0,153	
			Süßwasserfische: 0,112	
Cadmium	400-500 µg/Woche		Milch: 0,009	
			Butter: 0,120	
			Käse, je nach Sorte: 0,048-0,164	
			Kalbfleisch: 0,005	Kalbfleisch: 0,057
			Kalbsniere: 0,214	Kalbsniere: 0,725
			Rindfleisch: 0,1	Rindfleisch: 0,183
			Rindsniere: 8,746	Rindsniere: 39,88
			Fisch: 0,081	Fisch: 0,204
PCB			Hering: 6,8	Aal: 0,3
			Robben: 30	

Ergänzung: Folgende Höchstmengen von Arsen, Blei, Cadmium und Quecksilber in ppm werden z. Z. vom Bundesministerium für Jugend, Familie und Gesundheit diskutiert:

	Fleisch	Innereien	Fleischerzeugnisse
Arsen	0,1	0,5	0,3
Blei	0,05	0,3	0,1
Cadmium	0,1	0,5	0,3
Quecksilber	0,02	0,05	0,05

Quelle: ATTIG & EICHNER (1973): Mitteilungsblatt der GDCh-Fachgruppe Lebensmittelchemie und gerichtliche Chemie 27. 63

8. Fremdstoffe in pflanzlichen Lebensmitteln

Fremdstoff	ADI (ppm)	WHO-Toleranz (ppm)	BRD-Toleranz (ppm)	Gefund. Durchschnittswert (ppm)	Gefundener Höchstwert (ppm)	Nachweisgrenzen
Aldrin	0,0001	-	darf nicht vorhanden sein Werte bis 0,01 ppm bleiben unberücksichtigt	-	Birnen: 0,014	10-100 ng Zitat: LESTER, J. F. (1378) SMILEY, J. W.
DDT-Ges.	0,005	Äpfel, Aprikosen, Birnen, Pfirsiche, Beeren (außer Erdbeeren) Gemüse (außer Wurzelgemüse): 7 Kirschen, Pflaumen, Citrusfrüchte: 3,5 Erdbeeren, Nüsse (geschält), Wurzelgemüse: 1	Gemüse, Obst (ausgenommen Kakaokerne bis 31. 12. 77); Citrusfrüchte und Bananen: jeweils ohne Schale: 0,1 Kakaokerne bis 31. 12. 77: 0,2 andere pflanzliche Lebensmittel: 0,05	-	Weintrauben: 0,975	(1251) 0,003-3,28 ppm Zitat: BEITZ, H. SEEFELD, F. HARTISCH, J. HEINISCH, E.
Dieldrin	0,0001	versch. Gemüse: 0,1 Früchte (außer Citrus): 0,1 Citrusfrüchte: 0,05 Reis (in d. Schale): 0,02 Kartoffeln: 0,2	darf nicht vorhanden sein Werte bis 0,01 ppm bleiben unberücksichtigt	-	Gurken: 0,22	1-10 ppm Zitat: (1257) CARO, J. H.
Heptachlor	0,0005	Ananas 0,01	darf nicht vorhanden sein Werte bis 0,01 ppm bleiben unberücksichtigt	-		1-100 ppb Zitat: BONDERMAN, D. P. (1315) SLACH, E.
Lindan	0,0125	Gemüse: 3 Preißelbeeren, Kirschen, Trauben, Pflaumen, Erdbeeren: 3 getrocknete Bohnen: 1 ungemahlene Getreide: 0,5	Blatt- und sonstiges Sproßgemüse: 2,0 Fruchtgemüse, Wurzelgemüse außer Möhren, Obst, Ölsaat: 1,5 Getreide, Möhren, Zuckerrüben, Hülsenfrüchte: 0,1	-	Kopfsalat: 7,50 Weizen: 1,8	4,3-225 ng Zitat: (1542) JANAK, J. MARTINU, V./ J. RUZICKOVA
Malathion	0,02	Trauben: 8 ungemahlene Getreide, Nüsse, getrocknete Früchte: 8 Vollkornmehl, Reis- und Weizenmehl: 2 Brombeeren, Stachelbeeren, Salat, Kohl, Spinat: 8 Erdbeeren, Sellerie: 1 Citrusfrüchte: 4 Kirschen, Pflaumen, Pfirsiche: 6 Tomaten, Wirsing, Rüben: 3 grüne Bohnen, Äpfel: 2 Birnen, Heidelb., Erbsen, versch. Gemüse: 0,5	Getreide, ¹⁾ Gemüse außer Wurzelgemüse: 3,0 Wurzelgemüse, Obst: 0,5	-	Getreide: 1	8,27-0,33 ppm Zitat: (1938) KADOUM, A. M. LAHUE, D. W.

¹⁾ Gilt für Malathion und Malaoxon insgesamt.

8. Fremdstoffe in pflanzlichen Lebensmitteln

Fremdstoff	ADI (ppm)	WHO-Toleranz (ppm)	BRD-Toleranz (ppm)	Gefundener Durchschnittswert (ppm)	Gefundener Höchstwert (ppm)	Nachweisgrenzen
Quintozen	0,001	Champignon: 10 Erdnüsse (ganz): 5 Bananen (ganz): 1 Salat, Erdnußkerne: 0,3 Bohnen, Kartoffeln: 0,2 Tomaten: 0,1 Baumwollsaat: 0,03 Kohl: 0,02 Bananen (Schale), Bohnen, Pfeffer (Schote): 0,01	Salat: 0,3 Ölsaat: 0,03 Kohl: 0,02 andere pflanzl. Lebensmittel (Bananen ohne Schale): 0,01	-	Kopfsalat: 12,5	0,005–5,0 ppm Zitat ((1495): BAKER, P. B. FLAHERTY, B.
Dithiocarbamate	0,025	-	Gemüse ¹⁾ , Obst: 2,0 andere pflanzl. Lebensmittel: 0,05	-	Kopfsalat: 300	Dithiocarbamate-Metabolit Äthylenthioharnstoff: 0,01–1,0 ppm Zitat (1436): NEWSOME, W. H.
Endosulfan	0,0075	Tee (trocken): 30 Frucht, Gemüse: 2 Baumwollsaat: 0,5 Baumwollsaatöl: 0,2 Reis (i. d. Schale): 0,1	Gemüse außer Möhren, Obst: 0,5 Möhren, Raps, Rüben: 0,2 Mais: 0,15 andere pflanzl. Lebensmittel: 0,1	-	Pfirsiche: 0,04	Endosulfansulfat: 0,02–10 ppm
Hexachlorbenzol	Ver-suchs-weise wurde der geringfügige ADI von 0,0006 mg/kg fest-gesetzt	-	Getreide: 0,01 andere pflanzl. Lebensmittel: 0,005	Getreide: 0,070 (Einzelwert)	-	0,001–0,892 ppm Zitat: ROHLEDER, K. (1520)
Hg	300 µg/Woche ²⁾	-	-	Äpfel: 0,006 Kartoffeln: 0,004 Weizen: 0,007	Äpfel: 0,012 Kartoffeln: 0,007 Weizen: 0,028	0,01 ppm flammenlose Atom-absorptionsmethode 0,001 Neutronen-aktivierungsanalyse mit vorhergehender chemisch. Trennung DIEHL, J. F. und SCHELENZ, P.
Pb	3000 µg/Woche	-	-	Äpfel: 0,218 Kartoffeln: 0,092 Weizen: 0,13	Äpfel: 0,450 Kartoffeln: 0,109 Weizen: 0,142	
Cd	400-500 µg/Woche ²⁾			Äpfel: 0,07 Kartoffeln: 0,19 Weizen: 0,165	Kartoffeln: 0,197 Weizen: 0,196	

¹⁾ Dithiocarbamate und Thiuramidisulfide – insgesamt berechnet als Schwefelkohlenstoff.

²⁾ Vorläufig duldbare wöchentliche Aufnahme (WHO).

Die ADI-Werte wurden den WHO Techn. Reports, Ser. 1973, Nr. 525, entnommen. Die Nachweisgrenzen entstammen dem Heft „Gaschromatographie der Pflanzenschutzmittel“. EBING, W., Berlin 1973.

Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem, Heft Nr. 152.

Zu Abschnitt 3.5 – Feste Abfälle
1. Haus- und Sperrmüllaufkommen der Haushalte in Nordrhein-Westfalen 1971

Gegenstand der Nachweisung	Einheit	Gemeindegrößenklasse (von . . . bis unter . . . Einwohner)				Insgesamt
		bis unter 20 000	20 000 – 50 000	50 000 – 100 000	100 000 und mehr	
Hausmüll						
Hausmüll in Gemeinden mit Müllabfuhr ¹⁾	1 000 t	680,5	743,9	535,9	1 920,7	3 880,9
	1 000 m ³	2 898,2	3 523,8	2 757,8	10 560,2	19 740,0
Hausmüllmenge je Einwohner und Jahr	1 000 t	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2
	1 000 m ³	0,8	1,0	1,2	1,5	1,2
Errechnetes Hausmüllaufkommen der nicht an eine Müllabfuhr angeschlossenen Einwohner						
in Gemeinden mit Müllabfuhr	1 000 t	53,5	21,2	5,5	5,8	86,0
	1 000 m ³	228,0	100,6	28,3	31,7	388,5
in Gemeinden ohne Müllabfuhr	1 000 t	11,5	–	–	–	11,5
	1 000 m ³	49,1	–	–	–	49,1
Zusammen	1 000 t	65,0	21,2	5,5	5,8	97,5
	1 000 m ³	277,1	100,6	28,3	31,7	437,6
Hausmüllaufkommen insgesamt	1 000 t	745,5	765,1	541,3	1 926,5	3 978,4
	1 000 m ³	3 175,3	3 624,4	2 786,0	10 591,9	20 177,6
Anteil des durch eine Müllabfuhr eingesammelten und beförderten Hausmülls	%	91,3	97,2	99,0	99,7	97,6
errechneten Hausmüllaufkommens für die nicht an eine Müllabfuhr angeschlossenen Einwohner	%	8,7	2,8	1,0	0,3	2,4
Sperrmüll						
Sperrmüll in Gemeinden mit Sperrmüllabfuhr ²⁾	1 000 t	137,2	124,9	53,8	130,5	446,4
Sperrmüllmenge je Einwohner und Jahr	kg	40	36	24	18	27
Errechnetes Sperrmüllaufkommen der nicht an eine Sperrmüllabfuhr angeschlossenen Einwohner						
in Gemeinden mit Sperrmüllabfuhr	1 000 t	10,7	3,6	0,6	0,4	15,2
in Gemeinden ohne Sperrmüllabfuhr (aber mit Hausmüllabfuhr)	1 000 t	7,5	0,8	–	–	8,3
in Gemeinden ohne Haus- und Sperrmüllabfuhr	1 000 t	2,4	–	–	–	2,4
Zusammen	1 000 t	20,6	4,4	0,6	0,4	4 25,9
Sperrmüllaufkommen insgesamt	1 000 t	157,8	129,3	54,4	130,9	472,3
Anteil des durch eine Müllabfuhr eingesammelten und beförderten Sperrmülls	%	87,0	96,6	99,0	99,7	94,5
errechneten Sperrmüllaufkommens für die nicht an eine Sperrmüllabfuhr angeschlossenen Einwohner	%	13,0	3,4	1,0	0,3	5,5

¹⁾ Die ausgewiesenen Mengen beziehen sich auf die an die Müllabfuhr angeschlossenen Einwohner. ²⁾ Die ausgewiesenen Mengen beziehen sich auf die an die Sperrmüllabfuhr angeschlossenen Einwohner.

Quelle: Auszug aus „Statistische Rundschau“ f. d. Land Nordrhein-Westfalen, Heft 9, 1973.

2. Müll- und Sperrmüllabfuhr in Nordrhein-Westfalen 1971

Gegenstand der Nachweisung	Einheit	Gemeindegrößenklasse (von ... bis unter ... Einwohner)							Insgesamt	
		bis unter 2000	2000 - 5000	5000 - 10000	10000 - 20000	20000 - 50000	50000 - 100000	100000 und mehr		
Hausmüllabfuhr										
Gemeinden insgesamt	Anzahl	483	197	155	131	115	34	25	1 140	
davon Gemeinden ohne Müllabfuhr	Anzahl	117	2	-	-	-	-	-	119	
mit Müllabfuhr	Anzahl	366	195	155	131	115	34	25	1 021	
Einwohner insgesamt	1000	393,8	634,5	1 098,7	1 817,5	3 592,1	2 265,1	7 269,6	17 071,2	
davon Einwohner in Gemeinden										
ohne Müllabfuhr	1000	56,1	4,9	-	-	-	-	-	61,0	
mit Müllabfuhr	1000	337,7	629,6	1 098,7	1 817,5	3 592,1	2 265,1	7 269,6	17 010,3	
davon an die Müllabfuhr angeschlossenen Einwohner insgesamt	1000	308,7	559,9	1 001,4	1 730,3	3 492,4	2 242,1	7 247,9	16 582,7	
davon regelmäßig	1000	308,6	558,2	997,0	1 729,5	3 488,2	2 241,2	7 241,3	16 564,1	
unregelmäßig	1000	0,0	1,6	4,5	0,9	4,2	0,8	6,6	18,6	
nicht angeschlossene Einwohner	1000	29,0	69,7	97,3	87,2	99,7	23,0	21,7	427,6	
Nicht an eine Müllabfuhr angeschlossenen Einwohner insgesamt	1000	85,1	74,6	97,3	87,2	99,7	23,0	21,7	488,6	
Anteil der an eine Müllabfuhr angeschlossenen Einwohner	%	78,4	88,2	91,2	95,2	97,2	99,0	99,7	97,1	
nicht angeschlossenen Einwohner	%	21,6	11,8	8,8	4,8	2,8	1,0	0,3	2,9	
Sperrmüllabfuhr										
Gemeinden mit (Hausmüllabfuhr) ohne Sperrmüllabfuhr	Anzahl	122	15	5	-	1	-	-	143	
mit Sperrmüllabfuhr	Anzahl	244	180	150	131	114	24	25	878	
Gemeinden ohne Sperrmüllabfuhr insgesamt	Anzahl	239	17	5	-	1	-	-	262	
Einwohner in Gemeinden (mit Hausmüllabfuhr) davon:										
ohne Sperrmüllabfuhr	1000	108,8	44,3	34,4	-	21,2	-	-	208,7	
mit Sperrmüllabfuhr	1000	228,8	585,3	1 064,3	1 817,5	3 570,9	2 265,1	7 269,6	16 801,6	
davon an die Müllabfuhr angeschlossene Einwohner	1000	207,9	519,1	972,2	1 730,3	3 470,6	2 242,1	7 247,9	16 390,2	
nicht an die Müllabfuhr angeschlossene Einwohner	1000	20,9	66,2	92,1	87,2	100,3	23,0	21,7	411,4	
Nicht an eine Sperrmüllabfuhr angeschlossene Einwohner insgesamt	1000	185,8	115,3	126,6	87,2	121,5	23,0	21,7	681,1	
Anteile der an eine Sperrmüllabfuhr angeschlossenen Einwohner	%	52,8	81,8	88,5	95,2	96,6	99,0	99,7	96,0	
nicht an eine Sperrmüllabfuhr angeschlossenen Einwohner	%	47,2	18,2	11,5	4,8	3,4	1,0	0,3	4,0	

Quelle: Auszug aus „Statistische Rundschau“ f. d. Land Nordrhein-Westfalen, Heft 9, 1973.

3. Behandlung und Ablagerung von Abfällen 1971 in Nordrhein-Westfalen

Gegenstand der Nachweisung	Einheit	Verwaltungsbezirk					Nordrhein-Westfalen insgesamt
		Düsseldorf	Köln	Münster	Detmold	Arnsberg	
Behandlungsanlagen und Ablagerungsplätze							
Hausmüll							
Ablagerungsplätze	Anzahl	96	191	111	200	167	765
Verbrennungsanlagen	Anzahl	5	1	-	-	2	8
Kompostierungsanlagen	Anzahl	1	-	-	-	-	1
Inertabfälle							
Ablagerungsplätze	Anzahl	30	2	4	4	8	48
Sonderabfälle							
Ablagerungsplätze	Anzahl	4	4	-	4	4	16
Verbrennungsanlagen	Anzahl	1	-	-	-	-	1
Schlachtabfälle und Kadaver							
Abdeckereien	Anzahl	1	2	3	1	1	8
Sonstige Behandlungsanlagen	Anzahl	1	-	-	-	1	2

Gemeinden mit Ablagerungsplätzen bzw. Behandlungsanlagen für Hausmüll

Gemeinden	Anzahl	155	130	180	332	343	1140
ohne Müllabfuhr insgesamt	Anzahl	9	-	5	64	41	119
ohne Ablagerungsplätze für Hausmüll	Anzahl	4	-	5	29	23	61
mit Ablagerungsplätzen für Hausmüll	Anzahl	5	-	-	35	18	58
mit Müllabfuhr, insgesamt	Anzahl	146	130	175	268	302	1021
ohne Abfallbehandlungsanlagen für Hausmüll	Anzahl	64	46	80	148	182	520
mit Abfallbehandlungsanlagen für Hausmüll	Anzahl	82	84	95	120	120	501
davon mit							
Ablagerungsplätzen	Anzahl	76	83	95	120	118	492
Verbrennungsanlagen	Anzahl	5	-	-	-	2	7
Ablagerungsplätzen und Verbrennungsanlagen	Anzahl	-	1	-	-	-	1
Ablagerungsplätzen und Kompostierungsanlagen	Anzahl	1	-	-	-	-	1
Der Hausmüll von . . . an die Müllabfuhr angeschlossenen Einwohnern wurde beseitigt durch:							
Ablagerung	%	58,4	97,2	80,0	100,0	83,0	79,0
darunter Ablagerung nach Vorzerkleinerung	%	4,1	-	0,2	17,4	5,7	4,4
Verbrennung	%	40,2	2,8	20,0	-	17,0	20,5
Kompostierung	%	1,4	-	-	-	-	0,5

Ablagerungsplätze für Hausmüll nach der technischen Ausstattung

Plätze auf denen/mit							
für die angelieferten Stoffe Belege aus-							
gestellt wurden	Anzahl	12	28	15	16	19	90
eine Vorzerkleinerung durchgeführt wurde	Anzahl	1	-	2	2	2	7
eine Altstoffauslese erfolgte	Anzahl	16	18	9	13	16	72
der Abfall täglich verdichtet und planiert wurde	Anzahl	47	64	65	27	49	252
der Abfall täglich mit Inertmaterial abge-							
deckt wurde	Anzahl	39	45	30	26	31	171
eine Schädlingsbekämpfung durchgeführt wurde	Anzahl	94	170	102	150	144	660
Einzäunung	Anzahl	41	105	62	77	49	334
täglicher Öffnung	Anzahl	47	86	42	107	88	370
Aufenthaltsräumen einschließlich Sanitär-							
einrichtungen	Anzahl	32	35	25	24	32	148
Feuerschutzeinrichtungen	Anzahl	41	46	25	20	30	162
Wägeeinrichtung	Anzahl	1	1	1	-	-	3
Kontroll- und Beobachtungsbrunnen	Anzahl	28	8	16	20	8	80
Grundabdichtung	Anzahl	26	24	14	12	14	90
Drainage	Anzahl	6	7	14	15	25	67
Schmutzwasserreinigung	Anzahl	3	2	5	4	3	17
Restvolumen der gemeldeten Ablagerungs-							
plätze	1000 ³	14662	23374	35838	7107	17468	98449

Quelle: Auszug aus „Statistische Rundschau“ für das Land Nordrhein-Westfalen, Heft 9, 1973.

4. Müllverbrennungsanlagen in der Bundesrepublik Deutschland

Standort	Erbaut	System	Öfen Zahl	Leistung t/h Ofen	Wärme- verw.
Großanlagen					
Berlin	1967	Walzenrost	6 + 1	12,5/16	KW
Bremen	1969	Walzenrost	3	12,5/15	FHW
Düsseldorf	1965	Walzenrost	3 + 1	10,0/12	KW
	1972	Walzenrost	1	12,0	KW
Essen-Karnap	1960	Wanderrost	4 + 1	20,0	KW
Frankfurt a. M.	1966	Vorschubrost	4	12,5/15	FHKW
Hamburg I	1953	Vorschubrost	4 + 1	10,0/12	EW
Hamburg II	1967	Rückschubrost	2	25,0	KW
Hamburg III	1971	Drehtrommel	2	10,0	FHKW
Hamburg IV	1973	Rückschubrost	2	20,0	FHKW
Krefeld	1974	Walzenrost	2	12,0	KSV
Mannheim	1964	Wanderrost	1 + 1	10,0	FHKW
München I	1964	Rückschubrost	2	25,0	KW
	1966	Rückschubrost	1	40,0	KW
München II	1969	Rückschubrost	1	40,0	KW
	1972	Rückschubrost	1	40,0	KW
Nürnberg	1968	Vorschubrost	2 + 1	15,0	KW
Oberhausen	1972	Walzenrost	3	22,0	EW
Stuttgart I	1965	Walzenrost	1	20,0	KW
	1965	Rückschubrost	1	20,0	KW
Stuttgart II	1975				
Wuppertal	1974	Walzenrost	4	15,0	KW
Mittelanlagen					
Bonn-Godesberg	1966	Drehtrommel	1 + 1	5,0	Abg. In.
Darmstadt	1967	Vorschubrost	2	8,5	FHKW
Hagen	1967	Walzenrost	2 + 1	6,0	
Iserlohn	1970	Wanderrost	2	8,0	FHW
	1973	Walzenrost	1	16,0	FHW
Kassel	1968	Walzenrost	1 + 1	10,0	EW
Ludwigshafen	1967	Vorschubrost	1 + 1	8,5/10	FHKW
Leverkusen	1969	Vorschubrost	1 + 1	8,5/10	FHW
Neunkirchen	1970	Rückschubrost	1	5,0	FHW
Offenbach	1970	Walzenrost	2 + 1	10,0	FHW
Rosenheim	1964	Rückschubrost	1	4,5	FHW
Solingen	1969	Vorschubrost	2	8,5/10	HKW
Schwetzingen	1976		2	5,0	FHW
Zirndorf (Fürth)	1971	Vorschubrost	1	4,5	FHW
Kleinanlagen					
Braunschweig	1966	Drehkegel	1	0,5/1	
Ebingen	1962	Etagenofen	1	1,0/1,5	
Eutin	1966	Schrägrost	1	3,0	
Garmisch-Partenkirchen (Landkreis)	1974	Vorschubrost	2	3,0	
Glückstadt	1963	Wanderrost	1	3,0	
Landshut	1971	Vorschubrost	1	3,0	EW
Landsweiler-Reden (Saar)	1968	Drehkegel	1	1,8	
Klausdorf/Kiel	1968	Schrägrost	1	3,0	
Münster	1970	Stufenrost	1	2,0	
Neustadt/Holst.	1964	Kippstufenrost	1	3,5	HKW
Neufahrn/Freising	1970	Gegenschub/Umwälzrost	1	3,0	

KW = Kraftwerk FHKW = Fernheizkraftwerk
 HKW = Heizkraftwerk EW = Eigenstromerzeugung
 FHW = Fernheizwerk KSV = Klärschlammverbrennung

Quelle: Müller, H. J. (1973): Müllverbrennungs-Report. - Der Städtetag 5/1973, S. 295-301.

5. Öffentliche Abfallbeseitigung in Rheinland-Pfalz, Oktober 1973 nach Verwaltungsbezirken

Verwaltungsbezirk	Einwohner am 31. 7. 1973	Abfallsammlung und -beförderung			Abfallbehandlung und -beseitigung								
		Einrichtungen insgesamt	Betreiber		Anlagen insgesamt	Betreiber		Art der Anlagen					
			Gebietskörperschaften und Verbände	Privatunternehmen		Gebietskörperschaften und Verbände	Privatunternehmen	Umladestationen	Deponien	Verbrennungsanlagen	Kompostwerke	Tierkörperbeseitigungsanstalten	Sonstige ¹⁾
Kreisfreie Stadt Koblenz	119 648	4	2	2	2	2	-	-	1	-	-	1	-
Lankreise													
Ahrweiler	109 543	7	1	6	5	-	5	1	4	-	-	-	-
Altenkirchen (Ww.)	123 816	5	1	4	1	-	1	-	1	-	-	-	-
Bad Kreuznach	149 224	5	3	2	5	1	4	-	4	-	1	-	-
Birkenfeld	92 226	5	2	3	3	2	1 ³⁾	-	3 ³⁾	-	-	-	-
Cochem-Zell	65 233	4	1	3	6	-	6	6	-	-	-	-	-
Mayen-Koblenz	189 421	2	1	1	6	2	4	3	2	-	-	1	-
Neuwied	153 297	8	2	6	3	3	-	-	3	-	-	-	-
Oberwesterwaldkreis ²⁾	79 505	5	1	4	3	2	1	-	2	-	-	1	-
Unterstwesterwaldkreis ²⁾	89 341	2	-	2	3	-	3	-	2	-	-	1	-
Rhein-Hunsrück-Kreis	89 294	4	2	2	3	-	3	2	-	-	-	1	-
Rhein-Lahn-Kreis	119 578	4	2	2	3	-	3	2	-	-	-	1	-
Reg. Bez. Koblenz	1 380 126	51	16	35	40	12	28	12	22	-	1	5	-
Kreisfreie Stadt Trier ²⁾	102 314	4	2	2	5	5	-	-	5	-	-	-	-
Landkreise													
Trier-Saarburg ²⁾	120 356	7	1	6	4	2	2	-	1	-	-	1	2
Bernkastel-Wittlich	109 752	2	1	1	1	1	-	-	1	-	-	-	-
Bitburg-Prüm	92 533	4	1	3	3	3	-	-	3	-	-	-	-
Daum	56 609	17	5	12	13	11	2	-	10	-	-	1	2
Reg. Bez. Trier	481 564												
Kreisfreie Städte													
Frankenthal (Pfalz)	43 159	2	2	-	1	1	-	-	-	-	-	-	1
Kaiserslautern	101 813	5 ³⁾	2	3 ³⁾	2	2	-	-	2	-	-	-	-
Landau i. d. Pfalz	38 344	7	2	5	4	2	2	-	1	1	1	-	1
Ludwigshafen a. Rhein	174 099	3	2	1	5	4	1	-	3	1	-	-	1
Mainz	181 912	3	2	1	1	-	1	-	-	-	-	-	1
Neustadt a. d. Weinstr.	50 530	4	1	3	4	4	-	1	2	-	-	1	-
Pirmasens	55 870	3	-	3	1	-	1	-	1	-	-	-	-
Speyer	43 793	4	2	2	1	1	-	-	1	-	-	-	-
Worms	76 668	7	2	5	1	1	-	-	1	-	-	-	-
Zweibrücken	37 254	5	1	4	2	2	-	-	1	-	-	-	1
Landkreise													
Alzey-Worms	98 175	3	1	2	2	2	-	-	1	-	1	-	-
Bad Dürkheim	117 363	3	1	2	2	-	2	-	2	-	-	-	-
Donnersbergkreis	67 258	2	1	1	1	1	-	-	1	-	-	-	-
Germersheim	98 660	3	1	2	2	2	-	-	2	-	-	-	-
Kaiserslautern	97 497	5	1	4	2	1	1	-	1	-	-	-	1
Kusel	79 212	3	1	2	5	2	3	3	1	-	-	1	-
Landau-Bad Bergzabern	97 340	2	1	1	2	2	-	-	2	-	-	-	-
Ludwigshafen	123 012	4	2	2	4	4	-	-	4	-	-	-	-
Mainz-Bingen	153 165	3	1	2	2	2	-	-	1	-	-	1	-
Pirmasens	103 114	4	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Reg. Bez. Rheinhessen-Pfalz	1 838 238	75	27	48	44	33	11	4	27	2	2	3	6
Kammerbezirke													
Rheinhessen	509 920	16	6	10	6	5	1	-	3	-	1	1	1
Pfalz	1 328 318	59	21	38	38	28	10	4	24	2	1	2	5
Rheinland-Pfalz insgesamt	3 699 928	143	48	95 ⁴⁾	97	56	41 ⁴⁾	16	59	2	3	9	8
Unter Ausschluß von Mehrfachzählungen	.	.	21	63	.	34	20	.	.	.	.	.	.
Kreisfreie Städte	1 025 404	49	19	30	25	20	5	1	14	2	1	2	5
Landkreise	2 674 524	94	29	65	72	36	36	15	45	-	2	7	3

¹⁾ Shredderanlage, Ölsammelstelle u. dgl. - ²⁾ Müllbeseitigungs- bzw. Zweckverband Abfallbeseitigung. - ³⁾ Eine Einrichtung bzw. Anlage wird von der US-Army betrieben. - ⁴⁾ Davon ist beispielsweise ein Unternehmen in 7 Verwaltungsbezirken in der Abfallsammlung und -beförderung tätig und unterhält in 4 Verwaltungsbezirken 13 Abfallbehandlungs- und -beseitigungsanlagen.

Quelle: Speth, K.-H.: Öffentliche Abfallbeseitigung im Herbst 1973. - Statistische Monatshefte Rheinland-Pfalz, Dezember 1973.

6. Übersicht über produktionsspezifische Abfälle einiger Wirtschaftsgruppen/-untergruppen im Verarbeitenden Gewerbe*)

Hinweis: Die Auswahl der Wirtschaftsgruppen/-untergruppen stellt keine Wertung im Hinblick auf die Bedeutung für den Umweltschutz dar. Für die einzelnen Wirtschaftsgruppen/-untergruppen werden nicht alle in den Abfallkatalogen enthaltenen Abfallgruppen/-arten angegeben, sondern nur die produktionsspezifischen Abfälle. Damit ist gleichfalls keine Wertung beabsichtigt; es wird auch kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben.

Wirtschaftsgruppe/-untergruppe	Abfallart
Mineralölverarbeitung, Braunkohlenteer- und Torfteeerdestillation sowie Ölschieferschwelerei	<p>Ölschlamm (ölgetränkte Feststoffe wie Asche, Sand usw.) Reinigungsrückstände und -abfälle aus Lagertanks und Anlagen, d. h. Ölgatch, Sedimente, KW-Emulsionen, Bitumenkoksablagerungen Mineralische Stoffe (verbrauchte Katalysatoren, Katalysatorstaub, Bleicherde und Asche aus Klärschlammverbrennung) Uneinheitliche Mischbitumina plastischer bis fester Konsistenz mit z. T. erheblichen mechanischen Verunreinigungen Bleischlamm aus TEL/TML -Lagerbehältern und Tankreinigung Verbrauchte Laugen, beladen z. B. mit Phenolen und Schwefelverbindungen Säureteer</p>
Kunststoffverarbeitung	<p>Ölemulsionen, Schlämme aus Öl- und Fettabscheidern Duroplaste Duroplast - Verbundprodukte Thermoplaste und sonstige Kunststoffe Thermoplast - Verbundprodukte Kunststoff-/Textil - Verbundprodukte Streichpasten, Rückstände aus Mischwerken Weichmacherrückstände Nicht-wässrige Lösungsmittel Druckfarbenreste (auch in Gebinden)</p>
NE-Metallerzeugung (einschl. -halbzeugwerke) NE-Metallgießereien	<p>Ölemulsionen, ölhaltige Schlämme Hüttenschutt einschl. Feuerfest-Ausbruch Metallurgische Schlacken Kesselasche und -schlacken Salzschlacken und CN-haltige Salze Formsand, Kernsand Stäube aus Gas- und Abluftreinigungsanlagen Schlämme aus Gas- und Abluftreinigungsanlagen Laugungs- und Fällrückstände aus der Verhüttung Rotschlamm Flußspatschlamm Neutralisationsschlämme (Gippschlamm, Kalkschlamm) Schlämme aus der Oberflächenbehandlung Krätzen und Zunder Abfälle aus der Akku-Zerlegung Teerrückstände, verunreinigte Kohleprodukte Nicht-wässrige Lösungsmittel</p>
Feinkeramik	<p>Ölemulsionen, Schlämme aus Öl- und Fettabscheidern Gipsabfälle Scherben aus gebrannten keramischen Massen Brennhilfsmittelbruch aus: Schamotte, Cordierit, SiC u. a.</p>

6. Übersicht über produktionsspezifische Abfälle einiger Wirtschaftsgruppen/-untergruppen im Verarbeitenden Gewerbe*)

Wirtschaftsgruppe/-untergruppe	Abfallart
noch: Feinkeramik	Abfälle aus ungebrannten keramischen Massen Glasureabfälle
Feinmechanik und Optik	Eisen- und Nichteisenmetalle Ölemulsionen, Schlämme aus Öl- und Fettabscheidern Glasabfälle (nicht Verpackungsmaterial) Kunststoffe (nicht Verpackungsmaterial) Glasschlämme Schleif- und Poliermittel, einschl. -schlämme a) metallhaltig b) Korund, Siliziumcarbid, Oxyde seltener Erden, Zirkonoxye Galvanikschlämme, Härtesalzrückstände, Beizbäderrückstände, Karbidschlämme Stäube aus Gas- und Abluftreinigungsanlagen Schlämme aus Gas- und Abluftreinigungsanlagen Nicht-wässrige Lösungsmittel Lack- und Farbreste (auch in Gebinden) Kitte, Peche Metallabfälle (nicht Verpackungsmaterial) Textil- und Holzabfälle (nicht Verpackungsmaterial)
Herstellung von Musikinstrumenten, Sportgeräten, Spiel- und Schmuckwaren	Ölemulsionen, Schlämme aus Öl- und Fettabscheidern Holzabfälle (nicht Verpackungsmaterial) Metallabfälle (nicht Verpackungsmaterial) Papier- und Pappeabfälle (nicht Verpackungsmaterial) Textilabfälle (nicht Verpackungsmaterial) Kunststoffe (nicht Verpackungsmaterial) Lederabfälle Glasabfälle (nicht Verpackungsmaterial) Keramik, Porzellan (nicht Verpackungsmaterial) Lack- und Farbreste (auch in Gebinden) Galvanikrückstände (flüssig, breiig und fest) Rückstände aus chemischen Bädern (Beiz-, Schwefel-, Fixierbäder u. a.) Rückstände aus Lösungs- und Reinigungsmitteln (z. B. Aceton, Trichloräthyle u. a.) Härtesalzrückstände Abfälle von Schleif- und Poliermitteln (Reste, Staub, Schlamm) Klebstoffe
Papier- und Pappeverarbeitung	Ölemulsionen, Schlämme aus Öl- und Fettabscheidern Metallabfälle (nicht Verpackungsmaterial) Papier- und Pappeabfälle (nicht Verpackungsmaterial) Kunststoffe (nicht Verpackungsmaterial) Lederabfälle Lack- und Farbreste (auch in Gebinden) Nicht-wässrige Lösungsmittel Klebstoffe und Schmelzkleber Teer-, Bitumenabfälle

6. Übersicht über produktionsspezifische Abfälle einiger Wirtschaftsgruppen/-untergruppen im Verarbeitenden Gewerbe*)

Wirtschaftsgruppe/-untergruppe	Abfallart
noch: Papier- und Pappeverarbeitung	Textilabfälle (nicht Verpackungsmaterial) Holzabfälle (nicht Verpackungsmaterial)
Druckerei und Vervielfältigung	Altreifen und sonstige Gummiabfälle Ölemulsionen, Schlämme aus Öl- und Fettabscheidern Papiere, Pappen, Folien und andere Kunststoffmaterialien aus Produktion und Verarbeitung Druckfolien und Filme aus: Gummi, Kunststoff, Metall Metallabfälle (nicht Verpackungsmaterial) Druckfarben- und Leimreste (auch in Gebinden) a) wasserlöslich b) nicht wasserlöslich Waschbenzine Öle und Fette Andere Farblösungs- und Auswaschmittel Metallhydroxid, Zinkhydroxid, Kupferhydroxid, Magnesiumhydroxid Blei, Bleiasche Bleikräfte Kopierchemikalien
Herstellung von Nahrungsmitteln	Ölemulsionen, Schlämme aus Öl- und Fettabscheidern Metallabfälle (nicht Verpackungsmaterial) Eierschalen Teigwaren- und Grießkehricht Hefeschlamm Gewürzreste Tierische Abfälle Pflanzenreste (z. B. Stengel, Blätter) Lack- und Farbreste (auch in Gebinden) Fehlchargen, Retouren, Bombagen Nicht-wässrige Lösungsmittel
Herstellung von Speiseöl und Speisefett	Ölemulsionen Fetthaltige Filtertücher und -papiere Sonstiges fett- und ölaufsaugendes Material Filterhilfsmittel (z. B. Asbest) Bleicherden, Aktivkohle Kieselgur Organische und anorganische Stäube sowie Stengel aus der Saatenreinigung Protein-, Schleim-, Phosphatid- und fetthaltige Schlämme Fehlchargen
Tabakverarbeitung	Metallabfälle (nicht Verpackungsmaterial) Ölemulsionen, Schlämme aus Öl- und Fettabscheidern Alkohole Giftstoffe (aus dem Labor) Tabak, vergällt Tabakschlamm Tabakstaub, -rippen und -grus

6. Übersicht über produktionsspezifische Abfälle einiger Wirtschaftsgruppen/-untergruppen im Verarbeitenden Gewerbe*)

Wirtschaftsgruppe/-untergruppe	Abfallart
noch: Tabakverarbeitung	Nicht-wässrige Lösungsmittel Acetat Altbenzin
Fleischwarenindustrie, Talgschmelzen und Schmalzsiedereien	Druckfarbenrückstände (auch in Gebinden) Ölemulsionen, Schlämme aus Öl- und Fettabseidern Entfettetes Leimwasser Fette Stärke Eierschalen Geflügelhaut, Federn Kartoffelschalen Fehlchargen, Retouren, Bombagen Fleisch- und Speckabfälle Knochen Gewürzreste Gemüseteile Salzreste, Räucherrückstände

*) Quelle: Statistisches Bundesamt; Produzierendes Gewerbe.

7. Gewerbliche Abfälle in Hessen
Ermittelt durch die Industrie- und Handelskammern Hessens 1972

Kammerbezirke	Normal-Abfall ¹⁾		Sonder-Abfall						Insgesamt	
			fest ²⁾		flüssig/ schlammig ³⁾		flüssig, Verbrennung (auch halogenisiert) ⁴⁾			
	1 000 m ³	1 000 t	1 000 m ³	1 000 t	1 000 m ³	1 000 t	1 000 m ³	1 000 t	1 000 m ³	1 000 t
Kassel	463,8	190,2	8,3	8,6	68,4	76,3	1,4	1,4	541,9	276,5
Fulda	58,1	29,3	0,3	0,3	5,8	7,1	0,3	0,3	64,5	37,0
Zusammen	521,9	219,5	8,6	8,9	74,2	83,4	1,7	1,7	606,4	313,5
Dillenburg	77,2	80,9	1,0	0,6	10,7	12,7	0,7	0,7	89,6	94,9
Wetzlar/Gießen	170,6	131,3	3,3	1,7	76,6	102,8	1,5	1,4	252,0	237,2
Limburg	50,3	34,0	1,0	0,3	10,4	11,8	7,1	7,1	68,8	53,2
Zusammen	298,1	246,2	5,3	2,6	97,7	127,3	9,3	9,2	410,4	385,3
Darmstadt	180,5	90,3	13,5	9,5	61,6	63,3	9,9	9,8	265,5	172,9
Wiesbaden	223,6	126,2	3,1	3,2	16,0	16,1	9,7	9,6	252,4	155,1
Friedberg	66,6	23,6	1,3	0,8	0,6	0,6	-	-	68,5	25,0
Frankfurt/Offenbach/Hanau	728,5	351,9	36,3	32,9	154,4	177,5	25,4	27,8	944,6	590,1
Zusammen	1 199,2	592,0	54,2	46,4	232,6	257,5	45,0	47,2	1 531,0	943,1
Insgesamt	2 019,2	1 057,7	68,1	57,9	404,5	468,2	56,0	58,1	2 547,8	1 641,9

¹⁾ **Kommunalmüllartige Abfälle:** Bauschutt- und Baumaterialabfälle, Papier, Holz, Emballagen (nicht verunreinigt), Kehricht, Küchenabfälle, Schlacke, Asche, Altgummi (Autoreifen). **Produktions-spezifische Abfälle:** Kunststoff-Abfälle, -Pulver, -Granulate, Formsand, Gießereiabfälle, Filtrierhilfsmittel (Kohle, Kieselgur). - ²⁾ Chemikalienabfälle, Destillationsrückstände (asphaltartig), Klär- und Filtrierrückstände. - ³⁾ Schlämme aus Wasseraufbereitung und Abwasser, Bio-Schlämme, Salzschlämme, Kunststoffpulver, Klärrückstände, Chemikalienabfälle, Destillationsrückstände (wasserhaltig, feststoffhaltig). - ⁴⁾ Lösungsmittel, Destillationsrückstände.

Quelle: Hessische Industriemüll GmbH, Wiesbaden

8. Struktur der Industrieabfälle in Baden-Württemberg^{*)} 1 000 t pro Jahr

Abfallgruppe Abfallart	Entstandene Abfallmenge 1971/72	Von den Betrie- ben nicht selbst beseitigte Abfallmenge 1971/72	Voraussichtlich 1975 anfallende Abfallmenge
Hausmüll und hausmüllähnlicher Abfall	370	360	490
Sperrmüll und sperrmüllähnlicher Abfall	210	180	245
Asche, Schlacke, Ruß aus Feuerungen	240	190	253
Bauschutt, -stoffe, Abbruchmaterialien	445	392	512
Altpapier, Altpappe	218	91	271
Keramische, mineralische und Glasabfälle (auch Sand und Gips)	578	448	584
Staubförmiger Abfall (z. B. aus Entstaubungsanlagen)	79	66	87
Pflanzliche und tierische Abfälle (auch aus Nahrungsmittelindustrie)	114	35	120
Gummiabfälle, Altreifen	25	20	27
Kunststoffabfälle (ohne PVC- und fluorhaltige)	22	11	27
PVC- und fluorhaltige Kunststoffabfälle	17	15	20
Eisenmetallabfälle	560	17	632
NE-Metallabfälle	123	3	152
Verschmutzte Putzwolle, Putztücher	4	3	34
Ölbenetzte Metallabfälle	96	7	36
Verschmutztes Erdreich (mit Öl o. ä.)	0,9	0,5	1
Schlamm aus Öl- und Fettabscheidern, Ölbrechanlagen	53	12	72
Absetzschlamm aus Öltanks, Schwerölrückstände	2	1	3
Synthetische Schmier- und Kühlmittel (Emulsionsrückstände)	8	1	8
Ölhaltige oder synthetische Emulsion (z. B. aus spanabhebender Bearbeitung)	45	31	56
Ölabfälle mit mehr als 10 % Fremdstoff	12	6	14
Altöl (weniger als 10 % Fremdstoff)	31	2	—
Teer-, Pech- und Bitumenabfälle	2	1	2
Wachse und Altfette	0,1	0,08	0,1
Lack-, Farben- und Ölgebinde (Dosen, Kanister, Fässer)	13	9	15
Feste Lack- und Farbabfälle	2	2	2
Lack- und Farbschlämme (z. B. aus Spritzkabinen)	10	9	13
Verbr. Lösungs- und Reinigungsmittel	14	4	16
Textilabfälle	152	29	191
Holzabfälle	316	35	351
Lederabfälle	5	2	5

8. Struktur der Industrieabfälle in Baden-Württemberg*) 1000 t pro Jahr

Abfallgruppe Abfallart	Entstandene Abfallmenge 1971/72	Von den Betrieben nicht selbst beseitigte Abfallmenge 1971/72	Voraussichtlich 1975 anfallende Abfallmenge
Säureharze	5	5	6
Bleich- und Filtererden	6	4	6
Nicht regenerierbare Filtermittel und Filterfüllungen, Filterrückstände aus Filtern	4	4	2
Brüniersalzabfälle	0,6	0,6	0,2
Härtereisalzabfälle	2	0,8	2
Härtereischlämme	0,8	0,7	1
Metallhydroxyd- und Galvanikschlämme	40	37	42
Karbidschlämme	29	11	28
Schleifschlämme	94	63	109
Entstaubungsschlämme (z. B. a. Naßentstaubung)	26	26	28
Neutralisationsschlämme	60	35	59
Schlämme aus Industrie-Abwasserreinigung	205	160	192
Schlämme und Rückstände aus Industrie- Brauchwasseraufbereitung	99	75	110
Verbrauchte Beizen	7-21	2-17	7-22
Fäkalien aus industrieeigenen Gruben o. ä.	2	2	2
Flüssige und schlammige Konzentrate (z. B. Säuren, Laugen, Bäder, Entfettungsrückstände)	38	26	30
Flüssige und schlammige Konzentrate, jedoch Edelmetalle enthaltend (Fixierbad usw.)	0,1	0,01	0,1
Besonders leicht entzündliche Abfallstoffe	0,8	0,7	1
Besonders giftige Abfallstoffe	0,03	0,02	0,03
Besonders wassergefährdende Abfallstoffe	5	4	5
Besonders geruchsbelästigende Abfallstoffe	10	9	10
Spezielle Abfallstoffe aus der Chemischen und Pharmazeutischen Industrie sowie Rückstände von Hilfschemikalien	0,4	0,4	0,6

*) Vorläufige Mengenauswertung einer Erhebung der baden-württembergischen Industrie- und Handelskammern durch die Landesstelle für Gewässerkunde und wasserwirtschaftliche Planung Baden-Württemberg in Karlsruhe.

Die dargestellten Ergebnisse beziehen sich auf die verwertbaren Angaben von knapp 70% der ca. 10 700 einbezogenen Industriebetriebe mit 10 und mehr Beschäftigten. Bis zu einer endgültigen Bearbeitung und Hochrechnung vermitteln sie überwiegend strukturelle Erkenntnisse. Solange müssen auch geringfügige Überschneidungen der Mengenangaben einzelner Abfalldaten in Kauf genommen werden.

Quelle: Statistisches Taschenbuch 1973 Baden-Württemberg.

9. Anlagen zur Behandlung von Sonderabfällen in der Bundesrepublik Deutschland

Standort	Betriebsaufnahme	Behandlungsverfahren	Behandelte Stoffgruppen	Theoret. Kapazität t/h od. m ³ /h ¹⁾	Mittlerer Durchsatz t/h od. m ³ /h ¹⁾ (Bezugszeitraum)	Jahresdurchsatz t/a od. m ³ /a (Jahr)
Behandlungsanlagen						
Zentrale Entgiftungsanlage Hamburg 54 Hamburg 28		Entgiftung	saure, alkalische, cyanidische und chromsaure Konzentrate sowie Entwickler- und Fixierbäder			6 100 m ³ /a (1972)
		Säureharz-Spaltanlage	Säureharze und Abfallsäuren a. d. Mineralölindustrie	40 000 m ³ /a		20 900 m ³ /a (1972)
Iserlohn Kläranlage	Okt. 1964	Entgiftung	galvanische Konzentrate und Halbkonzentrate			ca. 800 m ³ /a
		Neutralisation Entwässerung	Beizeerabwässer Metallhydroxidschlämme			ca. 970 m ³ /a Dünnschlamm: 12 000 m ³ /a Trockenschlamm: 3 000 m ³ /a
Heiligenhaus Kr. Düsseldorf- Mettmann	Juli 1968	Schlamm entwässerung	Hydroxidschlämme		30 m ³ /Tag	Dünnschlamm: 12 000 m ³ /a Trockenschlamm: 2 000 m ³ /a
Bielefeld Zentrale Entgiftungsanlage Bielefeld	Okt. 1970	Entgiftung	galvanische Konzentrate mit Chromat, Cyanid und Nitrit			133 t/a (1971)
		Neutralisation	Säuren und Laugen			331 t/a (1971)
		Entwässerung	Hydroxidschlämme			5 702 m ³ /a (1971)
Waldsolms Hochtaunuskreis	Jan. 1973	Destillation	Chlorkohlenwasserstoffe wie Tri-, Per-, Chlorthene und Methylchlorid; sämtliche brennbaren Lösungsmittelgemische z. B. aus Lackfabriken	20 t/d	Auslastung z. Z. ca. 50 %	
Tuttlingen	Febr. 1959	Entgiftung und Neutralisation	feste und flüssige Konzentrate, z. B. cyanhaltige Bäder, Abfälle aus Einsatzhärtereien, jedoch keine Galvanikschlämme; flüssige saure Konzentrate, z. B. Beizen und Chrombäder	(Anlage ist völlig ausgelastet)	6 m ³ in ca. 14 Tagen (wegen Untersuchung vor und nach Entgiftung)	85 m ³ /a (davon sind 55 m ³ /a cyanidische und 30 m ³ /a säurehaltige Bäder)
Schwabach	Okt. 1968	Emulsionstrennung	Emulsionen	10 m ³ /h	6 m ³ /h	Eingang: ca. 17 000 t/a davon 4 450 t Galvanikschlamm und 500 t Säuren bzw. Laugen Rückstand: ca. 2 000 t/a
	Juli 1968	Schlamm entgiftung	Galvanikschlamm			
	Juli 1968	Säure-Neutralisation	Säuren, Basen			
	Jan. 1971	Schlamm-Entwässerung	Hydroxidschlamm			
Augsburg	1969	Zwischenlagerung				
Pfuhl (bei Neuulm)	1968	Zwischenlagerung Emulsionstrennung		2 m ³ /h		
Aschaffenburg	1970	Zwischenlagerung				
Straubing	1970	Zwischenlagerung				
Sandbach bei Passau	1969	Zwischenlagerung				
Verbrennungsanlagen						
Hamburg 74		Drehtrommel	1. Feste Abfälle (hausmüllähnlich)	380 000 m ³ /a		
			2. Ölschlämme und Lösungsmittel	31 000 m ³ /a		

9. Anlagen zur Behandlung von Sonderabfällen in der Bundesrepublik Deutschland

Standort	Betriebsaufnahme	Behandlungsverfahren	Behandelte Stoffgruppen	Theoret. Kapazität t/h od. m ³ /h ¹⁾	Mittlerer Durchsatz t/h od. m ³ /h ¹⁾ (Bezugszeitraum)	Jahresdurchsatz t/a od. m ³ /a (Jahr)
Hamburg 74		Rückschubrost	noch: Verbrennungsanlagen 1. Feste brennbare Abfälle (hausmüllähnlich), dazu 2. ölverschmutzte Bleicherden, Abscheiderschlämme und Abfälle	320 000 m ³ /a 15 000 m ³ /a		
Hamburg 28 Bramsche Landkr. Osnabrück	1969	liegende Muffel mit Verdampfer	Altöle, Lösungsmittel brennbare Flüssigkeiten wie: Altöl (7 %); Lösungsmittel (61 %); Emulsionen (32 %)	ohne Verdampfer: 1,2 mit Verdampfer: 1,7	1,5 (1972)	9 000 8 770 (1972) angestrebt: 12 000
Hamel Biebesheim Krs. Groß-Gerau	1971	Ofen I Verbrennungsmuffel mit Beschickungs- und Entschungs- maschine sowie Nachbrennkammer Ofen II Verbrennungsmuffel ohne Nachbrennkammer Ofen III und IV Verbrennungsmuffeln mit gemeinsamer Nachbrennkammer	Lösungsmittel, Altöle Öl-Wasser-Gemisch; Emulsionen aus metallverarbei- tender Industrie; Ölschlämme; Feststoffe z. B. Altreifen	z. B. Altöl ca. 4 Ölschlamm ca. 7 Altreifen 0,8	Ofen I und II- 3,5-5 je nach Abfall- art (1 Jahr)	65 000-70 000
Landau	Probetrieb seit Anfang 1972	Rostofen	Altreifen	ca. 0,7	1,0	
Ingelheim Kr. Mainz-Bingen	1960 Umbau 1971	Rostofen	Lösungsmittel Destillationsrückstände	z. B. Lösungsmittel bzw. Destillationsrück- stände 250 l/h		Lösungsmittel 400 Destillations- rückstände 250 Packmaterial 20 000 m ³ /a
Ludwigshafen/Rh.	Ofen I Okt. 1960 Umbau 1969 Ofen II Juli 1964 Ofen III Juli 1964 Ofen IV März 1970 Ofen V Febr. 1971	Rostofen Drehtrommel Drehtrommel mit Nachbrennkammer	flüssige Rückstände der chemischen Industrie; z. B. der Cyclohexanoxidation; feste, teigige und flüssige Rückstände der chemischen Industrie	Packmaterial 0,25 t/h 2-5 0,7-1,6 0,7-1,6 1-3 1-3	3,5 1,2 1,2 2 2	17 200 (1971) 6 700 (1971) 6 700 (1971) 12 200 (1971) 13 550 (1971)
Schwabach	März 1972	Drehtrommel, Brennkammer	Abfälle aus der chemischen, pharmazeutischen, metallver- arbeitenden, glasverarbeiten- den, mineralölherzeugenden Industrie und dgl.	1,8 t/h	2 (1. 7.- 31. 12. 1972)	ca. 14 000
Schweinfurt	März 1968	Rost	Abfälle aus Gewerbe- und Industrie- betrieben sowie hausmüll- ähnliche Abfälle; Um- und Ausbau zur zentralen Sonderabfall- behandlungsanlage vorgesehen	2-6 t/h (heizwertabhängig)	2-3 t/h (1972)	ca. 14 000
Auf See Matthias I Matthias II Vulkanus				3,6 12,0 12,0		

¹⁾ Wenn nicht anders angegeben.

Quellen: Zentralstelle für Abfallbeseitigung beim Bundesgesundheitsamt, Berlin; LANGENDORF, J. (1974): unveröff. Diplomarbeit, TH Darmstadt, Fachgebiet Wasserversorgung, Abwasserbeseitigung und Stadtbauwesen.

10. Sonderabfall-Deponien in der Bundesrepublik Deutschland

Standort	Betriebsaufnahme	Örtl. Gegebenheiten, Geologie des Untergrunds, Dichtungsmaßnahmen	Stoffgruppen (prozentuale Verteilung)	Voraussichtl. insgesamt einzubringende Abfallmenge m ³	Bereits eingebrachte Abfallmenge m ³	Monatl. Ablagerung in Mittel m ³ (Bezugszeitraum)
Hamburg 93	1967	weitgehend unveränderter Untergrund mit max. 6 m mächtiger ± wasserundurchlässige Decke holozäner Sedimente (Klei sowie Torf u. a. organogene Bildungen) speziell hergerichtete kunststoffausgekleidete Becken	flüssige, anderweitig nicht zu beseitigende Sonderabfälle			500 (1973)
Hoheneggelsen Landkr. Hildesheim-Marienburg	März 1972	ehemalige Ziegeleigrube in Tonen der Unterkreide von über 100 m Mächtigkeit	Feststoffe (90 %); breiige Stoffe (10 %) bzw.: arsenhaltiger Müll (85 %); Lackreste (10 %); ölverschmutztes Erdreich, Galvanikschlamm, Lösungsmittel u. a. (5 %)	1,5 Mill.	50 000	3 000
Breitscheid, Kr. Düsseldorf-Mettmann	Juli 1971	ehemalige Tongrube im Septarienton (Tertiär bzw. Mittelligozän); Grubentiefe max. 13 m; Tonschicht unter der Grubensohle ca. 5 m	Filterrückstände aus organischer Produktion; Abfälle aus der Waschmittelproduktion; Rückstände aus der Klebstoffherstellung; Destillationsrückstände aus der Glycerin-Produktion; Anorgan. Produktionsrückstände; Kesselhaus-Granulat	200 000	20 000	1 250 (1972)
Breitscheid, Kr. Düsseldorf-Mettmann	Juni 1971	ehemalige Tongrube in Septarienton (Tertiär bzw. Mittelligozän); Grubentiefe ca. 8 m; Tonschicht unter der Grubensohle 4-5 m	ölverunreinigtes Erdreich, Filtererde aus der Abwasserreinigung, Rückstände der Öltankreinigung (60 %); Schlacke aus der Aluminiumverarbeitung (20 %); Kunststoffabfall (5 %); Schleif- und Galvanikschlämme (10 %); Sonstiges (5 %)	65 000	40 000	2 500 (1972)
Heiligenhaus, Kr. Düsseldorf-Mettmann	Juli 1968	ehemals landwirtschaftl. genutzte Fläche; unter 0,3 bis 2,0 m dicker Decke aus Verwitterungslehm stehen Schiefertone, untergeordnet auch Sandstein- und Grauwackenbänke des flözleeren Oberkarbon an	Hydroxidschlämme aus Galvaniken, Beizereien und Eloxierbetrieben	14 000 (Erweiterung um 29 000 m ³ vorgesehen)	8 500	175 (1971)
Iserlohn	1972	Lehmdichtung			15 000	
Emscherbruch	1972	Gelände der ehemaligen Zeche Graf Bismarck			30 Mill.	85 000 davon 6 500 Sonderabfall
Bannberscheid, Landkr. Unterwesterwald	Mai 1969	aufgelassene Tongrube mit Tonen, sandigen Tonen und dünnen braunkohlehaltigen Lagen im Untergrund	Hausmüll (80 %); Gewerbemüll (20 %)	zunächst 50 000; Erweiterung möglich	42 000 bis 44 000	ca. 1 000
Gerolsheim Landkr. Bad Dürkheim	Jan. 1968	Kiesgrube, z. T. noch in Betrieb, mit schluffigen Tonen an der Basis	Haus- und Sperrmüll (81 %); Industriemüll in Fässern (9 %); stichfester Schlamm und Abdeckmaterial (10 %)	18 Mill.	ca. 0,5 Mill.	ca. 13 000 (1971) bzw. ca. 10 500 (1972)

10. Sonderabfall-Deponien in der Bundesrepublik Deutschland

Standort	Betriebsaufnahme	Örtl. Gegebenheiten, Geologie des Untergrunds, Dichtungsmaßnahmen	Stoffgruppen (prozentuale Verteilung)	Voraussichtl. insgesamt einzubringende Abfallmenge m ³	Bereits eingebrachte Abfallmenge m ³	Monatl. Ablagerung im Mittel m ³ (Bezugszeitraum)
Offheim, Kr. Limburg	1967	ehemaliger Gemeindepfandmüllplatz an steilem Hang; Deponiebasis sind mitteldevonischer Schalstein und unterdevonischer Tonschiefer	Industrieabfälle einschl. stichfester Schlämme (Ablagerung nur nach vorheriger Begutachtung durch Hess. Landesanstalt für Umwelt)	ca. 1,1 Mill.	ca. 600 000	ca. 150 000
Malsch Landkr. Heidelberg	Jan. 1971	aufgelassene Tongrube über Tonmergel und Tonen	feste Abfallstoffe, stichfeste Schlämme	ca. 600 000	ca. 70 000	ca. 6 000 (Jan. 72-Okt. 72)
Schwabach	Juli 1968	aufgelassene Tongrube über Feinsanden, Schluffen und Liegendtonen; Abdeckung der Grubensole durch 0,5 m dicke Tonschicht, Drainage und 0,6 m dicke Schutzschicht	stichfeste Galvanikschlämme (48 %) ölverschmutztes Erdreich (28 %) Sonstiges (24 %)	500 000	60 000	1 800 (1.1.-31.12.71)
Berlin	April 1958	ehemalige Sandgrube mit Geschiebemergel als Untergrund	öl- und fettfreie flüssige oder schlammige Rückstände (71 %); öl- und fetthaltige flüssige oder schlammige Rückstände (20 %); feste Abfälle (9 %)	13 Mill. (Hausmüll und Sonderabfälle)	8,5 Mill. (Hausmüll und Sonderabfälle)	140 000 (Hausmüll und Sonderabfälle bei Anlieferung (1972), davon ca. 5000 m ³ Sonderabfälle)

Quellen: Zentralstelle für Abfallbeseitigung beim Bundesgesundheitsamt, Berlin;
LANGENDORF, J. (1974): unveröff. Diplomarbeit, TH Darmstadt, Fachgebiet Wasserversorgung, Abwasserbeseitigung und Stadtbauwesen

Zu Abschnitt 3.6 – Umweltchemikalien und Ökosysteme

1. Anzahl der zum Vertrieb in der Bundesrepublik Deutschland zugelassenen Pflanzenschutzmittel (Handelspräparate) 1969 bis 1972

Mittelgruppe	1969	1970	1971	1972
Herbizide	499	476	462	499
Fungizide	343	304	260	263
Saatgutbehandlungsmittel	101	79	93	92
Insektizide	469	448	351	370
Insektizide+Fungizide (Kombinationspräparate)	. ¹⁾	. ¹⁾	24	28
Akarizide	25	25	16	18
Akarizide+Insektizide (Kombinationspräparate)	. ¹⁾	. ¹⁾	6	6
Akarizide und Fungizide	. ¹⁾	. ¹⁾	5	5
Nematizide	12	10	13	13
Rodentizide	129	126	137	145
Molluskizide	37	36	42	48
Wildschadenverhütungsmittel und Repellents	46	42	41	43
Keimhemmungsmittel	20	20	21	21

¹⁾ Nicht getrennt ausgewiesen; in Stammgruppen enthalten.

Quelle: Zusammenstellung von Dr. F. Frank (Braunschweig) nach den Pflanzenschutzmittelverzeichnissen und sonstigen Unterlagen der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft.

2. Absatz von Pestiziden und Wachstumsreglern in der Bundesrepublik Deutschland 1972 für Landwirtschaft und Haushaltshygiene

Wirkstoffe	Tonnen Wirkstoff
Herbizide	12 744
Fungizide und Saatgutbehandlungsmittel	4 526
Insektizide und Akarizide	1 612 ¹⁾
Nematizide incl. Bodenentseuchungsmittel	533
Rodentizide	208
Molluskizide	33
Wildschadenverhütungsmittel	837
Keimhemmungsmittel	17
Wachstumsregler	488 ²⁾
Insgesamt	20 998

¹⁾ Einschließlich 209 t Carbolineen und Mineralöle sowie 206 t für Haushaltshygiene.

²⁾ Einschließlich Chlorcholinchlorid (CCC).

Quelle: Industrieverband Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel e. V.

**3. Absatz von Pestiziden (Pflanzenschutzmittel und
Haushaltshygienemittel) 1969 bis 1972
Ausgewählte Gruppen und Typen**

Tonnen Wirkstoff

Pestizide	1969	1970	1971	1972
Pestizide insgesamt	17 665	19 469	19 430	20 998
Herbizide	8 808	11 485	11 063	12 744
Organische Fungizide	2 565	2 953	2 881	2 842
darunter:				
Quecksilberhaltige Fungizide	26	26	31	19
Schwefelhaltige Fungizide	1 348	1 408	1 002	1 064
Kupferhaltige Fungizide	826	581	542	597
Insektizide				
Chlorkohlenwasserstoffe	398	·	327	299
davon:				
DDT	188	152	40	12
Lindan	90	88	96	99 ¹⁾
sonstige				
Organochlorinsektizide	120	·	191	188
Insektizide auf Basis organischer Phosphorverbindungen	502	462	736	607

¹⁾ Davon HCH : 12.

Quelle: Industrieverband Pflanzenschutz- und Schädlings-
bekämpfungsmittel e. V.

4. Absatz von Herbiziden in der Bundesrepublik Deutschland 1972

Herbizide	Tonnen Wirkstoff	Anwendungsbereich
A. Organische Herbizide		
1. Derivate aliphatischer Carbonsäuren Trichloressigsäure (TCA)	1 875	Gegen Gräser; Entblätterungsmittel
Dalapon	147	Gegen Gräser
2. Derivate cyclischer Carbonsäuren („Wuchsstoffe“)		
2, 4-D	869	Gegen breitblättrige Pflanzen
MCPA	1 377	Blattherbizid (Getreide, Grünland)
2, 4, 5-T	357	Blattherbizid (auch gegen holzige Unkräuter)
Mecoprop	1 517	Blattherbizid; selektiv gegen Labkraut und Vogelmiere (Getreide)
Dichlorprop	1 043	Blattherbizid; selektiv gegen Knöterich, Vogelmiere
Sonstige	270	
3. Harnstoffderivate, z. B. Monuron, Diuron, Cycluron	1 291	Totalherbizide; in geringer Konzentration selektiv
4. Aromatische Nitroverbindungen z. B. DNOC, Dinoseb (DNBP)	476	Gegen schwer bekämpfbare Samenunkräuter z. B. in Getreidekulturen; Ölformulierung von Dinoseb zum Abtöten von Kartoffelkraut
5. Carbamate	324	Verschiedene Unkräuter; IPC als Kartoffelkeim- hemmer
6. Anilide	97	Selektiv in speziellen Kulturen
7. Heterocyclische Verbindungen mit 1-3 N-Atomen im Ring	2 309	z. B. Triazine: Totalherbizide; selektiv in speziellen Kulturen (Mais, Spargel, Reben, Ziergehölzkulturen) Amitrol (Aminctriazol): wirkt gegen tiefwurzelnde Unkräuter; Anwendung z. T. als Zusatz zu Totalherbiziden Simazin: Totalherbizid; in spezieller Anwendung selektiv (Getreide, Zuckerrüben, Reben, Beerenkulturen)
8. Sonstige organische Herbizide	8	
B. Anorganische Herbizide	784	z. B. Natriumchlorat: Totalherbizid; zur Abtötung von Pflanzen auf Nichtkulturland

Quelle: Industrieverband Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel e. V.

5. Absatz von Fungiziden und Saatgutbehandlungsmitteln in der Bundesrepublik Deutschland 1972

Fungizide und Saatgutbehandlungsmittel	Tonnen Wirkstoff	Anwendungsbereich
Anorganische Verbindungen	1 665	Obst-, Weinbau; Nebenwirkung gegen Schadmilben Wein-, Hopfen-, Kartoffel-, Rübenbau
davon: schwefelhaltige Mittel	1 064	
kupferhaltige Mittel	597	
Sonstige	4	
Organische Verbindungen	2 861	Getreidesaatgutbeizung Obst-, Gemüse-, Weinbau, Beizmittel bei Gemüsesämereien Obst-, Wein-, Kartoffel-, Gemüsebau, Forst Obst-, Gemüsebau, Beizmittel für Gemüsesämereien
darunter: Quecksilberverbindungen	19	
Phthalsäure-Derivate	1 009	
Thiocarbamate	747	
Thiurame (z. B. TMTD = Thiram)	360	

Quelle: Industrieverband Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel e. V.

6. Absatz von Insektiziden und Akariziden einschl. Synergisten in der Bundesrepublik Deutschland 1972 für Landwirtschaft und Haushaltshygiene (jeweils in Klammern)

	Tonnen Wirkstoff
Chlorierte Kohlenwasserstoffe	
DDT	11 (1)
Lindan, HCH	87 (12)
Sonstige	33
Dienverbindungen (Aldrin, Dieldrin u. a.)	18
Chlorierte Äther (Metoxychlor u. a.)	69 (28)
Chlorierte Alkohole und Ester (Endosulfan u. a.)	39
Organische Phosphorverbindungen (Phosphamidon, Parathion = E 605 u. a.)	527 (80)
Carbamate (Sevin u. a.)	109 (4)
Organische Nitroverbindungen (DNOC, Dinobuton u. a.)	33
Insektizide pflanzlicher Herkunft einschließlich verwandter Syntheseprodukte u. a. (Pyrethrine u. a.; Bacillus thuringiensis)	16
Sonstige	255 (80)
Carbolineen und Mineralöle	209
Insgesamt	1 406 (205)

Quelle: Industrieverband Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel e. V.

7a. Geschätzter Anteil der mit Herbiziden, mit Fungiziden und Saatgutbehandlungsmitteln und der mit Insektiziden behandelten Flächen in Prozent der jeweiligen Anbaufläche

	Herbizide	Fungizide und Saatgutbehandlungsmittel	Insektizide
Wintergetreide	70	10–15	unter 5
Sommergetreide	80	15–20	unter 5
Zuckerrüben	95	5–10	40
Futterrüben	60	0	5–10
Kartoffeln	25	40	40
Mais	95–100	.	unter 5
Raps	über 40	0	80
Erwerbsobstbau	über 50	100	100
Weinreben	über 50	100	100
Hopfen	.	100	100
Grünland	2–5	0	0
Forst ¹⁾	unter 2	unter 1	1–5

¹⁾ Außerdem hier Wildschadenverhütungsmittel (unter 4 %).

Quelle: Unter Verwendung von unveröffentlichtem Material des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

7b. Landwirtschaftlich genutzte Fläche der Bundesrepublik Deutschland 1972 nach Kulturarten

Fläche	1 000 ha	Prozent
Ackerland ¹⁾	7 561	56,1
Obstanlagen	87	0,6
Rebland	94	0,7
Wiesen	3 237	24,0
Viehweiden	2 149	16,0
Gartenland	334	2,5
Baumschulen, Weihnachtsbaumkulturen, Korbweiden	18	0,1
Landwirtschaftlich genutzte Fläche insgesamt	13 480	100
Waldfläche, Forst insgesamt	7 172	100

¹⁾ Darunter: Getreide 70,1 %
 Hackfrüchte 15,2 %
 Hopfen, Ölfrüchte 1,9 %
 Samenbau

Quelle: Statistisches Jahrbuch 1973 des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten.

8. Immissionsbelastung (Luft)**Jahresmittelwerte, gemessen von DFG-Meßstellen in Gelsenkirchen, Mannheim, Westerland/Sylt und Schauinsland/Schwarzwald*)**

	Belastete Stationen		Unbelastete Stationen	
	Gelsenkirchen	Mannheim	Westerland	Schauinsland
ng Blei/m ³				
1970	1220	–	86	76
1971	946	376	62	47
1972	757	293	60	37
µg S/m ³				
1969	79,1	85,1	20	5,3
1970	76	80	16,7	6,2
µg NO ₂ /m ³				
1969	54,4	48,2	9,2	3,7
1970	52	40	7	3,4
µg Staub/m ³				
1969	211	174	64,2	27,7
1970	181	169	73	27
ppm CO ₂ (URAS)				
1969	351,9	347,5	321,5	333,5
1970	350	348	321	337
µg SO ₂ /m ³ (Wösthoff)				
1969	166,2	152,0	22,2	–
1970	188	164	16,8	–

*) CO₂-Werte der Station Schauinsland sind sehr wahrscheinlich um 12 – 15 ppm zu hoch.

Quelle: Köhler, 1973; Werte für Blei: mitgeteilt durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft, 1974.

9. Fluor-Immissionsbelastung 1972 im Ruhrgebiet und in der sogenannten Rheinschiene

µg F ⁻ /m ³ Luft	Flächenanteile	
	km ²	%
Jahresmittelwert		
≤ 1,00	738	72,1
> 1,00 bis 2,00	265	25,9
> 2,00	20	2,0
Maximalkonzentration		
≤ 1,25	28	2,7
> 1,25 bis 2,50	645	63,1
> 2,50 bis 5,00	306	30,0
> 5,00 bis 7,50	33	3,2
> 7,50	11	1,0

Quelle: BUCK u. IXFELD, 1973 b.

10. Vergleich der in einzelnen Meßjahren auf das „Ruhrgebiet“ sedimentierten Staubmengen

Untersuchungszeitraum	Staubniederschlag 1 000 t/Jahr (abgerundete Werte)
1963/64	312
1964/65	312
1965/66	279
1966/67	245
1967/68	251
1968/69	245
1969/70	264
1970/71	210
1971/72	190

Quelle: BUCK u. IXFELD, 1973 a.

11. Handelsdüngerverbrauch der Landwirtschaft in der Bundesrepublik Deutschland 1965/66 bis 1970/71 1 000 t Reinnährstoff, bzw. kg/ha landwirtschaftlich genutzte Fläche (in Klammern)

Zeit	Stickstoff (N)	Phosphat (P ₂ O ₅) ¹⁾	Kali (K ₂ O)
1965/66	873,8	833,2	1 190,3
1966/67	888,6	800,9	1 076,8
1967/68	950,2	806,3	1 119,3
1968/69	932,7	801,7	1 045,9
1969/70	1 084,6 (79,9)	856,6 (63,1)	1 120,1 (82,5)
1970/71	1 130,8 (83,3)	913,1 (67,2)	1 184,6 (87,2)

¹⁾ Die Faktoren zur Umrechnung in P bzw. PO₄ betragen 0,44 bzw. 1,34.

Quelle: Statistisches Jahrbuch 1973 des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten.

12. Durchschnittlicher Pflanzennährstoffgehalt von Regenwasser mg/l bzw. kg/ha für 100 mm Niederschlag

	1)	Nieder- schläge mm/ Jahr	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Ca	K	Mg	Na
Feldberg	1	883	0,4	0,4	0,6	0,2	0,2	0,4
Bonn	2	641	0,9	0,6	6,4	0,4	0,9	0,7
Braunschweig	2	611	0,7	0,8	2,8	0,5	0,6	0,9
Westerland/ Sylt	3	734	0,5	0,4	1,9	1,6	2,0	32,0

1) 1 = unbelastet
2 = belastet
3 = mit Immission aus Meeresbereich

Quelle: Scheffer-Schachtschabel, 1970

13. Zufuhr an Mineralstoffen in ein Eichenmischwald-Ökosystem in Großbritannien kg/ha Jahr

	P	K	Ca	Mg	Na
per Aerosol ¹⁾	0,12	6,3	4,2	16,2	125,2
per Niederschlag	0,34	4,0	8,8	6,8	50,5

¹⁾ Aerosole: Ein Gas (in diesem Fall Luft), das Stoffe in feinst verteilter Form enthält; die Teilchen bleiben längere Zeit in der Schwebe.

Quelle: WHITE & TURNER, 1970

14. Einfluß der Düngung auf das Grundwasser in einem Schleswig-Holsteinischen Testgebiet mit ca. 80 km². Angegeben ist der Unterschied Agrarfläche gegen Wald in Prozent

Nitrat	+ 210 %
Phosphat	+ 120 %
Kalium	+ 680 %
Magnesium	+ 60 %
Chlorid	+ 115 %

Quelle: SCHULZ, 1973

**15. Gesetze und Verordnungen der Bundesrepublik Deutschland mit Bezug zum Problemkreis
Umweltchemikalien und Ökosysteme; bei Verkündung nach Erscheinen des Materialienbandes (1971)
stichwortartige Inhaltsangabe**

- Düngemittelgesetz. Vom 14. 8. 1962, in der Fassung des Gesetzes vom 24. 5. 1968.
- Verordnung über die Zulassung von Düngemitteltypen. Vom 21. 11. 1963, in der Fassung der Verordnung vom 23. 4. 1970.
- Erste bis zehnte Verordnung zur Änderung der Düngemittelverordnung (10. VO vom 12. 2. 73) (8.–10. VO: Begrenzung des Blei- und Quecksilbergehaltes in Düngemitteln)
- Pflanzenschutzgesetz. Vom 10. 5. 1968.
- Verordnung über die Prüfung und Zulassung von Pflanzenschutzmitteln. Vom 4. 3. 1969.
- Pflanzenschutz – Kostengesetz. Vom 26. 8. 1969.
- Verordnung über Anwendungsverbote und -beschränkungen von Pflanzenschutzmitteln. Vom 23. 7. 1971. (**Aldrin** (Weinbau), **DDT** (Forst), **Endrin** (Obstbau ohne Unterkulturen), **Heptachlor** (Rübensaatgut) nur noch bis Ende 1974 erlaubt. **Maleinsäurehydrazid** nur auf landwirtschaftlich nicht genutzten Flächen und **Quecksilberverbindungen** nur als Saatgutbeizmittel zugelassen. **Lindan** in Getreidevorräten und ihren Verarbeitungsprodukten, **Toxaphen** im Gemüsebau verboten. 2, 4, 5, -T darf durch Luftfahrzeuge nur mit Erlaubnis der nach Landesrecht zuständigen Behörde versprüht werden.)
- Gesetz zur Änderung des Pflanzenschutzgesetzes. Vom 27. 7. 1971. (Schutz von Tieren, Pflanzen und Viren, durch die Schädlinge oder Krankheiten bekämpft werden können. Ermächtigung des Bundesministers, die Anwendung bestimmter Pflanzenschutzmittel bzw. die Einfuhr von Gütern, die mit diesen Mitteln behandelt worden sind, zu verbieten. Prüfung der Eignung von Geräten für den Pflanzen- und Vorratsschutz als Aufgabe der BBA. Ausweitung div. Paragraphen auf Zusatzstoffe.)
- DDT-Gesetz. Vom 7. 8. 1972. (Verbot der Herstellung, Einfuhr, Ausfuhr, des Inverkehrbringens, Kaufs und der Verwendung von DDT. Wenige Ausnahmeregelungen, die deutlich gekennzeichnet sein müssen.)
- Verordnung zum Schutz der Bienen vor Gefahren durch Pflanzenschutzmittel vom 19. 12. 1972. Anwendungsverbot bienengefährlicher Pflanzenschutzmittel an blühenden Pflanzen. Anwendungsbeschränkungen im Umkreis von 60 m um Bienenstände, ggf. Anwendung außerhalb der Zeit des täglichen Bienenflugs. Beseitigung von verschütteten Mitteln, Resten, der leeren Behälter und Packungen.)
In Vorbereitung:
- Zweites Gesetz zur Änderung des Pflanzenschutzgesetzes. Verordnung zur Änderung der Verordnung über Anwendungsverbote und -beschränkungen für Pflanzenschutzmittel.

Zu Abschnitt 4.1 - Naturschutz und Landschaftspflege
1. Naturparke in der Bundesrepublik Deutschland (Stand: 1. 4. 1973)

Name Land	Träger des Naturparkes	Gründungsdatum	Größe (ha)	Wald (%)
Altmühltal, Südliche Frankenalb (Bayern)	Verein Naturpark Altmühltal e.V.	25.07.1969	290 800	34
Arnsberger Wald (Nordrhein-Westfalen)	Zweckverband Naturpark Arnsberger Wald	04.12.1961	44 760	71
Aukrug (Schleswig-Holstein)	Kreis Rendsburg Eckernförde	21.12.1970	35 000	23
Bayerische Rhön (Bayern)	Zweckverband Naturpark Bayerische Rhön	28.04.1967	109 000	60 ¹⁾
Bayerischer Spessart (Bayern)	Verein Naturpark Spessart e.V.	31.10.1963	135 000	81
Bayerischer Wald/Kötzing (Bayern)	Verein Naturpark Bayerischer Wald/Kötzing e.V.	10.03.1967	40 042	60
Bergisches Land (Nordrhein-Westfalen)	Zweckverband Naturpark Bergisches Land	25.04.1973	180 000	45 ¹⁾
Bergstraße-Odenwald (Hessen, Baden-Württemberg u. Bayern)	Verein Naturpark Bergstraße-Odenwald e.V.	20.12.1960	208 000	65 ¹⁾
Diemelsee (Hessen u. Nordrhein-Westfalen)	Verein Naturpark Diemelsee e.V.	13.04.1967	33 420	46
Dümmer (Niedersachsen)	Verein Naturpark Dümmer e.V.	14.03.1972	39 250	
Ebbegebirge (Nordrhein-Westfalen)	Zweckverband Naturpark Ebbegebirge	02.07.1964	65 800	51
Eggegebirge u. südl. Teutoburger Wald (Nordrhein-Westfalen)	Zweckverband Naturpark Eggegebirge u. südl. Teuto- burger Wald	24.04.1965	59 300	60 ¹⁾
Elbufer-Drawehn (Niedersachsen)	Verein Naturpark Elbufer-Drawehn e.V.	12.08.1968	73 280	50
Fichtelgebirge (Bayern)	Verein Naturpark Fichtelgebirge e.V.	30.11.1971	55 700	80
Fränkische Schweiz - Veldensteiner Forst (Bayern)	Verein Naturpark Fränkische Schweiz - Veldensteiner Forst e.V.	26.07.1968	125 000	40
Habichtswald (Hessen)	Zweckverband Naturpark Habichtswald	08.05.1962	47 428	41
Harburger Berge (Hamburg)	Naturschutzamt der Freien u. Hansestadt Hamburg	05.1960	3 800	33
Harz (Niedersachsen)	Verwaltungsstelle Naturpark Harz	12.05.1960	95 000	90
Hessische Rhön (Hessen)	Naturpark Hessische Rhön	17.10.1962	38 400	30
Hessischer Spessart (Hessen)	Zweckverband Naturpark Hessischer Spessart	06.09.1962	76 800	50
Hochtaunus (Hessen)	Zweckverband Naturpark Hochtaunus	30.5.1962	127 485	58
Hohe Mark (Nordrhein-Westfalen)	Verein Naturpark Hohe Mark e.V.	21.03.1963	100 920	34
Hoher Vogelsberg (Hessen)	Zweckverband Naturpark Hoher Vogelsberg	10.09.1958	38 447	30
Homert (Nordrhein-Westfalen)	Zweckverband Naturpark Homert	08.07.1965	37 000	55

1. Naturparke in der Bundesrepublik Deutschland (Stand: 1.4.1973)

Name Land	Träger des Naturparkes	Gründungsdatum	Größe (ha)	Wald (%)
Hüttener Berge (Schleswig-Holstein)	Kreis Rendsburg - Eckernförde	21.12.1970	22 000	7
Kottenforst-Ville (Nordrhein-Westfalen)	Staatliches Forstamt Kottenforst	19.11.1959	16 000	80
Lauenburgische Seen (Schleswig-Holstein)	Naturpark Lauenburgische Seen	10.05.1960	40 000	23
Lüneburger Heide (Niedersachsen)	Verein Naturschutzpark e.V.	29.12.1921	20 000	60
Meißner-Kaufunger Wald (Hessen)	Zweckverband Naturpark Meißner-Kaufunger Wald	16.02.1962	42 058	57
Mittlerer Bayerischer Wald (Bayern)	Verein Naturpark Mittl. Bayerischer Wald e.V.	17.05.1969	57 000	75 ¹⁾
Münden (Niedersachsen)	Verein Naturpark Münden e.V.	15.05.1959	19 547	66
Nassau (Rheinland-Pfalz)	Zweckverband Naturpark Nassau	21.03.1962	53 000	66
Nordeifel (Nordrhein-Westfalen u. Rheinland-Pfalz)	Verein Naturpark Nordeifel e.V.	18.05.1960	174 100	60
Nördl. Teutoburger Wald- Wiehengebirge (Niedersachsen u. Nordrhein-Westfalen)	Verein Naturpark Nördl. Teutoburger Wald - Wiehengebirge e.V.	28.03.1962	109 200	70
Oberpfälzer Wald (Bayern)	Verein Naturpark Oberpfälzer Wald e.V.	08.05.1966	217 522	55 ¹⁾
Pfälzerwald (Rheinland-Pfalz)	Bezirksregierung Rheinhessen-Pfalz	15.12.1958	179 300	71
Rhein-Taunus (Hessen)	Zweckverband Naturpark Rhein-Taunus	19.03.1968	68 200	60
Rhein-Westerwald (Rheinland-Pfalz)	Verein Naturpark Rhein-Westerwald e.V.	27.11.1962	37 000	53
Rothaargebirge (Nordrhein-Westfalen)	Zweckverband Naturpark Rothaargebirge	30.10.1963	113 000	65
Schönbuch (Baden-Württemberg)	Forstdirektion Südwürttemberg- Hohenzollern	27.03.1972	15 000	95
Schwalm - Nette (Nordrhein-Westfalen)	Zweckverband Naturpark Schwalm - Nette	18.03.1966	41 393	30
Siebengebirge (Nordrhein-Westfalen)	Verschönerungsverein f. d. Siebengebirge e.V.	1959	4 200	90
Solling - Vogler (Niedersachsen)	Verwaltungsstelle Naturpark Solling - Vogler	30.05.1963	50 000	80
Steigerwald (Bayern)	Verein Naturpark Steigerwald e.V.	20.08.1971	132 000	65
Steinwald (Bayern)	Verein Naturpark Steinwald e.V.	12.02.1970	16 500	70
Südeifel (Rheinland-Pfalz)	Verein Naturpark Südeifel e.V.	30.05.1958	43 350	35
Südheide (Niedersachsen)	Landkreis Celle	16.10.1963	50 000	70
Westensee (Schleswig-Holstein)	Kreis Rendsburg - Eckernförde	06.10.1969	25 000	10

¹⁾ Nach Schätzungen der Verfasser.
Quelle: NICKEL/MRASS, 1973



3. Naturschutzgebiete in der Bundesrepublik Deutschland

Land	Naturschutzgebiete		
	Anzahl	Fläche km ²	in % der Landes- bzw. Bundesfläche
Schleswig-Holstein	71	426,8	2,7
Freie und Hansestadt Hamburg	5	18,3	2,2
Niedersachsen	171	949,3	1,9
Freie Hansestadt Bremen	3	0,1	0,02
Nordrhein-Westfalen	220	169,6	0,5
Hessen	61	60,7	0,3
Rheinland-Pfalz	65	43,6	0,2
Baden-Württemberg	165	236,0	0,7
Bayern	158	970,1	1,4
Saarland	14	1,1	0,04
Berlin (West)	17	2,3	0,5
Bundesrepublik Deutschland	950	2 877,9	1,1

Quelle: Naturpark-Archiv der Bundesanstalt für Vegetationskunde,
Naturschutz und Landschaftspflege; Stand: Juli 1971

ANHANG III

Literaturverzeichnis

(Die folgenden Überschriften entsprechen den Abschnitten des Gutachtens)

2. Ziele der Umweltpolitik

Bundesministerium des Innern (1973):
Das Verursacherprinzip – Möglichkeiten und Empfehlungen zur Durchsetzung. Umweltbrief Nr. 1, Bonn

Council on Environmental Quality (1973):
Environmental Quality. The fourth annual report of the Council on Environmental Quality. Washington

Europäische Gemeinschaften (1973):
Erklärung des Rates der Europäischen Gemeinschaften und der im Rat vereinigten Vertreter der Regierungen der Mitgliedstaaten vom 19. Juli 1973 über ein Aktionsprogramm der Europäischen Gemeinschaften für den Umweltschutz, Doc. R/2255/73 (ENV. 91), Brüssel

EWINGMANN, D. & K. ZIMMERMANN (1973):
Kommunale Wirtschaftsförderung und Umweltschutz, in: Archiv für Kommunalwissenschaften, 12. Jg., Bd. II

HANSMEYER, K. H. & B. RÜRUP (1973):
Umweltgefährdung und Gesellschaftssystem, in: Wirtschaftspolitische Chronik, H. 2

JÜRGENSEN, H. & K.-P. JAESCHKE (1971):
Operationale Verfahren zur Anwendung des Social Costs-Prinzips im Umweltschutz, Gutachten erstellt dem Bundesminister des Innern, Hamburg

LÄMMEL, P. (1974):
Umweltschutz in Ballungsräumen – Dargestellt am Beispiel des Hamburger Raumes. Göttingen

OECD (1972):
Guiding Principles Concerning International Economic Aspects of Environmental Policies. Doc. C (72) 122, Paris

Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (1974):
Die Abwasserabgabe. Wassergütwirtschaftliche und gesamtökonomische Wirkungen. Sondergutachten vom Februar 1974.

REHBINDER, E. (1973):
Politische und rechtliche Probleme des Verursacherprinzips. Berlin

SCHOLDER, K. (1973):
Die Umweltkrise als Frage der Wertordnungen, in: Aus Parlament und Zeitgeschehen, Beilage zur Wochenzeitung „Das Parlament“, B 44/73

Umweltprogramm der Bundesregierung (1971):
BT-Drucksache VI/2710, Bonn

3.1 Luft

„Air Quality Act of 1967“; Public Law 90–148 (81 stat. 485), amending the Clean Air Act as amended (77 stat. 392, 77 stat. 992, 77 stat.).

„Air Quality Criteria and Guides for Urban Air Pollutants“ (1972): Wld. Hlth. Org. techn. Rep. Sev. **506**

„Air Quality Criteria for Sulfur Oxides“ (1969): U.S. Dept. Hlth. Educat. Welf. Washington, D.C.

„Air Quality Criteria for Particulate Matter“ (1969): U.S. Dept. Hlth. Educat. Welf. Washington, D.C.

„Air Quality Criteria for Nitrogen Oxides“ (1971): Environ. Protect. Agency, Washington, D.C.

„Aktionsprogramm der Europäischen Gemeinschaften für den Umweltschutz“ (1971, 1973): Umweltinf. des BMI zur Umweltplanung **27**; Umweltschutz **R/2255 d 73** (ENV. 91) pz. EWG. Anl. I

AMDUR, M. G. (1971): Arch. Environ. Hlth. **23**, 459–468

„Auswurfbegrenzung bei Feuerungen mit Ölbrennern“ (1965): GV.NW S. 370, 3. Verord. Imschg. NW

„Auswurfbegrenzung bei Feuerungen für feste Brennstoffe“ (1970): GV.NW S. 172, 8. Verord. Imschg. NW.

„Auto und Umwelt“ (1973): Rat der Sachverständigen von Umweltfragen, Verl. W. Kohlhammer Stuttgart–Mainz

BOISSERÉE, K. (1972 a): GdT-Schriften **4**

BOISSERÉE, K. (1972 b): Umwelt **2**, 22–26

BRAUN, W., DAU, H. (1973): Energie u. Technik **8**, 201–205

BROKE, W., SCHADE, H. (1971): Staub-Reinh. Luft **31**, 473–478

BROKE, W., DAVIDS, P. (1974): BWK (im Druck)

CUMOW, R. N. (1973): Biometrics **29**, 1–10

DAVIDS, P., GERHARDS, K. (1973): Schriftenreihe LIB **29**.

DREYHAUPT, F. J. (1972): Umwelt **1**, 36–39

„Emissionskataster Köln; Bericht über den Stand der Modelluntersuchung im Großraum Köln zur Aufstellung eines Emissionskatasters für luftverunreinigende Stoffe“ (1972): Min. f. Arbeit Gesundheit und Soziales des Landes NW

„Environmental Conservation and the Energy Producing Industries“ (1972): World Energy Conference, Rep. Commit. Envir. Effects, London

„Evaluation of Certain Food Additives and the Contaminations Mercury, Lead and Cadmium“ (1972): Wld. Hlth. Org. techn. Rep. Sev. **505**

- FUNKE, G. (1973): „Probleme der Entstaubung in Zementwerken der BRD“, Proceedings of the Third International Clean Air Congress, Düsseldorf, **E 128–130**, VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf
- GEORGII, H.W. (1972): Staub-Reinh. Luft **32**, 70–73
- GOLDSCHMIDT, K., KNOSPE, J. (1973): VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf, **E 49**
- GOLDSCHMIDT, K. (1973): Jahrbuch der Dampferzeugungstechnik, 2. Ausgabe, VGB-Dampftechnik
- GRIEGER, M. (1973): Med. Inst. Lufthyg. Silikoseforsch., Jahresbericht, Düsseldorf
- GRIMM, W. (1972): TÜ 13, **3**, 57–65
- GUDERIAN, R., STRATMANN, H. (1968): Forschungsber. des Landes NW, Nr. **1920**
- GUDERIAN, R., VAN HAUT, H., STRATMANN, H. (1969): Forschungsber. des Landes NW, Nr. **2017**
- HAIN, E., BOHLIG, H., KLOSTERKÖTTER, W. et al. (1973): Staub-Reinh. Luft **33**, 51–57
- HERSCHEL, W. (1972): GdT-Schriften, Nr. **4**
- Jahresberichte der Gewerbeaufsicht des Landes NW, Teilg. Umweltschutz (1971 und frühere): Immissionsschutz
- JOST, D. (1971): Bundesgesundheitsblatt **13**, 173–175
- KAHNWALD, H., KREUTZER, H.W., MARCHAND, D. (1973): „Staub- und Gasanfall bei der Elektrostahlerzeugung und Möglichkeiten zur Emissionsverminderung durch geeignete Erfassungs- und Entstaubungssysteme“, Proceedings of the Third International Clean Air Congress, Düsseldorf, **E 3–7**, VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf
- KATIN, A. (1973): „Begrenzung des Schwefelgehaltes von Brenn- und Treibstoffen“, Proceedings of the Third International Clean Air Congress, Düsseldorf, **E 54**, VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf
- KREGEL, R. (1972): DIW-Beiträge zur Strukturfor-schung, **21**
- KÜLSKE, S. DOBRICK (1971): Schriftenreihe LIB **22**, 64–97
- LAHMANN, E. (1973): Bundesgesundheitsblatt **16**, 162–168
- LAWTHER, P.J., WALLER, R.E., HANDERSON, M. (1970): Thorax **25**, 525–539
- LENHART, K. (1972): VDI-Berichte, Düsseldorf, Nr. **186**
- LENHART, K. (1973): Gutachten im Auftrag des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen
- LEONARDOS, G., KENDALL, D., BARNARD, N. (1969): Journ. Air Poll. Contr. Assoc. **19**, 91–95
- LEONTIEF, W. (1970): Review. Econ. Stat. Vol. **52**
- LUCKAT, S. (in Vorber.): Staub-Reinh. Luft
- Materialienband zum Umweltprogramm der Bundesregierung (1971): „Umweltplanung“, Bundestags-Drucksache VI/2710
- „Methods for measuring and evaluating odorous air pollutants at the source and in the ambient air“. (1970): Nordisk Hygienisk Tidskrift, Bd. LI, Nr. **2**
- OELERT, H.H. (1971): Umwelt **6**, 36–39
- PERSSON, G.A. (1971): Staub-Reinh. Luft **31**, 283–284
- PEARLMAN, M.E. et al. (1971): Pediatrics **47**, 391–398
- PETERS, W., LEMKE, K., JÜNTGEN, H. (1973): „Emissionsarme Verbrennung von Steinkohle“, Proceedings of the Third International Clean Air Congress, Düsseldorf, **E 82–85**, VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf
- PIEPER, B. (1967): Mitt. VGB **108**, 173–178
- PRINZ, B., STRATMANN, H. (1969): Staub-Reinh. Luft **29**, 354–357
- PRINZ, B. (1973a): Proc. of the Third Intern. Clean Air Congress, Düsseldorf FGR, **AY8/A50**
- PRINZ, B. (1973b): Teco-Map-Konferenz der WHO/WMO Helsinki
- REIDAT, R., Bohnsack, C. (1973): Mitt. VGB **87**, 401
- „Reine Luft für morgen, Utopie oder Wirklichkeit?“ (1972): Hrg. Min. Arbeit, Gesundheit und Soziales, Land NW, Verl. K. von Saint-George, 4773, Möhnesee-Wamel
- Reinhaltung der Luft in NW (1973): Hrg. Min. Arbeit, Gesundheit und Soziales, Land NW
- ROSENBERGER, G. (1973): Proc. of the Third Intern. Clean Air Congress, Düsseldorf, FGR, **A 104/A 109**
- Rundschreiben des Min. Arbeit, Gesundheit und Soziales, Land NW (1972): Ergänzung TA-Luft zu Nr. 2.211 a der Luft hier: Stand der Technik der Rauchgasentschwefelung
- SCHIMMEL, H., GRENBORG, W. (1972): Journ. Air Poll. Contr. Assoc. **22**, 607–616
- SCHLIPKÖTER, H.W. (1970): Min. Arbeit, Gesundheit und Soziales, Verl. Wirtsch. Verwalt. Hubert Wingen, Essen
- SCHLIPKÖTER, H.W. (in Vorb.): „Luftverunreinigungen und deren Einflüsse auf die Gesundheit des Menschen“, Vortrag gehalten auf der Tagung „Umwelt 1972“, Juli 1972 in Stuttgart
- SCHOLL, G. (1971): Landw. Forsch. **26/I**, 29–35
- SCHÖNBECK, H. (in Vorb.): Schriftenreihe LIB, NW
- Schreiben des Min. Arbeit, Gesundheit und Soziales, Land NW (1972): Geschäftszeichen III B 1–8804 (Rd.erl. Nr. III 12/72)
- Schriftenreihe LIB (1966): **3** und **4**
- Schriftenreihe LIB (1971): **24**, 11
- Schriftenreihe LIB (1972): **25**
- Schriftenreihe LIB (1973): **28**
- Schriftenreihe LIB 1972 u. 1973): **27**, **30**
- SCHWARZ, K. „Emissionen aus großen Dampfkesselanlagen“, **BW 639**, und: „Hausbrandemissionen aus kleinen Kesselanlagen, insbesondere Zentralheizungen“, **BW 640**, Lehrgangsbuch „Reinhaltung der Luft“, VDI-Bildungswerk, Düsseldorf: VDI-Verlag

- SCHWARZ, K. (1971): TÜ, Bd. **12**, **4**, 106–112, **5**, 148–149
- SCHWARZ, K. (1972): GdT-Schriften
- SCHWARZ, K. (1973): Staub-Reinh. Luft, **33**, (5), 206–213
- Studie des TÜV-Rheinland e. V. zum Forschungsvorhaben des BMV (1972): „Untersuchung der Umweltbelästigung und Umweltschädigung durch den Straßenverkehr in Stadtgebieten“, Teil 1, A. Nr. **100236**
- Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft), Allg. Verwaltungsvorschriften über genehmigungsbedürftige Anlagen nach § 16 der Gewerbeordnung, vom 8. Sept. GMBI (1964) Nr. 26, dazu Entwurf der Bundesregierung zur Novellierung der TA Luft (vom 8. 2. 1974).
- Umwelt-Report (1972): **23**, (1973): **2**
- „Umweltprogramm der Bundesregierung“: Schriftenreihe: **9**, BMI, Referat Öffentlichkeitsarbeit.
- VAN HAUT, H. (1961): Staub-Reinh. Luft **21**, 52–56
- VAN HAUT, H. (1967): Schriftenreihe LIB **7**, 50–70
- VDI-Bericht (1973): Nr. **186**
- VDI-Handb. Reinh. Luft, Hrg. vom Verein Deutscher Ingenieure, Berlin u. Köln, Beuth-Vertrieb GmbH
- VDI-Bericht (1970): Nr. **149**
- VDI-Bericht (1972): Nr. **180**
- VDI-Bericht (1973): Nr. **203**
- 3.2 Wasser**
- ACKERMANN, K., GESCHKA, H., KARSTEN, D.: Gutachten zur Gesamtbelastung der Volkswirtschaft durch das Umweltprogramm der Bundesregierung, in Materialienband zum Umweltprogramm, 1971
- ALTHAUS, H.: Bericht über eine Literatur- und Datendokumentation zur Frage von Wirkungskonzentrationen toxischer Stoffe im Wasser bezüglich des Einsatzes biologischer Monitorsysteme bei der Überwachung von Gewässern, die der Trinkwassergewinnung dienen
ISU Mitteilungen 1/1972,
Wissenschaftliche Gesellschaft für Umweltschutz e. V., Aachen 1972
- ATV-Fachausschuß 2.6.: „Aerobe biologische Abwasserreinigung“, 2. Arbeitsbericht: Stand und Entwicklung der Abwasserreinigung in Großbritannien
Korrespondenz Abwasser, 20. Jg. (1973), Nr. 10, S. 274–280
- ATV-KfK-Arbeitskreis „Kleine Kläranlagen“: Grundsätze, Bemessung, Bau und Betrieb von Kleinkläranlagen mit Abwasserbelüftung mit Anschlußwerten zwischen 50 und 500 Einwohnern
Korrespondenz Abwasser, 1973, H. 1, S. 10–13
- Battelle-Institut, Frankfurt: Prognose des Wasserbedarfs in der BRD bis zum Jahr 2000, 1972, herausgegeben vom BMI
- Oberste Baubehörde in Bayern, Staatsministerium des Innern:
- Überleitung von Altmühl- und Donauwasser in das Regnitz-Maingebiet. München, Mai 1970
 - Der wirtschaftsfördernde Wert der Überleitungen von Altmühl- und Donauwasser in das Regnitz-Maingebiet, erstellt von J. Klaus
- Bayer. Landesamt für Wasserversorgung und Gewässerschutz: Wärmelastrechnungen Main-Regnitzmündung bis Landesgrenze. München, Aug. 1972
- Bayer. Landesamt für Wasserversorgung und Gewässerschutz: Wärmelastrechnungen Donau – Neu-Ulm bis Staatsgrenze, 1973
- BMI; Referat Öffentlichkeitsarbeit: Abwasserstatistik 1969, Umweltschutz, Informationen des BMI, Nr. 18, Nov. 1972
- BMI: Waschmittel – Gewässerschutz
Protokoll einer Anhörung des BMI am 26. und 27. 2. 1973
Schriftenreihe des BMI, Bd. 2, Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart 1973
- BMI: Umwelt, Nr. 28 v. 18. 1. 74, S. 1–3
- BÖHNKE, B.: Wassergütewirtschaft im Rahmen unserer Gesellschaft und weiterer Entwicklungstrend.
Gewässerschutz-Wasser-Abwasser, Bd. 10, S. 23–42, Hrsg. Ges. z. Förderung des Inst. f. Siedlungswasserwirtschaft der TH Aachen, 1973
- BULLINGER, M., OBERHAUSER, A., RINCKE, G., SCHMIDT, R.-B.: Das Verursacherprinzip und seine Instrumente. Eine interdisziplinäre Untersuchung.
Heft A 24 der Beiträge zur Umweltgestaltung. E. Schmidt-Verlag, Berlin 1974

- CZYCHOWSKI, M.: Reichen die heutigen Gesetze und deren Handhabung zum Schutz der Gewässer aus? Berichte der ATV, Nr. 25, S. 207–217, Bonn 1971
- DVGW Regelwerk: Eignung von Oberflächenwasser als Grundstoff für die öffentliche Trinkwasserversorgung Arbeitsblatt W 151 ZfGW-Verlag GmbH, Frankfurt, Juli 1962
- EGGELING, G. u. KARPE, H.J.: Ökonomische Überlegungen zu Investitionen in der Siedlungswasserwirtschaft GWF 112. Jg. (1971), S. 459–461
- Europarat / Council of Europe: Responsibilities of local authorities for water pollution control Study series Local and Regional, Authorities in Europe. Study No. 3, Strasbourg 1972
- FISCHER, L.: Erfahrungen bei Unfällen mit wassergefährdenden Stoffen Gewässerschutz-Wasser-Abwasser, Bd. 10, S. 151–160, Inst. für Siedlungswasserwirtschaft der TH Aachen 1973 und Bericht des LAWA-Vorsitzenden vom 9. 11. 1973: Schadensfälle mit wassergefährdenden Flüssigkeiten
- GARTNER, G.: Gewässerschutz in Bayern GWF 114. Jg. (1973), H. 9, S. 413–429
- GAVIS, J., FERGUSON, J.-F.: The cycling of mercury through the environment. Water Research, Pergamon Press, Vol. 6 (1972), S. 989–1008
- GENSCHER, H. D.: Bundesregierung zum Gewässerschutz. Beantwortung einer Kleinen Anfrage im Bundestag Korrespondenz Abwasser, 20. Jg. (1973), H. 10, S. 271–273
- Gesellschaft für Kernforschung Karlsruhe (GfK): Durchsetzung des Verursacherprinzips im Gewässerschutz, Ergebnisse der 2. internationalen Expertengespräche am 20./21. 11. 1972
- HABERER, KL.: Trinkwasser im Umweltschutz GWF 113 (1972), H. 10, S. 486–493 und H. 12, S. 556–561
- Mögliche Auswirkungen einer künstlichen Temperaturerhöhung der Oberflächengewässer auf die Wasserversorgung GWF 114. Jg. (1973), H. 12, S. 565–570
- Der Hessische Minister für Landwirtschaft und Umwelt: Sauerstoffverhältnisse im Rhein und Main weiterhin kritisch; Schadstoffbelastung im Rhein unverändert hoch. Landpressedienst, 21. Jg., Nr. 40 vom 3. 10. 1973, S. 2–7
- HIRSCHFELDER, G.: Trockenkühltürme für das 300-MW-THTR-Kernkraftwerk Schmehausen. VGB-Konferenz „Kraftwerk und Umwelt 1973“ Sektion B, Vortrag 2 u. weitere Vorträge dieser Konferenz
- JENKINS, S. H., CHALMERS, R. K.: Standards: Making them fit the facts Water Pollution Control., Vol. 72 (1973), No. 3, S. 284–307
- JÜRGENSEN, H., JAESCHKE, K.-P.: Operationale Verfahren zur Anwendung des Social-Costs-Principis im Umweltschutz. Gutachten für das BMI, Dez. 1971
- KLOSTERKEMPER, H.: Wie könnte die Veranlagung und Erhebung von Abwasserabgaben vereinfacht werden und ihre Verwendung zweckmäßigerweise erfolgen? Gutachtliche Stellungnahme f. d. Interparlamentarische Arbeitsgemeinschaft, Düsseldorf, Febr. 1973 (bisher nicht veröffentlicht)
- KNEESE, A. V.: Water pollution, Economic aspects and research needs. Resources for the Future, Inc. Wash. D.C., 1962, Library of Congress Catalog, card No. 62–12 587
- The Ruhr and the Delaware, Journ. of the Sanitary Engineering Division, Proceedings of the American Society of Civil Engineers. Oct. 1966
- KNÖPP, H.: Neuere Studien zur Biologie und Biochemie des Rheines. Gewässerschutz-Wasser-Abwasser, Bd. 3, S. 67–91. Hrsg. Inst. für Siedlungswasserwirtschaft TH Aachen, 1970
- KNÖPP, H.: Die Frage der Belastbarkeit von Fließgewässern, dargestellt am Beispiel des Rheins VDI-Z., 115. Jg. (1973), Nr. 14, S. 1101–1106
- KNÖPP, H. und SCHOTT, N.: Entwicklung und Anwendung von Standardwerten für die Qualität von Oberflächenwasser als Instrument des Umweltschutzes Gutachten der Bundesanstalt für Gewässerkunde im Auftrag des BMI, Koblenz 1971
- KOENIG, H. W. und IMHOFF, KL. R.: Wassergüte- und Wassermengenwirtschaft an der Ruhr GWF 114 (1973), S. 4
- KOLKWITZ, R. und MARSSON, M.: Ökologie oder pflanzliche Saprobien, Berichte der Deutschen Bot. Gesellschaft, 26 a, 1908
- Ökologie der tierischen Saprobien, Int. Revue der Ges. Hydrobiologie und Hydrographie 2, 1909
- KROLEWSKI, H., BLANCK, D. und HÖFT, K.: Rückkühlung bei konventionellen und nuklearen Kraftwerken Atomwirtschaft-Atomtechnik, 17. Jg. (1972), Nr. 8, S. 420–428
- Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA): Normalwerte für Abwasserreinigungsverfahren Verlag Wasser und Boden, Hamburg 1970
- Grundlagen für die Beurteilung der Wärmebelastungen von Gewässern Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, Mainz, Okt. 1971
- Unsere Sorge: Wasser. Herausgegeben vom Minister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten des Landes NRW, 1972
- LIEBMANN, H.: Handbuch der Frischwasser- und Abwasserbiologie Bd. 1, Oldenbourg, München 1951
- Materialienband zum Umweltprogramm der Bundesregierung 1971 zu Bundestagsdrucksache VI/2710, S. 155
- MUTSCHMANN, J.: Wasser will richtig verteilt sein Beratende Ingenieure 1973, H. 7/8, S. 18–22
- ONGERTH, H. J., SPATH, D. P., CROOK, J. und GREENBERG, A. E.: Public health aspects of organics in water Journal AWWA, 1973, No. 7, S. 495–498
- RAUHUT, A., WILD, L.: Verbrauch und Verbleib von Quecksilber in der BRD im Jahr 1974 Metall, 27. Jg. (1973) H. 9, S. 934–936
- RINCKE, G.: Wirtschaftliche Betrachtungen zu den Reinhaltanforderungen in einem Flußgebiet GWF 109 (1968) S. 1229
- In Gewässern manifest gewordene Schäden und ihre volkswirtschaftliche Bedeutung. Föderation Europäischer Ge-

wässerschutz. Informationsblatt Nr. 20, S. 9–16. Zürich, Juni 1973

Wassergefährdende Stoffe und andere schädliche Einwirkungen auf die Gewässer. Vortrag im Kongreß Wasser, Berlin, Oktober 1973

Ruhrverband und Ruhrtalsperrenverein: Die zunehmende Gefährdung der Trinkwasserversorgung aus der Ruhr Denkschrift, Essen, Sept. 1973

SALZWEDEL, J.: Studien zur Erhebung von Abwassergebühren. Reihe: Wasserrecht und Wasserwirtschaft, Bd. 13, E. Schmidt-Verlag, Berlin 1972

Festsetzung internationaler Gewässergütestandards. Vortrag und Diskussion anlässlich der Haupttagung des deutschen Gas- und Wasserfachs vom 16.–18. 5. 1972 in Stuttgart

SCHWERTMANN, U.: Der landwirtschaftliche Anteil am Phosphateintrag in Gewässer (Literaturübersicht) und die Bedeutung des Bodens hierfür Wasser- und Abwasserforschung, 1973, Nr. 6, S. 190–195

SCHWILLE, Fr.: Die Bekämpfung von Mineralölnfällen auf dem Lande. Umwelt-Report, Umschau-Verlag, Frankfurt, 1972, S. 111–113

Statistisches Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland, 1973, herausgegeben vom Statistischen Bundesamt Wiesbaden

Vermont Department of Water Resources: Development of a state effluent charge system. Water pollution research series. 16110 GNT 02/72 der US. Environmental Protection Agency, 1972

Verband der deutschen Gas- und Wasserwerke e. V. VGW: Die Entwicklung der öffentlichen Trinkwasserversorgung 1960–1970 Frankfurt 1972

WHEELER, R. P.: Farm Wastes The Public Health Engineer, S. 5–8, Jan. 1974

Weltgesundheitsorganisation (WHO), Europäische Region: Standards für Schwermetalle im Wasser Wasserwirtschaft, 64. Jg. (1974), S. 24

ZWINTZ, R.: Zum Problem der ökonomisch relevanten außermarktmäßigen Beziehungen R. Oldenbourg-Verlag, München–Wien 1970

ZWINZTSCHER, K.: Sozial costs in der öffentlichen Wasserversorgung Veröffentlichung d. Instituts f. Wasserforschung GmbH, Nr. 17, Dortmund 1973.

3.3 Lebensmittel

ACKER, L., SCHULTE (1970): Deutsche Lebensmittel-Rundschau **66**, 385

ATTIG, EICHNER (1973): Mitteilungsblatt der GDCh-Fachgruppe Lebensmittelchemie **27**, 63

BARTELS, H. et al. (1972): Fleischwirtschaft **4**, 479

BIERLEIN et al. (1955): zit. nach Schraudy und Rauscher, Archiv für Lebensmittelhygiene **23**, 117

Bundesgesundheitsblatt **18**, 1973

DIEHL, J.F. (1972): Berichte über Landwirtschaft – neue Folge **50**, 256

DUGGAN, R. E., G. Q. LIPSCOMB (1969): Pest. Mon. J. **2**, 153

DUGGAN, R. E. (1971): Pest. Mon. J. **5**, 73

EBING, W. (1973): Deutsche Lebensmittel-Rundschau **61**, 39

EHRENSTORFER, J. und S. (1970): Verbraucherdienst Ausg. B **15**, 130

EICHNER, M. (1973): Zur Lebensmittel-Untersuchung und -Forschung **151**, 376

Ernährungsbericht (1972): Hrsg. Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V., Frankfurt

ESSING, H. G. (1969): Archiv für Hygiene **153**, 490

FEY (1972): Untersuchungsergebnisse des Chemischen Untersuchungs-Amtes für das Saarland

FRANK, H.K. (1972): Zur Lebensmittel-Untersuchung und -Forschung **150**, 151

GODGLÜCK, G., E. SIEWERT (1971): Bundesgesundheitsblatt **14**, 213

GRAHWIT, G. (1972): Archiv für Lebensmittelhygiene **23**, 213

GÖTZE, U., A. DJALALI-AFCHAR (1973): Fleischwirtschaft **53**, 1117

HEIGENER, H. (1971): Mitteilung des Verbandes der deutschen landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungs-Anstalt 121

HEFFTER, A. et al. (1972): Deutsche Lebensmittel-Rundschau **26**, 323

HEFFTER, A. et al. (1973): Mitteilungsblatt der GDCh-Fachgruppe Lebensmittelchemie **53**, 65

JENSEN, S. et al. (1969): noch unveröffentlicht, zit. nach Ernährungsbericht 1972

KIERMEIER, F. (1972): Zur Lebensmittel-Untersuchung und -Forschung **150**, 141

KROPF, R., GELDMACHER-v. MALLINCKRODT (1968): Archiv für Hygiene **152/3**, 218

LEHNERT, G. et al. (1969): Archiv für Hygiene **153**, 403

MIRNA, A. (1972): Fleischwirtschaft **52**, 321

NEUMANN-KLEINPAUL, A., G. TERPLAN (1972): Archiv für Lebensmittelhygiene **23**, 128

ROHLEDER, K. (1973): Mitteilungsblatt der GDCh.-Fachgruppe Lebensmittel-Chemie und gerichtliche Chemie 27, 87

SCHELENZ, R., J. F. DIEHL (1973): Zur Lebensmittel-Untersuchung und -Forschung **151**, 369

SCHRAUDY, E., W. RAUSCHER (1972): Archiv für Lebensmittelhygiene **23**, 117

SOMERS, E., D. M. SMITH (1970): Food Cosmet. Toxicol. **9**, 185

SPERLICH (1972): Jahresbericht der Chemischen Landesuntersuchungsanstalt, Stuttgart

STOCK, A., F. CUCUEL (1934): Naturwissenschaft **22**, 390

STOLTE, W. (1971): Zur Lebensmittel-Untersuchung und -Forschung **146**, 260

SZADKOWSKI, H. et al. (1969): Archiv für Hygiene **153**, 1

TOLLE, A. et al. (1969): Kieler Milchwirtschaft **20**, 343

TOLLE, A. et al. (1971): Kieler Milchwirtschaft, Forschungsbericht 23, 339

TOLLE, A. et al. (1973): Rückstände von Bioziden und Umweltchemikalien in der Milch, Hrsg. Institut für Hygiene der Bundesanstalt für Milchforschung, Kiel

WAGNER (1971): Bundesgesundheitsblatt **15/16**, 218

WHO Technische Report-Serie, 505, 1972, Geneva

3.4 Lärm

BERNHARDT, H., Zeitschrift: Betriebssicherheit, Nr. 5, Schutz vor Arbeitslärm, eine aktuelle Aufgabe für die gewerbliche Wirtschaft, S. 167 (1973)

BERNHARDT, H., Band: Zur Sache 4/73, Öffentliche Anhörung des Innenausschusses des Deutschen Bundestages am 22. Mai 1973, S. 150 bis 152, Kohlhammer GmbH, Stuttgart (1973)

BERNHARDT, H., VDI-Bericht 206 (1973)

BUCHTA, E., Gutachten für die Stadt Rheinberg: Lärmkarte für das Stadtgebiet Rheinberg, Institut für Hygiene der Universität Düsseldorf (1973)

BÜRCK, W., Zeitschrift: Kampf dem Lärm, Nr. 5, Fluglärm in der Sicht von Mensch und Technik, S. 130 bis 133 (1969)

FELDHAUS, G., Zeitung: VDI-Nachrichten, Nr. 13, Grundgedanken des Bundesimmissionschutzgesetzes (1972)

KLOSTERKÖTTER, W., Zeitschrift: Kampf dem Lärm, Nr. 5, Kriterien zur Aufstellung von Immissionsrichtwerten für Geräusche, S. 113 bis 119 (1972)

ROEWER, H., Zeitschrift „Kampf dem Lärm“ Nr. 5, Schutz vor Fluglärm durch Neuordnung der Flugplatzbereiche, S. 137 bis 138 (1969)

STÜBER, C., Band: Zur Sache 4/73, Öffentliche Anhörung des Innenausschusses des Deutschen Bundestages am 22. Mai 1973, S. 111 bis 128, Kohlhammer GmbH, Stuttgart (1973)

THOMASSEN, H. G., Zeitschrift: Kampf dem Lärm, Nr. 6, Ergebnisse von Verkehrslärmuntersuchungen (Modell Bonn), S. 154 bis 159 (1973)

VEIT, I., Buch: Technische Akustik, S. 118, Vogel Verlag, Würzburg (1974)

Department of Transportation, Federal Aviation Administration, Vereinigte Staaten, Airplane noise levels, Advisory Circular ac No: 36-1, date: 5/31/73

International Civil Aviation Organization, Montreal: Committee on aircraft noise, third meeting, doc. 9063, Can/3 1973

International Aviation Organization, Montreal: Committee on aircraft noise (CAN), second meeting, Can II-WP 11 25/8/71

Messerschmitt-Bölkow-Blohm GmbH, Ottobrunn, Systemstudie im Auftrage des Bundesministeriums für Verkehr: Flugsicherung der 80er Jahre (1973)

Gesetze und Rechtsverordnungen

Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Bau- lärm – Geräuschimmission – vom 19. 8. 1970, Beilage 26/70 zum Bundesanzeiger Nr. 160 vom 1. 9. 1970

Allgemeine Verwaltungsvorschrift über genehmigungsbedürftige Anlagen nach § 16 der Gewerbeordnung – GewO – Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA-Lärm)

vom 16. Juli 1968, Beilage zum Bundesanzeiger Nr. 137 vom 26. 7. 1968

Bekanntmachung über die Lärmgrenzwerte bei Flugzeugen über 5 700 kg Höchstgewicht bei Strahltriebwerkenantrieb vom 6. August 1973, Nachrichten für Luftfahrer vom 30. August 1973 NfL, II-65/73

Bekanntmachung über Lärmgrenzwerte bei Propellerflugzeugen bis 5 700 kg Höchstgewicht und Motorsegler vom 12. April 1972, Nachrichten für Luftfahrer vom 27. April 1972, NfL II-32/72

Entwurf eines zweiten Gesetzes zur Änderung des Bundesfernstraßengesetzes (2. FStrÄndG), Bundesrats-Drucksache 261/73 vom 23. 3. 1973

Gesetz zum Schutz gegen Baulärm vom 9. 9. 1965 (BGBl. I, S. 1214), geändert 24. 5. 1968 (BGBl. I, S. 503)

Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm vom 30. März 1971 (BGBl. I, S. 282)

Richtlinie über Maßnahmen zum Schutz der Arbeitnehmer gegen den Lärm am Arbeitsplatz – Arbeitsplatzlärmschutzrichtlinie – vom 10. 11. 1970

Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (Baunutzungsverordnung – Bau NVO –) i. d. F. v. 26. November 1968 (BGBl. I, S. 1238)

Normen und Richtlinien¹⁾

- DIN 4109 Schallschutz im Hochbau
- DIN 18005 Vornorm Schallschutz im Städtebau; Hinweisblatt 1
Hinweise für die Planung, Berechnungs- und Bewertungsgrundlagen
- DIN 45635 Vornorm Geräuschmessung an Maschinen
Blatt 1
(Luftschallmessung)
- VDI 2058 Beurteilung und Abwehr von Arbeitslärm
1960
- VDI 2058 Beurteilung von Arbeitslärm in der Nachbarschaft
Blatt 1
- VDI 2058 Beurteilung von Arbeitslärm am Arbeitsplatz
Blatt 2
hinsichtlich Gehörschäden
- VDI 2565 Beurteilung von Lärm in Wohnungen
- VDI 2566 Lärminderung an Aufzugsanlagen
- VDI 2573 Schutz gegen Verkehrslärm – Hinweise für
Planer und Architekten
- VDI 2715 Lärminderung an Warm- und Heißwasser-
heizungsanlagen
- VDI 2719 Schalldämmung von Fenstern

¹⁾ Zu beziehen von der Beuth Vertrieb GmbH, 5 Köln, Kamekestr. 2–4 oder
1 Berlin 30, Burggrafenstr. 4–7

3.5 Feste Abfälle

BATTELLE-Institut e. V. (1973 a): Studie über neue Technologien zur schadlosen Abfallbeseitigung, Frankfurt

BATTELLE-Institut e. V. (1973 b): Studie über den Beitrag abbaubarer Kunststoffe zur Lösung des Müllproblems, Frankfurt

ECOSYSTEM Gesellschaft für Umweltsysteme mbH (1973): Vorstudie Abfallwirtschaftsprogramm der Bundesregierung, München

DUNZ, W. (1973): Müll und Abfall **5**, H. 2, S. 29–32

FÜRMAIER, B. (1973): In Müll- und Abfallbeseitigung (Hrsg.: STRAUB, H. & HÖSEL, G.), Bd. 3, Kennzahl 8505, Berlin

HAUCKE, M. (1970): Stahl und Eisen **90**, S. 348–354

HENNINGS, H. G. (1973): Statistische Rundschau für das Land Nordrhein-Westfalen **25**, H. 8, S. 361–366, H. 9, S. 397–408, H. 10, S. 475–486

HÖSEL, G. (1972 a): Umweltschutz **19**, S. 17–19

HÖSEL, G. (1972 b): In Umwelt-Report (Hrsg.: SCHULTZE, H.), S. 196–198, Frankfurt

JÄGER, B. (1973): in Müll- und Abfallbeseitigung (Hrsg.: STRAUB, H. & HÖSEL, G.), Bd. 1, Kennzahl 1760, Berlin

JUNGINGER, H.-D. (1973): Müll und Abfall **5**, H. 6, S. 177–180

KEUNE, H. (1974): Umwelt 1/74, S. 22–23

KREISCHER, G. (1972): Müll und Abfall **4**, H. 5, S. 141–152

Merkblatt M 3 der Zentralstelle für Abfallbeseitigung: Die geordnete Ablagerung (Deponie) fester und schlammiger Abfälle aus Siedlung und Industrie. – Bundesgesundheitsblatt **22** (1969), S. 362–370

MÜLLER, H. J. (1973): in Stadtreinigung und Umweltschutz, Schriftenreihe Fortschrittliche Kommunalverwaltung **29**, S. 32–53

REIMER, H. (1972): Müll und Abfall **4**, H. 1, S. 19–21

ROSSI, TH. (1973): in Stadtreinigung und Umweltschutz, Schriftenreihe Fortschrittliche Kommunalverwaltung **29**, S. 91–102

SCHENKEL, W. (1973): Gewässerschutz-Wasser-Abwasser (GWA) **10**, S. 465–488, Aachen

SHIN, K. C. (1971): in Müll- und Abfallbeseitigung (Hrsg.: STRAUB, H. & HÖSEL, G.), Bd. 1, Kennzahl 1770, Berlin

SPEITH, K.-H. (1973): Statistische Monatshefte Rheinland-Pfalz, Dezember, S. 330–334

World Health Organization, Regional Office for Europe (1973): Model Code of Practice for Disposal of Solid Waste on Land. – Distributed by WHO, Copenhagen, EURO 3402 (2)

3.6 Umweltchemikalien und Ökosysteme

1. Arbeiten zum Gesamtkomplex aus dem Jahre 1973:

ELLENBERG, H. (Hrsg.): Ökosystemforschung.
Springer, Berlin – Heidelberg – New York

ENGELHARDT, W. (1973): Umweltschutz.
Bayerischer Schulbuch-Verlag, München

LIEBMANN, H. (1973): Ein Planet wird unbewohnbar.
Piper, München

MOLL, W. L. H. (1973): Taschenbuch für Umweltschutz.
I: Chemische und technologische Informationen.
UTB Steinkopff, Darmstadt

OSCHE, G. (1973): Ökologie.
Herder, Freiburg – Basel – Wien

Pflanzenschutzmittel-Verzeichnis (1973)
Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,
Braunschweig, 23. Aufl., 2. Ergänzungslieferung

THOMAS, W. A., G. GOLDSTEIN, W. H. WILCOX
(1973): Biological Indicators of Environmental Quality.
Ann Arbor Science, Ann Arbor, Mich.

WINKLER, S. (1973): Einführung in die Pflanzenökologie.
UTB G. Fischer, Stuttgart

2. Zitierte Literatur:

AN DER LAN, H. (1969): Bild der Wissenschaft **11**,
1048–1057

ANONYM (1972): AID-Info **19** (5), 13

AEHNELT, E., J. HAHN (1973): Tierärztliche Umschau
4, 155

BAUER, U. (1972): Schr.Reihe Ver. Wass.-, Boden-, Luft-
hyg. **37**, 211–219

BEATON, J. D. (1973): Umschau **73**, 17–20

BLASZYK, P. (1966): Ber. Dtsch. Sekt. Int. Rat. Vogel-
schutz **6**, 69–76

BLASZYK, P. (1972 a): Ber. Ldw. **50**, 404–416

BLASZYK, P. (1972 b): Ber. Dtsch. Sekt. Int. Rat. Vogel-
schutz **12**, 48–53

BÖRNER, H. (1971): Pflanzenkrankheiten und Pflanzen-
schutz, Bd. 1 u. 2, Stuttgart

BUCK, M., H. IXFELD (1973 a): Schr.Reihe d. Landes-
anstalt f. Immissions- und Bodennutzungsschutz d. Landes
Nordrhein-Westfalen **28**, 7–40

BUCK, M., H. IXFELD (1973 b): Schr.Reihe d. Landes-
anstalt f. Immissions- und Bodennutzungsschutz d. Landes
Nordrhein-Westfalen **30**, 7–37

BUSCHBOM, U. (1972): Städtehygiene **23** (2), 48–51

DOMSCH, K. H. (1972): Ber. Ldw. **50**, 392–403

EDWARDS, C. A., A. R. THOMPSON (1973): Res. Rev.
45, 1–80

ELLENBERG, H. (1972): Tagungsbericht Ges. f. Ökolo-
gie, Gießen, 19–26.

EMMELIN, L. (1972): Ambio **1** (6), 231–233

Ernährungsbericht 1972, Hrsg.: Deutsche Gesellschaft für
Ernährung e. V., Frankfurt/M

EVERS, F. H. (1971): Forstwiss. Centralbl. **90** (6),
363–369

FLOHN, H. (1973): DFG Mitt. 2/73, 31–40

FRANZ, J. M., A. KRIEG (1972): Biologische Schädlings-
bekämpfung, Berlin, Hamburg

GARBER, K. (1973): VDI – Schwermetall – Kolloquium,
Düsseldorf

GAVIS, J., J. F. FERGUSON (1972): Water Research **6**,
989–1008

GUDERIAN, R. (1972), in: Umwelt-Report, 206–211,
Frankfurt

HAMMOND, A. L. (1972): Science **175**, 155

HANF, M. (1973): Anz. Schädlingskde, Pflanzen-Umwelt-
schutz XLVI, 97–104

HAPKE, H. J. (1970): Umschau **70**, 12

HAPKE, H. J. (1973): VDI – Schwermetall – Kolloquium,
Düsseldorf

HARRIS, R. C., D. B. White, R. B. MACFARLANE
(1970): Science **170**, 736–737

HITZINGER, O., S. SAFE, V. ZITKO (1972): Analabs
Research Notes **12** (2) 1–11

JANSSON, B. (1972): Bull. Ecol. Res. Comm. **16**

KLOKE, A. (1973): VDI – Schwermetall – Kolloquium,
Düsseldorf

KÖHLER, A. (1973): Kommission zur Erforschung der
Luftverunreinigung. Mitt. VII, DFG, 55–80

KOLENBRANDER, G. J. (1972): OECD – Draft report
on eutrophication from agriculture with special reference to
fertilizers and animal waste, Paris

LAUDIEN, H. (1972): Z. Pflanzenkrankheiten, Sonder-
heft **6**, 127–131

LIEBMANN, H. (1960): Handbuch der Frischwasser- und
Abwasserbiologie, Bd. 2, München

LYRE, H. (1973): Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzenschutzd.
25, 170–171

MOSSER, J. L., N. S. FISHER, T. C. TENG, C. F. WUR-
STER (1972): Science **175**, 191–192

OLSCHOWY, G. (1971), in: Belastete Landschaft – ge-
fährdete Umwelt, 150–155, München

PEAKALL, D. B. (1972): Res. Rev. **44**, 1–21

Pflanzenschutzmittel-Verzeichnis (1973), Biologische Bun-
desanstalt f. Land- und Forstwirtschaft, Braunschweig,
23. Auflage, 2. Ergänzungslieferung

PREISS, D., D. HAAG, KL. GOERTTLER (1972): Na-
turwissenschaften **59**, 173

RHEE, J. A. van (1969): Mededel. Rijksfac. Landbouwwet-
enschap. Gent **34**, 682–689

RIEDER, W. (1972): Dipl.Arbeit, Weihenstephan

- RÖNICKE, G. (1971), in: Belastete Landschaft – gefährdete Umwelt, 107–120. Hrsg. G. Olschowy, München
- ROLL, R. (1971): Bundesgesundheitsblatt **14**, 342–345
- ROSENBERGER, G. (1973): Proceedings of the third international clean air congress, Düsseldorf, A 104–A 109
- ROSS, J. (1973): Bild der Wissenschaft **73** (5), 514–522
- SAHA, J. G. (1972): Res. Rev. **42**, 103–163
- SANDERS, H. O., J. H. CHANDLER (1972): Bull. Environ. Cont. Toxicol. **7**, 257–263
- SEILER, W., C. JUNGE (1970): J. Geoph. Res. **75** (12), 2217–2226
- SCHEFFER, F., P. SCHACHTSCHABEL (1970): Lehrbuch der Bodenkunde, 8. Aufl., Stuttgart
- SCHULZ, H. D. (1973): Umschau **73** (14), 442–443
- SCHUPHAN, W. (1973), in: Grzimeks Tierleben, Ergänzungsband: Unsere Umwelt als Lebensraum. Hrsg. J. Illies & W. Klausewitz, Zürich
- SCHWERTMANN, U. (1973): Z. Wasser- und Abwasserforschung (WAF) **6** (6), 190–195
- SUNDSTRÖM, K. R., J. E. HÄLLGREN (1973): Ambio **2** (1–2), 13–21
- SWAINE (1962): Techn. Commun. Bur. Soil Sci., Harpenden **52**, 306
- TIEMANN, K. H. (1972): Z. f. Kulturtechnik und Flurberreinigung **13**, 90–108
- TIMMERMANN, F. (1973): Umschau **73** (1), 13–16
- TRAUTMANN, W., A. KRAUSE, R. WOLFF-STRAUB (1971): Schr.Reihe Vegetationskunde **5**, 193–208
- TYLER, G. (1972): Ambio **1** (22), 52–59
- UMEDA, G. (1972): Ambio **1** (4), 132–134
- VOLLENWEIDER, R. A. (1968): OECD Report DAS/CSI/ 68.27
- WAGNER, K. H., I. SIDDIQI (1973): Naturwissenschaften **60**, 200
- WAIBEL, P. E., B. S. POMEROY, E. L. JOHNSON (1955): Science **121**, 401
- WEIL, L., K. E. QUENTIN, G. RÖNICKE (1973): Kommission zur Erforschung der Luftverunreinigung, DFG-Mitt. VIII
- WHITE, E. G., F. TURNER (1970): J. appl. Ecol. **7**, 441–461
- WHO (1972): Health hazards of the human environment, Geneva, 1–387
- 4.1 Naturschutz und Landschaftspflege**
- BASLER, E. (1972): Umweltprobleme aus der Sicht der technischen Entwicklung. In: Schutz unseres Lebensraumes, Symposium an der ETH Zürich, Frauenfeld
- BAUER, G. (1970): Naturpark Kottenforst Ville, Landschaftsökologisches Gutachten, Köln
- BECKER, F. (1972): Bioklimatische Reizstufen für eine Raumbeurteilung zur Erholung. In: Akademie für Raumforschung und Landesplanung: Zur Landschaftsbewertung für die Erholung. Veröffentlicht Band 76, Raum- und Fremdenverkehr 3, Hannover
- Beirat für Raumordnung beim Bundesministerium des Innern (1972): Empfehlung Nr. 3, 1972
- BERGMEIER, H. (1973): Planung und Entwicklung des ländlichen Raumes. In: BUCHWALD, K., ENGELHARDT, W.: Landschaftspflege und Naturschutz in der Praxis, München
- BUCHWALD, K. (1972): Umwelt und Gesellschaft zwischen Wachstum und Gleichgewicht. – Raumforschung und Raumordnung, 30. Jg., H. 4/5
- BUCHWALD, K. (1973): Was ist „Landschaft“? – in: BUCHWALD, K./ENGELHARDT, W.: Landschaftspflege und Naturschutz in der Praxis, München
- BUCHWALD, K., HARFST, W., KRAUSE, E. (1974): Gutachten für einen Landschaftsrahmenplan Bodensee Baden-Württemberg, Stuttgart
- DARMER, G. (1972): Ökologische Leitbilder für die Rekulтивierung – Landschaft und Tagebau – Hannover
- ELLENBERG, H. (1963): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen, Stuttgart
- ELLENBERG, H. (1973): Ökosystemforschung, Berlin
- ISBARY, G., v. DER HEIDE, J. H. MÜLLER (1969): Gebiete mit gesunden Strukturen und Lebensbedingungen – Veröffentlichungen der Akademie für Raumforschung und Landesplanung, Band 6, Hannover
- JAKOB, H. (1973): Zur Messung der Erlebnisqualität von Erholungs- Waldbeständen, Diss. am Institut für Landschaftspflege und Naturschutz, TU Hannover. Beihefte zu Landschaft und Stadt, Stuttgart
- KIEMSTEDT, H. (1967): Zur Bewertung der Landschaft für die Erholung. Beiträge zur Landespflege, Sonderheft 1, Stuttgart
- LANG, G. (1973): Die Vegetation des westlichen Bodenseegebietes, Stuttgart
- LANGER, H. (1969): Landschaft als Ökosystem. – Landschaft und Stadt 2/1969
- MEISEL, K., BÜRGER R, W. (1972): Das Bracheproblem. – Natur und Landschaft
- Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Umwelt Baden-Württemberg (1971): Albprogramm, Stuttgart
- Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Umwelt Baden-Württemberg (1972): Landwirtschafts- und Landeskultugesetz für Baden-Württemberg, Stuttgart
- Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Umwelt Baden-Württemberg (1973): Schwarzwaldprogramm, Stuttgart

NÜMANN, W. (1971): Die Eutrophierung unserer Gewässer durch Phosphoreintrag unter besonderer Berücksichtigung der Vorgänge im Bodenseeraum – Tenside Detergents 2

OBERDORFER, E. (1957): Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Stuttgart

ODUM, E. D. (1967): Ökologie, München

OLSCHOWY, G. (1973): Tagebau und Landschaft, Aufschüttung, Kippen und Halden, in: BUCHWALD/ENGELHARDT: Landschaftspflege und Naturschutz in der Praxis, München

SCHARF, H., BIERHALS, E. (1971): Zur ökologischen und gestalterischen Beurteilung von Bracheflächen, Natur und Landschaft, 2/1971

TROLL, W. (1939): Luftbildforschung und landeskundliche Forschung, Wiesbaden

TROLL, W. (1950): Die geographische Landschaft und ihre Erforschung, Studium Generale 3, 4/5

TROLL, W. (1966): Ökologische Landschaftsforschung und vergleichende Hochgebirgsforschung, Wiesbaden

TÜXEN, R. (1973): Die Pflanzengesellschaften Norddeutschlands, 2. Auflage, Den Haag

Regionale Planungsgemeinschaft Untermain (1972): Lufthygienisch-meteorologische Modelluntersuchung in der Region Untermain, 3. Arbeitsbericht (Infrarotmessung), Frankfurt

Umweltprogramm der Bundesregierung, Bundestagsdrucksache VI/2710, 1971

WEINZIERL, H. (1965): Kiesgrube und Landschaft. Erfahrungen und Erfolge. Hrsg. Bayer. Industrieverband Steine und Erden, Abt. Kies- und Sandindustrie in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Naturschutzring, 2. Aufl.

4.2 Umweltschutz im Rahmen räumlicher und städtischer Entwicklungsplanung

ABRESS, H. (1972): Zu einigen Fragen des kommunalen Umweltschutzes, Archiv für Kommunalwissenschaften 1972, S. 12

AFFELD, D. (1972): Raum- und siedlungsstrukturelle Aufgabenteilung als Grundprinzipien zur Verteilung des raumwirksamen Entwicklungspotentials, structur 1972, S. 197

ALBERS, G. (1972): Was wird aus der Stadt?

Arbeitskreis „Strukturpolitik und Umweltschutz“ der Wirtschaftsministerkonferenz, Schlußbericht 1972

BAHRDT, H. P. (1969): Die Misere unserer Städte, in: Städtebau der Zukunft

BIRG, H. (1974): Regionale Verteilung der Binnen- und Außenwanderungen in der Bundesrepublik Deutschland, DIW-Wochenbericht 1974, S. 41

BT-Drucksache VI/2710: Umweltprogramm der Bundesregierung 1971

Zu BT-Drucksache VI/2710: Materialien zum Umweltprogramm der Bundesregierung, 1971

BT-Drucksache VI/3793: Raumordnungsbericht der Bundesregierung, 1972

BT-Drucksache VI/1497: Städtebaubericht der Bundesregierung, 1970

EWRINGMANN, D., K. ZIMMERMANN (1973): Kommunale Wirtschaftsförderung und Umweltschutz, Archiv für Kommunalwissenschaften 1973, S. 282

FISCHER, K. (1972): Regionalplanung und Umweltschutz; Der Landkreis 1972, S. 260

GÖB, R. (1972 a): Neue Aspekte für die raumbezogenen Aufgaben des Bundes, structur 1972, S. 25

GÖB, R. (1972 b): Regionale Wirtschaftspolitik und metaökonomische Regionalpolitik, structur 1972, S. 169

GÖB, R. (1974): Möglichkeiten und Grenzen der Stadtentwicklungsplanung; Die öffentliche Verwaltung 1974, S. 86

GROSSHANS, H. (1972): Öffentlichkeit und Stadtentwicklungsplanung

HARTKOPF, G. (1972): Umweltgestaltung durch Raumordnung, Raumforschung und Raumordnung 1972, S. 145

HALSTENBERG, G. (1972): Zielkonflikte zwischen Industrieansiedlung und Umweltschutz, Innere Kolonisation 1972, S. 193

Hauptausschuß der Ministerkonferenz für Raumordnung, Denkschrift, in: Raumordnung und Umweltschutz, hrsg. vom Bundesminister für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, S. 17

HESSE, J. J. (1972): Stadtentwicklungsplanung, Zielfindungsprozesse und Zielvorstellungen

Hessischer Beirat für Umwelt, Tätigkeitsbericht 1971–1973, hrsg. vom Hessischen Minister für Landwirtschaft und Umwelt

HÜBLER, K. H. (1973): Lebensqualität und Sozialchancen im ländlichen Raum – Änderungen der Maßstäbe und Dimensionen, *structur* 1973, S. 97

Institut für Raumordnung (1972): Zielsetzungen in den Entwicklungsprogrammen und -plänen der Länder, *Mitteilungen*, Heft 73

Kommunale Gemeinschaftsstelle für Verwaltungsvereinfachung, Gutachten Nr. 26/1973 „Organisation des Umweltschutzes“

Kommunalpolitische Aspekte des Umweltschutzes in München, Arbeitsberichte zur Fortschreibung des Stadtentwicklungsplans, Nr. 3/1971

Kommunalpolitische Gesichtspunkte zum Umweltschutz in Hannover, 1. Bericht, 1971

LAAGE, G. (1972): Stadt- und Regionalplanung als Teil der Umweltplanung, *BP-Kurier* 1972, S. 35

LEIBUNDGUT, H. (1972): Umweltschutz und Raumplanung, *plan* 1972, S. 158

LINKE, W. (1973): Voraussichtliche Bevölkerungsentwicklung bis 1985, *structur* 1973, S. 169

Ministerkonferenz für Raumordnung, EntschlieÙung vom 15. 6. 1972, in: *Raumordnungsbericht 1972*, BT-Drucksache VI/3793, S. 144

OECD (1970): *Environment and Urbanisation*, Special annotated Bibliographie, Bd. 30

v. PAPP, A. (1973): Bilanzierung der Flächennutzung, *Informationen des Instituts für Raumordnung* 1973, S. 311

Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (1973): Gutachten „Auto und Umwelt“

RÜCKERT, G. R. (1973): Regionale Bevölkerungsentwicklung 1970 bis 1985 in den Gebietseinheiten des Bundesraumordnungsprogramms, *structur* 1973, S. 174

SIMONIS, U. E. (1972): Neue Zielvariable für die regionale Wirtschaftspolitik – Methodische Ansatzpunkte der Umweltplanung, *Bauwelt* 1972, S. 135

STICH, R. (1974): Die Rechtsgrundlagen einer umweltschutzwirksamen Gemeinde- und Regionalpolitik und ihres Vollzuges, *Natur und Landschaft* 1974, S. 3

STOLLEY, K. (1974): Ergebnisse einer vergleichenden Analyse ausgewählter Regionalpläne, *structur* 1974, S. 31

STREIBL, M. (1972): Umwelt und Raumordnung, *Der Landkreis* 1972, S. 254

UMLAUF, J. (1972): Zum Verhältnis von Umweltschutz und Raumordnung, *Raumforschung und Raumordnung* 1972, S. 195

Umweltschutz – Menschenschutz (1972), Eine Dokumentation am Beispiel Frankfurts, Fischer-Verlag

VOGEL, H. J. (1974): Das Bundesraumordnungsprogramm als Instrument einer aktiven Gesellschaftspolitik, *structur* 1974, S. 42

WAGENER, F. (1971): Ziele der Stadtentwicklung nach Plänen der Länder

WIEGAND, J. (1973): Erfahrungen auf dem Weg zur Partizipation, *structur* 1973, S. 37

ZEPF, E. (1972): Der raumordnerische Aspekt des Umweltschutzes, *Deutsche Wohnungswirtschaft* 1972, S. 147

4.3 Energiewirtschaftliche Aspekte

Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, *Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland*, Frankfurt (M)

Bundesministerium für Wirtschaft (1973): *Das Energieprogramm der Bundesregierung*, Bonn

SCHNEIDER, H. K. (1967): Zur Konzeption einer Energiewirtschaftspolitik, in: *Ordnungsprobleme und Entwicklungstendenzen in der deutschen Energiewirtschaft*, Festschrift für Th. WESSELS, Essen

Die voraussichtliche Entwicklung des Energieverbrauchs in der Bundesrepublik Deutschland bis 1985, *Gemeinschaftsgutachten der Institute: Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Berlin, Energiewirtschaftliches Institut der Universität Köln, Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung, Essen. Berlin, Essen, Köln* 1973

5.1 Umweltpolitische Instrumente

BAUMOL, W. J. (1972): On Taxation and the Control of Externalities, in: *The American Economic Review*, Bd. 62

BAUMOL, W. J., W. E. OATES (1971): The Use of Standards and Prices for Protection of the Environment, in: P. Bohm, A. V. Kneese, Hrsg., *The Economics of Environment*, London

CROCKER, TH. D. (1966): The Structuring of Atmospheric Pollution Control Systems, in: *The Economics of Air Pollution*, Hrsg.: H. Wolozin, New York

DALES, J. H. (1968): *Pollution, Property and Prices*, Toronto

DOLAN, E. G. (1971): *Tanstaaf – The Economic Strategy for Environmental Crisis*; New York u. a.

FREY, R. L. (1972): Umweltschutz als wirtschaftliche Aufgabe, in: *Schweizerische Zeitschrift für Volkswirtschaft und Statistik*, Bd. 108

JÜRGENSEN, H., K. P. JAESCHKE, P. LÄMMEL (1972): Allokationseffekte der Social Costs im Umweltschutz – Untersuchung zur Anwendung des Verursacherprinzips. Gutachten, erstellt dem Bundesminister des Innern, Hamburg

KNEESE, A. V., B. T. BOWER (1968): *Managing Water Quality: Economics, Technology, Institutions*, Baltimore. — Deutsch: *Die Wassergütwirtschaft. Wirtschaftstheoretische Grundlagen, Technologie, Institutionen*, München und Wien 1972

LERNER, A. P.; STEIN, H. (1971), in: *The American Economic Review*, Bd. 61

MUSGRAVE, R. A. (1959): *The Theory of Public Finance*, New York; deutsch: *Finanztheorie*, Tübingen 1966

RABENEICK, F. (1971): *Das Verursacherprinzip im Umweltschutz*, in: *Deutsches Verwaltungsblatt*, 1. 4. 1971

SCHÜRMAN, H. J. (1973): *Ökonomische Ansätze zu einer rationalen Umweltpolitik und wirtschaftspolitische Konsequenzen mit besonderer Berücksichtigung der Energiewirtschaft*, Diss. Köln

SOLOW, R. M. (1971): *The Economist's Approach to Pollution and Its Control*, in: *Science*, Bd. 173

THOSS, R. (1972): *Zur Planung des Umweltschutzes*, in: *Raumforschung und Raumordnung*, 30. Jg.

ZERBE, R. O. (1971): *Theoretical Efficiency in Pollution Control: Reply*, in: *Western Economic Journal*, Bd. 9

5.2 Volkswirtschaftliche Kosten (Verzichte)

ACKERMANN, K., GESCHKA, H., KARSTEN, D. (1971): *Gutachten zur Gesamtbelastung der Volkswirtschaft durch das Umweltprogramm der Bundesregierung*, erstattet im Auftrag des BMI, in: *Umweltplanung, Materialien zum Umweltprogramm der Bundesregierung (zu Bundestags-Drucksache VI 2710)*, Schriftenreihe des Bundesministeriums des Innern, Bd. 1, Bonn 1971, S. 593 ff.

Beitrag der Projektgruppe „Reinhaltung der Luft“, in: *Umweltplanung, Materialien zum Umweltprogramm der Bundesregierung*, a. a. O.

BOULDING, K. E. (1968): *The Economics of the Coming Spaceship Earth*. In: *Environmental Quality in a Growing Economy*. Hrsg.: H. Jarrett, Baltimore

Council on Environmental Quality (1973): *Environmental Quality. The fourth annual Report of the Council on Environmental Quality, September 1973*, insbes. Kapitel 3, *Economics and Environmental Management*

Deutsches Industrieinstitut (DII 1972) (heute: Institut der Deutschen Wirtschaft):

Schnelldienst vom 25. 4. 1972, Jg. 22, Nr. 32, Blatt 2 „Neue Zahlen gegen alte Anklagen“

Deutscher Industrie- und Handelstag (DIHT, 1972): *Kostenfaktor: Reine Luft. Die Leistungen der deutschen Industrie für die Luftreinhaltung von 1969 bis 1971. Endergebnisse einer Erhebung des Deutschen Industrie- und Handelstages*, Bonn

DOLAN, E. G. (1971): *Tanstaaf! – The Economic Strategy for Environmental Crises*, New York

FAZIO, A. G., LO CASCIO, M. (1972): *Evaluation of the Economic Effects of Anti-Pollution Public Policy*, in: *Problems of Environmental Economics*, OECD, Paris

HESSE, J. J. (1972): *Stadtentwicklungsplanung: Zielfindungsprozesse und Zielvorstellungen*, Stuttgart u. a.

JÖHR, W. A. (1972): *Die Nationalökonomie vor neuen Aufgaben*, in: *Umweltschutz und Wirtschaftswachstum, Symposium für wirtschaftliche und rechtliche Fragen des Umweltschutzes an der Hochschule St. Gallen*, Frauenfeld

KIRSCH, G. (1971): *Die Cost-Benefit-Analyse: Ein Katalog von Fragen*, in: K. H. Hansmeyer (Hrsg.): *Das rationale Budget*, Köln

LINDBLOM, CH. E. (1959): *The Science of Muddling Through*, in: *Public Administration Review*, Bd. 19

MACKSCHEIDT, K. (1973): *Zur Theorie des optimalen Budgets*, Tübingen

MUSGRAVE, R. A. (1966): *Finanztheorie*, Tübingen

NEUMANN, M. (1971): *Zur ökonomischen Theorie des Föderalismus*, in: *Kyklos*, 24. Jg.

OLSON, M. (1965): *The Logic of Collective Action. Public Goods and the Theory of Groups*. New York

Verband der Chemischen Industrie (VCI, 1973): *Anlage „Aufwendungen für Umweltschutz der Chemischen Industrie“ zu einem Schreiben vom 24. 5. 1973*, Frankfurt

5.3 Hauptprobleme des Umweltschutzrechts

- Arbeitsgemeinschaft sozialdemokratischer Juristen, Kriminalisierung der Umweltverschmutzung. Ein Diskussionsentwurf, Vorgänge 11 bis 12/1971, S. 411
- Arbeitskreis für Umweltrecht: Das Recht auf eine menschenwürdige Umwelt, Beiträge zur Umweltgestaltung A 13, 1973
- BACKES, O.: Umweltstrafrecht, Juristenzeitung 1973, S. 337
- BEST, W.: Die rechtliche Durchsetzung umweltschützensder Normen, in: Gerechtigkeit in der Industriegesellschaft, 1972
- BEST, W.: Umweltschutz und Städtebau. Der Landkreis 1972, S. 258
- BLÜMEL, W.: „Demokratisierung der Planung“ oder Rechtsstaatliche Planung? in: Festschrift für E. FORSTHOFF zum 70. Geburtstag, 1972
- Der Bundesminister für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau (Hrsg.): Raumordnung und Umweltschutz, Entschließung der Ministerkonferenz für Raumordnung vom 15. Juni 1972; Denkschrift des Hauptausschusses der Ministerkonferenz für Raumordnung 1972; Empfehlungen des Deutschen Rates für Stadtentwicklung vom 29. Juni 1973, Pressemitteilung IX/73, S. 21
- FISCHER, K.: Regionalplanung und Umweltschutz. Der Landkreis 1972, S. 260
- FORSTHOFF, E.: Lehrbuch des Verwaltungsrechts, 10. Auflage 1973
- FRIELINGHAUS, V.: Die strafrechtliche Durchsetzung umweltschützender Normen, in: Gerechtigkeit in der Industriegesellschaft, 1972
- FRIELINGHAUS, V.: Das geltende Umweltrecht und seine Sanktionsnormen, Vorgänge 11 bis 12/1971, S. 414
- v. JACOBS, A.: Der öffentlich-rechtliche Benutzungszwang in der Verwaltungsordnung, 1963
- KIMMINICH, O.: Das Recht des Umweltschutzes, 1972
- KRIELE, M.: Umweltschutz und Umweltgestaltung, Verfassungsrechtliche und rechtspolitische Erwägungen, in: Gerechtigkeit in der Industriegesellschaft, 1972
- KRÖNER, H.: Die Eigentumsgarantie in der Rechtsprechung des Bundesgerichtshofes, 2. Auflage, 1969
- LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER, Unsere Sorge: Wasser, 1972
- MÜLLER, K.: Umwelt und Strafrecht sind noch nicht im Einklang, Staatsanzeiger für Baden-Württemberg 1973, Nr. 95, S. 3
- PICHT, G.: Umweltschutz und Politik, Zeitschrift für Rechtspolitik 1971, S. 152
- Presse- und Informationsamt der Bundesregierung: Gesunde Umwelt. Ein Grundrecht, Sonderdruck 1971
- REHBINDER, E.: Grundfragen des Umweltrechts, Zeitschrift für Rechtspolitik 1970, S. 250 ff.
- REHBINDER, E., BURGBACHER, H.-G., KNIEPER, R.: Bürgerklage im Umweltrecht, Band A 4 der Beiträge zur Umweltgestaltung, 1972
- RUPP, H. H.: Die verfassungsrechtliche Seite des Umweltschutzes, Juristenzeitung 1971, S. 401 ff.
- RUPP, H. H.: Popularklage im Umweltschutzrecht? Zeitschrift für Rechtspolitik 1972, S. 32
- STEIGER, H.: Umweltschutz durch planende Gestaltung, Zeitschrift für Rechtspolitik, 1971, S. 133
- STEIN, E.: Vorwort zu dem Entwurf eines Gesetzes über Landschaftspflege und Naturschutz (Landschaftspflegegesetz), aus: Verhandlungen Deutscher Beauftragter für Naturschutz und Landschaftspflege, Band 20, 1971
- STICH, R.: Notwendigkeit und Inhalt eines modernen Naturschutz- und Landschaftspflegerechts, Deutsches Verwaltungsblatt 1972, S. 201
- STICH, R.: Die Mitwirkung des Bürgers und der Öffentlichkeit an der Raumplanung, in: Demokratie und Verwaltung, Band 50 der Schriftenreihe der Hochschule für Verwaltungswissenschaften, Speyer. 1972, S. 357
- STICH, R.: Die Rechtsgrundlagen einer umweltschutzwirksamen Gemeinde- und Regionalplanung und ihres Vollzugs, Natur und Landschaft 1974, S. 3
- STREIBL, M.: Umwelt und Raumordnung. Der Landkreis 1972, S. 254
- THOSS, R.: Zur Planung des Umweltschutzes, Raumforschung und Raumordnung 1972, S. 180
- ULE, C. H.: Umweltschutz im Verfassungs- und Verwaltungsrecht, Deutsches Verwaltungsblatt 1972, S. 437 ff.
- ULE, C. H.: Zur Verpflichtungsklage im Umweltschutz, Betriebsberater 1972, S. 1076
- ULE, C. H.: Unbestimmte Begriffe und Ermessen im Umweltschutzrecht, Deutsches Verwaltungsblatt 1973, S. 756
- UMLAUF, J.: Zum Verhältnis von Umweltschutz und Raumordnung, Raumforschung und Raumordnung 1972, S. 195
- WEBER, W.: Das Recht der Landschaft, in: Festschrift für P. GIESEKE, 1958, S. 95
- WEBER, W.: Umweltschutz im Verfassungs- und Verwaltungsrecht, Deutsches Verwaltungsblatt 1971, S. 806 ff.

5.4 Probleme der Umweltplanung

BACHMANN, D., P. MEISTER (1972): Zur Ganzheitstheorie der Umweltplanung, hrsg. vom Institut für Umweltplanung der Universität Stuttgart

BARTOCHA, B. (1972): Technology Assessment, Umwelt 1972, S. 30

Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages, Zwischenbericht: Fragen der Verfassungsreform, Planung, Zur Sache 1973, Heft 1

GENSCHER, H.-D. (1971): Optimaler Umweltschutz durch zentrale Planung und Lenkung, U – das technische Umweltmagazin 1971, S. 18

GÖB, R. (1972): Raumordnung im Organisationssystem der Bundesregierung, structur 1972, S. 193

GÖB, R. (1973): Probleme der Verwaltungsstruktur im modernen Staat, Staats- und Kommunalverwaltung 1973, S. 3

GÜNTHER, U. (1973): Zehn Dateien machen noch keine Datenbank, Umwelt 1973, Heft 3

JÜRGENSEN, H. (1972): Grundsätze und Strategien von Umweltschutzmaßnahmen, Wirtschaftsdienst 1972, S. 245

KAHRENKE, H. (1973): Zur Wahrnehmung breiter Aufgaben des Umweltschutzes durch den Bund, Die Öffentliche Verwaltung 1973, S. 83

KITSCHLER, W. (1973): Umplis, Mitarbeit aller erforderlich, Umwelt 1973, Heft 3

KLÖPFER, M. (1972): Zum Umweltschutzrecht in der Bundesrepublik Deutschland

Kommission der Europäischen Gemeinschaften, Mitteilung an den Rat über ein Umweltschutzprogramm, zu BRatsdrucksache 463/71

Kommunale Gemeinschaftsstelle für Verwaltungsvereinfachung, Bericht Nr. 26, Köln 1973

KUNZ, W., H. RITTEL (1972): Gutachten und Vorschläge für die Auslegung und Einrichtung eines Planungsinformationssystems für die Umweltpolitik. Erstellt für das Bundesministerium des Innern, August 1972. Als Manuskript vervielfältigt

KUNZ, W., H. RITTEL (1973): Umwelt-Planungs-Informationssystem – Aufgaben und Aufbau – Umwelt 1973, Heft 3

LERSNER, H. Frhr. v. (1972): Administrativer Umweltschutz, Umwelt 1972, S. 10

OBENHAUS, W. (1973): Praktikable Entscheidungshilfe (Umweltverträglichkeitsprüfung), Umwelt 1973, S. 58

Projektgruppe Regierungs- und Verwaltungsreform beim Bundesminister des Innern, Dritter Bericht zur Reform der Struktur von Bundesregierung und Bundesverwaltung, 1972

RONGE, V., G. SCHMIEG (1971) Hrsg.: Politische Planung in Theorie und Praxis

SCHÄFERS, B. (1973) Hrsg.: Gesellschaftliche Planung

SIMON, H. (1971): Informationssysteme für Management-Entscheidungen, Stadtbauwelt 1971, Heft 32

STEIGER, H. (1971): Umweltschutz durch planende Gestaltung, Zeitschrift für Rechtspolitik 1971, S. 133

THOSS, R. (1972): Zur Planung des Umweltschutzes, Raumforschung und Raumordnung 1972, S. 180

WAGENER, F. (1972): Für ein neues Instrumentarium der öffentlichen Planung, Raumplanung-Entwicklungsplanung 1972, S. 23

WIMMER, N. (1973): Die rechtliche Durchdringung des Umweltschutzes, Review (Österreichisches Bundesinstitut für Gesundheitswesen) 1973, S. 23

Umweltbrief Nr. 2 vom 8. November 1973; Das Informationssystem zur Umweltplanung, hrsg. vom Bundesministerium des Innern

ZIMMERMANN, D. (1973): Umplis hängt in der Luft, Umwelt 1973, Heft 5

6. Transnationale Aspekte der Umweltpolitik

D'ARGE, R. (1972): OECD, Problems of Environmental Economics, Paris, S. 227–238

ARGE – Rhein (1971): Wärmelastplan Rhein, 2. Aufl., Wiesbaden

ARGE – Rhein (1972): Die Verunreinigung des Rheins und seiner wichtigsten Nebenflüsse in der BRD – Zwischenbericht über den Stand 1971, Landesbeschaffungsstelle Hessen, Darmstadt

AYRES, R. U., A. V. KNEESE (1968): Environmental Pollution, Government Printing Office, Washington

Bayerischer Staatsminister für Landesentwicklung und Umweltfragen (1972): Umweltbericht, München

Bayerisches Staatsministerium des Innern und Bayerisches Staatsministerium für Landesentw. und Umweltfragen (1972): Gewässerschutz in Bayern – Bestandsaufnahme und Sanierungsprogramm, München

BÖHNKE, B. (o.J.): Wassergütewirtschaft im Rahmen unserer Gesellschaft und weiterer Entwicklungstrend. Unveröffentlichtes Manuskript des I. f. Siedlungswasserwirtschaft an der RWTH Aachen

Bundesminister des Innern (1971): Verordnung der Abfallbeseitigung, Umwelt 5

Bundesminister des Innern (1971): Materialien zum Umweltprogramm der Bundesregierung (Bundestagsdrucksache VI/2710), Bonn

Bundesminister des Innern (1973): Forschungsprojekte zum Transport von Luftverunreinigungen, Umwelt 24

Bundesminister des Innern (1974): 2. Ministerkonferenz über den Schutz des Rheins gegen Verunreinigungen am 4./5. Dez. 1973 in Bonn, Umwelt 28

- Bundesregierung (1973): Gesellschaftliche Daten 1973, Presse- und Informationsamt, Bonn
- Bundesregierung (1973): Bulletin der B.Reg. **115**, 1141–1143
- Bundesregierung (1973): Bulletin der B.Reg. **115**, 1144–1145
- CARTER, C. B., J. D. PORRICELLI (1973): Quantitative Estimates of Petroleum into the Oceans, Arbeitspapier des National Research Council
- Council on Environmental Quality (1973): Environmental Quality – 4. Annual Report, US-Government Printing Office, Washington
- COWELL, E. B. (1973): Die Ölverschmutzung der Meere, Neue Züricher Zeitung vom 19. 9. 1973, S. 75
- Deutscher Rat für Landespflege (1972): Landespflege am Bodensee, Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege **18**
- DFG (1968): Bodenseeprojekt – Zweiter Bericht (1. Juli 1963 – 31. Dezember 1966), Fritz-Steiner-Verlag, Wiesbaden
- EGGER, K. et al. (1972): Ökologische Probleme ausgewählter Entwicklungsländer, Heidelberg
- EHRlich, P. R. u. H. (1972): Population, Resources, Environmental Issues in Human Ecology (2nd ed.), Verl. W. H. Freeman & Co, San Francisco
- FALK, R. F. (1971): This endangered Planet – Prospects and Proposals for Human Survival, Random House Inc., N.Y.
- FISCHER, L. (1973): Korrespondenz Abwasser **20**, 267–270
- FRANZKY, H. (1971): Landeskultur und Umweltschutz in der DDR, Bd. 52 der Reihe: Zur Entwicklung und Organisation des Gesundheitswesens in Sowjetrußland, in osteuropäischen Volksdemokratien und in der DDR, Hamburg
- GÄSSLER, H. (1969): Die Bemühungen um die Bodenseereinhaltung, in: Die Wasserwirtschaft in Baden-Württemberg, Verlagsanstalt, München
- HABERER, K. (1972): gwf – Wasser/Abwasser **113**, 486–493 und 556–561
- HARMSSEN, H. (1971): Gesetzliche Bestimmungen zur Landeskultur und zum Umweltschutz in der DDR 1951–1970, Bd. 53 der Reihe: Zur Entwicklung und Organisation des Gesundheitswesens in Sowjetrußland, in osteuropäischen Volksdemokratien und in der DDR, Hamburg
- Hessischer Minister für Landwirtschaft und Umwelt (1972): Sorge um den Rhein: Wärme-Abfall der Kraftwerke, Wiesbaden
- Hessischer Minister für Landwirtschaft und Umwelt (1971): Die Wassergüte der Oberflächengewässer im Lande Hessen, herausgegeben vom Hessischen Minister für Landwirtschaft und Umwelt, Wiesbaden 1971
- Hessischer Minister für Landwirtschaft und Umwelt (1973): Landpressdienst 40
- HOFFMANN, M. L.: Development Finance and Environment, in: Finance and Development VII, 3
- HÖPFNER, K., B. RAMANN, B. RÜRUP (1973): Ausländische Arbeitnehmer – Gesamtwirtschaftliche Probleme und Steuerungsmöglichkeiten, Selbstverlag der Gesellschaft für regionale Strukturentwicklung, Bonn
- HOULT, D. P. ed. (1969): Oil on the Sea: Proceedings on Oil Pollution of the Sea, Plenum Publ. Corp., N. Y.
- IAWR (1973): Internat. Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke im Rheineinzugsgebiet, Jahresbericht 1972, Amsterdam
- IMF (1973): Intern. Monetary Foundation: International Financial Statistics, **26/3**
- KAEDING, J. (1955): Wasserwirtschaft – Wassertechnik **5**, 315–321
- KAISER, K. (1973): Internationale Dimensionen des Umweltproblems, in: Peter Raina (Hrsg.), Internationale Politik in den Siebziger Jahren, S. Fischer-Verlag, Frankfurt/M., S. 252–273
- KAY, J. A., E. B. SKOLNIKOFF (1972): International Institutions and Environmental Crisis, Sondernummer Internat. Organization, **26/2**
- KAY, D. A. (1973): Europa Archiv **28/8**, 259–273
- KNEESE, A. V., S. E. ROLFE, J. W. HARNED (1971): Managing the Environment – Int. Economic Cooperation for Pollution Control, Praeger Publishers, N. Y., Washington, London
- KNEESE, A. V., R. D'ARGE (1972): International Organization **26**, 2
- KNÖPP, H. (1973): VDI – 2 **115**, 1101–1106
- KNOPPERT, P. L. et al. (1970): Journal AWWA **62**, 335
- Länderarbeitsgemeinschaft Wasser – LAWA – (1972): Unsere Sorge: Wasser, Verlag Wasser und Boden, Hamburg
- LANDSBERG, H. E. (1970): Science 170/3964, 1155–1174
- MACH, N. (1973): Baden-Württemberg in Wort und Zahl **8**, 233–244
- MEADOWS, D. L. et al. (1972): Die Grenzen des Wachstums, Deutsche Verlagsanstalt, Stuttgart
- MEYER v. GONZENBACH, R. (1972): Grenzüberschreitende Planung und Umweltschutz im Bodenseeraum, Referat auf der 1. Internat. Bodenseekonferenz in Konstanz am 14. 1. 1972
- Minister für Arbeit, Sozialordnung und Gesundheitswesen des Saarlandes (1973): Umweltbericht für das Saarland 1972/73, Saarbrücken
- Minister für Ernährung, Landwirtschaft und Umwelt des Landes Baden-Württemberg (1972): Umweltschutz in Baden-Württemberg – Arbeitsprogramm 1973, Stuttgart
- Ministerpräsident des Landes Nordrhein-Westfalen (1970): NWR-Programm 1975, Düsseldorf
- MONTGOMERY, A. H., H. MERKLEIN (1972): Journal AWWA **1972**, 108–113
- NIEMITZ, W. (1960): Wasserwirtschaft – Wassertechnik **10**, 449–455
- NÜMANN, W. (1971): Tenside Detergents **2**

- OECD (1972): Problems of Environmental Economics, OECD Publications, Paris
- OECD (1972): Problems of Environmental Economics, Record of a Seminar held at the OECD in 1971, OECD Publications, Paris
- OHL, A. (1969): Die Weser **43**, 142
- PAGEL, G. (1973): Bulletin der B.Reg. **115**, 1146–1148
- PECCEI, A. (1969): The Chasm Ahead, The Macmillan Company, Toronto
- QUICK, H. J. (1973): Beiträge zur Umweltgestaltung **A 14**
- Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (1973): Gutachten „Auto und Umwelt“, Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart – Mainz
- ROOS, L. L. (1971): The Politics of Ecosuicide, Holt, Rinehart and Winston Inc., N. Y.
- SAADEDIN, F. et. al. (1972): Umweltschutz und Entwicklungspolitik, Bochum
- SCHMIDT, Fr. (1973): Überregionaler Ausgleich zwischen Wasserüberschuß- und Wassermangelgebieten in Baden-Württemberg, Wasserwirtschaft 63 (1973), S. 278–287
- SCHOLDER, K. (1973): Die Grenzen der Zukunft, Urban-Taschenbuch Nr. 851, Kohlhammer, Stuttgart
- SEIDENSTECHE, G. (1973), in: Höhmann, H. H., G. Seidenstecher und T. Vanja, Umweltschutz und ökonomisches System in Osteuropa, Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart, S. 83–140
- SINGER, F. S. (1970): Global Effects of Environmental Pollution, Symposium of the American Ass. for the Advancement of Science, Springer Verl. Inc., N. Y.
- SMITHSONIAN INSTITUTION (1970): National and International Environmental Monitoring Activities: A Directory, Cambridge (Mass.)
- STEIGER, H. (1973): Beiträge zur Umweltgestaltung, **A 13**
- SCEP (1970): Man's Impact on the Global Environment, Report of Study of Critical Environmental Problems, MIT – Press, Cambridge (Mass.)
- TAYLOR, T. B., C. C. HUMPHSTONE (1970): Agenda for International Action to Preserve the Quality of the Earth's National Environment, Harper's Magazine Press, Washington
- THIELKE, G. (1972): Weltweite und regionale Krise, Umweltschutz am Bodensee 2, DBV-Verlag, Stuttgart
- ULRICH, K. L. (1972): Der programmierte Rhein, Frankfurter Allgemeine Zeitung vom 13. 5. 1972
- UNESCO (1970): Use and Conservation of the Biosphere, Proceedings of the Intergovernmental Conference of Experts on the Scientific Basis for Rational Use and Conservation of the Resources of the Biosphere Paris 1.–13. 9. 1968
- UNITED NATIONS (1970): Natural Resources of Developing Countries: Investigation, Development and Rational Utilization, N. Y.
- UNITED NATIONS (1972): Dokumente zur VN-Umweltkonferenz in Stockholm, 1972 (A/Conf. 48/1–13)
- UNITED NATIONS (1974): Review of the environmental Situation and of activities relating to the Environmental Program, Note by the Executive Director, Nairobi, 11. 1. 1974, UNEP/Ge 14/Add. 1
- US-DEPARTMENT of COMMERCE (1973): The Effects of Pollution – Abatement on International Trade, Government Printing Office, Washington
- v. WALTERSKIRCHEN, M. P., C. HORN u. J. WOLFF (1973): Umweltpolitik in Europa, Referate und Seminarergebnisse des 2. Symposiums für wirtschaftliche und rechtliche Fragen des Umweltschutzes an der Hochschule St. Gallen (31. 10.–2. 11. 1972), Bayerischer Landwirtschaftsverlag, München
- WILSON, TH. W. (1971): International Environmental Action – A Global Survey; Univ. Press, Cambridge (Mass.)
- ZWINTZ, R. (1970): Schriftenreihe Wasser – Abwasser **15**

Anhang I

1. Formaler Ansatz zur Analyse des Umweltsystems (Umweltbilanzen)

- ALEXANDER, CHR. (1967): Notes on the Synthesis of Form, Harvard University Press, Cambridge, Mass.
- ALLONSO, W. (1969): Bestmögliche Voraussagen mit unzulänglichen Daten, Stadtbauwelt 1969, Heft 21
- BARTELMUS, P. (1973): Probleme der Entwicklung eines umweltstatistischen Systems, Statistische Hefte 1973, Heft 2
- BARTOCHA, B. (1972): Technologie Assessment-Verfahren zu einer Technologie-Bewertung, Umwelt 1972, Heft 6
- BEN SHAHAR, H., A. MAZOR, C. PINES (1969): Town planning and welfare maximization. Regional Studies 1969, Nr. 2
- BUTTLER, G. (1973): Sozialindikatoren, Beiträge Institut der deutschen Wirtschaft, 5 Köln
- DREYHAUPT, F. J. (1971): Luftreinhaltung als Faktor der Stadt- und Regionalplanung
- FEHL, G. et al. (1972) Hrsg.: Planung und Information, Materialien zur Planungsforschung, Bauwelt Fundamente, Gütersloh
- FORRESTER, J. W. (1969): Urban Dynamics, The M. I. T. Press, Cambridge, Mass.
- FORRESTER, J. W. (1972): Grundzüge einer Systemtheorie, Wiesbaden
- FREY, B. S. (1972): Umweltökonomie, Göttingen
- Gesellschaftliche Daten 1973 in der Bundesrepublik Deutschland, Hrsg. vom Presse- und Informationsamt der Bundesregierung, Bonn 1973
- HÄFELE, W. (1972): Stoffbilanzen, Beiträge zur Umweltgestaltung, H. A 7
- HUGGER, W. (1974): Zusammenstellung und kritische Aufbereitung der vorhandenen Ansätze für sozioökonomi-

sche politische Gesamt-Systemmodelle auf Makroebene, Zentrum Berlin für Zukunftsforschung, Bericht Nr. 17

JANSEN, P. (1972): Was können Systemanalysen zur praktischen Verwirklichung von Umweltschutz beitragen? Beiträge zur Umweltgestaltung, H. A 7

JOEDICKE, J. et al. (1970): Merkmalsbestimmung als Teil des Planungsvorganges, in: Arbeitsberichte zur Planungsmethodik 4, Hrsg. von J. Joedicke, Stuttgart/Bern

KNEESE, A. V., AYRES, R. U. D'ARGE, R. C. (1970): Economics and the Environment: A Material Balance Approach, Resources of the Future, Washington D.C.

KOELLE, H. H. (1972): Ansätze für ein praktikables, zielgerichtetes Modell der gegenwärtigen Gesellschaft – Teil I, Analysen und Prognosen, Juli 1972

KRELLE, W. (1968): Präferenz- und Entscheidungstheorie, Tübingen

LEIPERT, CHR. (1973): Soziale Indikatoren, in: Konjunkturpolitik, Zeitschrift für angewandte Konjunkturforschung, 1973 H. 4

LENHART, K. (1972): Die Emission von Schwefelverbindungen. Die Entwicklung der Emissionsmengen in der Bundesrepublik Deutschland seit 1960. VDI-Berichte Nr. 186, Düsseldorf

LENHART, K. (1973): Die Entwicklung der Emission von Schwefelverbindungen in den Jahren 1960 bis 1972. Gutachten im Auftrag des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen

LOEFFELBEIN, K. (1959): Kompendium der mathematischen Wirtschaftstheorie, Bd. 1, Wiesbaden

MESAROVIC, M., MACKO, D., TAKAHARA, Y. (1970): Theory of Hierarchical Structures, Arcademic Press, New York and London

NEDDENS, M. (1973): Nutzwertmodell zur Analyse und Gütemessung von Bausystemen, Forschungsbericht, erstellt dem Bundesminister für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau

RITTEL, H. (1970): Der Planungsprozeß als iterativer Vorgang zur Varietätserzeugung und Varietätseinschränkung, in: Arbeitsberichte zur Planungsmethodik 4, Hrsg. von J. Joedicke, Stuttgart/Bern

SAUBERER, M. (1972): Mathematische Modelle in der Stadtforschung und Stadtplanung. Ein Überblick, Raumforschung und Raumordnung 1972, Heft 1

THORGERSON, W. S. (1967): Theory and Methods of Scaling, New York

THOSS, R. (1972): Zur Planung des Umweltschutzes, Raumforschung und Raumordnung 1972, Heft 4/5

THOSS, R. (1973): Ziel und methodischer Ansatz des Umweltmodells des Sonderforschungsbereichs, DFG-Mitteilungen 1973, Heft 2

ZANGEMEISTER, CHR. (1972): Nutzwertanalyse in der Systemtechnik, 2. Auflage, München

ZWICKY, F. (1966): Entdecken, Erfinden, Forschen im morphologischen Weltbild, München

2. Umweltindizes

HUBER, H. (1967): Entwurf einer Theorie strukturkonformer Mittelwerte, Diss. Köln

LENHART, K. (1972): Die Emission von Schwefelverbindungen. Die Entwicklung der Emissionsmengen in der Bundesrepublik Deutschland seit 1960. VDI-Berichte Nr. 186, Düsseldorf 1972

LENHART, K. (1973): Die Entwicklung der Emission von Schwefelverbindungen in den Jahren 1960 bis 1972. Gutachten im Auftrag des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen

THOMAS, W. A. (1972): Hrsg. Indicators of environmental quality

Belastungsmodell Dortmund (BELADO), Institut für Umweltschutz und Umweltgüteplanung, Universität Dortmund
Environmental Quality the third annual report (1972)

Gesellschaftliche Daten 1973; Presse- und Informationsamt der Bundesregierung

OECD, Umweltdirektorium AEU/ENV/72.13 (BEKKERMANN, W.)

TA-Luft, Entwurf zur Neufassung, Stand 8. 2. 1974
VDI-Richtlinie 2450 (Entwurf)

3. Verflechtungsanalysen

BALDERSTON, J. B., T. M. WHITIN (1954): Aggregation in the Input-Output-Model, in: Economic Activity Analysis, Hrsg.: O. MORGENSTERN, New York – London

DIW – Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (1972): Direkte und indirekte Exportabhängigkeit der Wirtschaftszweige in den Jahren 1954 bis 1970, in: DIW-Wochenbericht Nr. 39/1972

EHRET, H. (1970): Die Anwendbarkeit von Input-Output-Modellen als Prognoseinstrument, Berlin

FAZIO, A. G., M. Lo CASCIO (1972): Evaluation of the Economic Effects of Anti-Pollution Public Policy, in: Problems of Environmental Economics, Hrsg.: OECD, Paris

FREYTAG, H. L. (1966): Probleme der Preisbereinigung in Input-Output-Tabellen, Freiburg/Breisgau

ISARD, W. (1972): Ecologic-Economic Analysis for Regional Development, London

JÜRGENSEN, H., K.-P. JAESCHKE, P. LÄMMEL (1972): Allokationseffekte der Social Costs im Umweltschutz – Untersuchung zur Anwendung des Verursacherprinzips, Gutachten erstellt dem Bundesminister des Innern, Hamburg 1972; z.T. wiederabgedruckt in: Umweltbrief Nr. 3, Hrsg.: Bundesministerium des Innern, Bonn 1973

KRENGEL, R. u. a. (1972): Jährliche nominale Input-Output-Tabellen und Importmatrizen für die Bundesrepublik Deutschland 1954 bis 1967, DIW-Beiträge zur Strukturfor- schung, H. 21, Berlin

KRENGEL, R. u. a. (1973): Pilotstudie zum Forschungs- projekt „Messung der direkten und indirekten Umweltbelas- tung durch die Emission einiger Schadstoffe“, Gutachten des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung im Auftrag des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen, Berlin 1973

LEHBERT, B. (1972): Die volkswirtschaftlichen Kosten des Umweltschutzes – Ein erweitertes Input-Output-Sy- stem, in: Weltwirtschaftliches Archiv, Bd. 108

LENHART, K. (1972): Die Emission von Schwefelverbin- dungen. Die Entwicklung der Emissionsmengen in der Bun- desrepublik Deutschland seit 1960. VDI-Berichte Nr. 186, Düsseldorf

LENHART, K. (1973): Die Entwicklung der Emission von Schwefelverbindungen in den Jahren 1960 bis 1972. Gut- achten im Auftrag des Rates von Sachverständigen für Um- weltfragen

LEONTIEF, W. (1970): Environmental Repercussions and the Economic Structure: An Input-Output-Approach, in: The Review of Economics and Statistics, Vol. 52

LEONTIEF, W., D. FORD (1972): Air Pollution and the Economic Structure: Empirical Results of Input-Output Computations, in: Input-Output Techniques, Hrsg.: A. BRODY u. A. P. CARTER, Amsterdam–London

SCHUMANN, J. (1968): Input-Output-Analyse, Berlin– Heidelberg–New York

STÄGLIN, R. (1968): Input-Output-Rechnung: Aufstel- lung von Input-Output-Tabellen, Konzeptionelle und empi- risch-statistische Probleme. DIW-Beiträge zur Strukturfor- schung, H. 4, Berlin

STATISTIK DER KOHLENWIRTSCHAFT e. V. (1973): Der Kohlenbergbau in der Energiewirtschaft der Bundesre- publik Deutschland im Jahre 1972, Essen

4. Spezielle Methoden der Landschaftsplanung

Denkschrift (1972): Hauptausschuß der Ministerkonferenz für Raumordnung

KIEMSTEDT, H. (1967): Zur Bewertung der Landschaft für die Erholung, Diss. Hannover

Raumordnungsbericht 1972: Wege zur Erarbeitung einer Entwicklungskonzeption für die Landwirtschaft, Bundes- tags-Drucksache VI/3793

Verzeichnis der Abkürzungen

BGB	Bürgerliches Gesetzbuch	EGKS	Europäische Gemeinschaft für Kohle und Stahl
BGBl. I	Bundesgesetzblatt Teil I	EPA	Environmental Protection Agency
BMFT	Bundesministerium für Forschung und Tech- nologie	EURATOM	Europäische Atomgemeinschaft
BSP	Bruttosozialprodukt	EWG	Europäische Wirtschaftsgemeinschaft
CCMS	Committee on the Challenges of Modern Society (NATO-Umweltausschuß)	FAO	Food and Agriculture Organization (Ernährungs- und Landwirtschafts-Organisation der Vereinten Nationen)
CEQ	Council on Environmental Quality	GATT	General Agreement on Tariffs and Trade (Allgemeines Zoll- und Handelsabkommen)
DIHT	Deutscher Industrie- und Handelstag	GewO	Gewerbeordnung
DIW	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung	GG	Grundgesetz vom 23. Mai 1949 für die Bundesrepublik Deutschland
DM/EG · a	D-Mark pro Einwohnergleichwert und Jahr	GVOBl. oder GVBl.	Gesetz- und Verordnungsblatt
DVBl.	Deutsches Verwaltungsblatt	IAWR	Internationale Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke im Rheineinzugsgebiet
ECA	Economic Commission for Africa	Kcal	Kilokalorien = 1 000 Kalorien
ECAFE	Economic Commission for Asia and the Far East	KSZE	Konferenz über Sicherheit und Zusammen- arbeit in Europa
ECE	Economic Commission for Europe	kWh	Kilowattstunde
ECLA	Economic Commission for Latin America		
EG	Europäische Gemeinschaften		
EG	Einwohnergleichwert		

LAWA	Länderarbeitsgemeinschaft Wasser	StVO	Straßenverkehrsordnung
LIB	Landesanstalt für Immissions- und Bodennutzungsschutz des Landes Nordrhein-Westfalen	StVZO	Straßenverkehrszulassungsordnung
Mcal	Megakalorien = 1 Million Kalorien	TA-Luft	Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft
MI-Werte	Maximale Immissionswerte	TS	Trockensubstanz
MIK-Werte	Maximale Immissionskonzentrations-Werte	UGNR	United States and German National Resources
MW _e	Megawatt = 1 Million Watt	UNDP	United Nations Development Programme (Entwicklungsprogramm der VN)
NATO	North Atlantic Treaty Organization (Nordatlantikpakt-Organisation)	UNEP	United Nations Environmental Programme (Umweltprogramm der VN)
NJW	Neue Juristische Wochenschrift	UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (Organization der Vereinten Nationen für Erziehung, Wissenschaft und Kultur)
OECD	Organization for Economic Cooperation and Development (Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung)	VCI	Verband der Chemischen Industrie
OEEC	Organization of European Cooperation (Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit Europas)	VDI	Verein Deutscher Ingenieure
O ₂ /l	Sauerstoff pro Liter	VGB	Technische Vereinigung der Großkraftwerksbetreiber
ppb	parts per billion (Teile pro 100 Millionen)	VN	Vereinte Nationen
ppm	parts per million (Teile pro Million)	WHG	Wasserhaushaltsgesetz
SE	Schadeinheit im Sinne des Abwasserabgabengesetzes	WHO	World Health Organization (Weltgesundheitsorganisation)
SKE	Steinkohleneinheiten		

Zeichenerklärung

- = nichts vorhanden
- 0 = mehr als nichts, aber weniger als die Hälfte der kleinsten Einheit, die in der Tabelle zur Darstellung gebracht werden kann
- = kein Nachweis vorhanden
- ... = Angaben fallen später an