

Bericht

der Enquete-Kommission „Gestaltung der technischen Entwicklung;
Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung“ gemäß Beschluß des
Deutschen Bundestages vom 5. November 1987
— Drucksachen 11/220, 11/311, 11/403, 11/979 —

Nachwachsende Rohstoffe

Inhaltsübersicht

	Seite
Vorwort	3
Kommissionsmitglieder	4
Inhaltsverzeichnis	5
Abschnitt A	
Kurzüberblick und Zusammenfassung	7
Abschnitt B	
Auftrag und Durchführung der Kommissionsarbeit	15
Abschnitt C	
Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung zu „Nachwachsenden Rohstoffen“	22
Abschnitt D	
Anhang (Verzeichnisse)	106

Vorwort

In Fortführung der von der Kommission der 10. Wahlperiode begonnenen Arbeiten strebt die Kommission mit dem Bericht „Nachwachsende Rohstoffe“ eine möglichst aktuelle Sachstandsdarstellung der möglichen Chancen und Risiken eines verstärkten Anbaus und Einsatzes von nachwachsenden Rohstoffen unter Berücksichtigung unterschiedlicher Einschätzungen und Bewertungen an.

Die Kommission betrachtet den Prozeß der Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung zu den nachwachsenden Rohstoffen als nicht abgeschlossen, da in diesem Bericht lediglich einige ausgewählte Rohstoffe (Produktlinien) eingehend behandelt werden. In ihrem zeitgleich vorgelegten Bericht „Landwirtschaftliche Entwicklungspfade“ empfiehlt die Kommission dem Deutschen Bundestag, eine Enquete-Kommission „Zur Zukunft der Landwirtschaft und des ländlichen Raumes“ einzusetzen. Diese Kommission könnte gegebenenfalls die begonnenen Arbeiten zu den nachwachsenden Rohstoffen fortführen sowie die komplexen Zusammenhänge zwischen dem Rohstoffanbau und dem landwirtschaftlichen Sektor umfassend untersuchen.

Der Dank der Kommission gilt an erster Stelle den gutachterlich tätigen Instituten der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) sowie den Wissenschaftlern und Experten, die mit ihrem Sachverstand zur Erstellung des Berichtes beigetragen haben.

Als Vorsitzender möchte ich insbesondere den Kommissionsmitgliedern der Arbeitsgruppe „Landwirtschaft“ meinen Dank aussprechen, die für die Erstellung des Berichtes verantwortlich waren. In den Dank schließe ich das Sekretariat ein, das die umfangreiche Arbeit des Zusammentragens unterschiedlicher Untersuchungsergebnisse in hervorragender Weise bewältigt hat.

Bonn, 24. September 1990

Dr. Friedrich Kronenberg

Vorsitzender der Enquete-Kommission
des 11. Deutschen Bundestages
„Gestaltung der technischen Entwicklung;
Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung“

Mitglieder der Enquete-Kommission „Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung“

Stand: 31. August 1990

Dr. Friedrich Kronenberg, MdB (CDU/CSU)
— Vorsitzender —

Edelgard Bulmahn, MdB (SPD)
— Stellvertretende Vorsitzende —

Dr. Walter Hitschler, MdB (FDP)
Josef Linsmeier, MdB (CDU/CSU)
Dr. Dietrich Mahlo, MdB (CDU/CSU)
Peter Paterna, MdB (SPD)
Bärbel Rust, MdB (DIE GRÜNEN)
Ottmar Schreiner, MdB (SPD)
Dr. Alexander Warrikoff, MdB (CDU/CSU)

Dr. Eckart John von Freyend
Prof. Dr. Martin Gralher
Prof. Dr. Helmar Krupp
Dr. Joachim Müller
Prof. Dr. Herbert Paschen
Roland Schneider (ab 27.11.1989)
Reinhard Ueberhorst
Dr. Hans Zoebelein

Sekretariat

Dr. Dirk Jaeger
— Leiter —

Dr. Carl Bulich
Marianne Herrmann
Dr. Rolf Meyer
Irina Tissen

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Abschnitt A	
Kurzüberblick und Zusammenfassung	7
1. Kurzüberblick	7
2. Zusammenfassung	7
2.1 Zum Prozeß der Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung zu nachwachsenden Rohstoffen	7
2.2 Begriffsbestimmung für nachwachsende Rohstoffe	8
2.3 Technologie der nachwachsenden Rohstoffe	8
2.4 Abschätzung der Wettbewerbsstellung	8
2.5 Ökonomische Folgen	11
2.6 Soziale Folgewirkungen	12
2.7 Folgewirkungen auf die Umwelt	13
2.8 Handlungsoptionen	15
Abschnitt B	
Auftrag und Durchführung der Kommissionsarbeit	15
1. Entstehung und Auftrag der Kommission	15
2. Zusammensetzung der Kommission	16
3. Festlegung der Vorgehensweise und Begrenzungen der Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung zu nachwachsenden Rohstoffen	16
4. Verlauf des Prozesses der Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung zu nachwachsenden Rohstoffen	21
Abschnitt C	
Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung zu „Nachwachsende Rohstoffe“	22
1. Einleitung	22
1.1 Themenauswahl und Zielsetzung des Berichtes	22
1.2 Allgemeine Beschreibung von nachwachsenden Rohstoffen	23
1.3 Historischer Abriß und Problemlagen	23
2. Technologie der nachwachsenden Rohstoffe	24
2.1 Derzeitiger Verbrauch an nachwachsenden Rohstoffen	24
2.2 Produktlinien für die chemisch-technische Verwendung	26
2.2.1 Produktlinie Zucker	26
2.2.2 Produktlinie Stärke	28
2.2.3 Produktlinie Öle und Fette	32
2.2.4 Produktlinie Zellulose	36
2.2.5 Produktlinie Fasern	38
2.2.6 Arznei- und Gewürzpflanzen	39
2.3 Produktlinien für energetische Verwendung	40
2.3.1 Produktlinie Zucker und Stärke (Bioethanol)	40
2.3.2 Produktlinie Öle	43

	Seite
3. Abschätzung der Wettbewerbsstellung	44
3.1 Denkbare Absatzpotentiale	44
3.1.1 Chemisch-technische Verwendung	44
3.1.2 Energetische Verwendung	47
3.1.3 Zusammenfassende Darstellung	48
3.2 Wettbewerbsfähigkeit und Produktionsmenge bestimmende Faktoren	48
3.2.1 Rahmendaten im Agrarsektor	49
3.2.2 Rahmendaten im Energie- und Chemiesektor	53
3.2.3 Umweltpolitische Rahmendaten	56
3.2.4 Zusammenfassende Darstellung	56
3.3 Auswahl der analysierten nachwachsenden Rohstoffe	57
3.4 Agrarpolitische Szenarien	58
3.4.1 Begründung und Vorgehensweise	58
3.4.2 Beschreibung der Szenarien	58
3.4.3 Datensetzung für die Szenarien	63
3.5 Abschätzung der Wettbewerbsfähigkeit und Produktionsmenge nachwachsender Rohstoffe unter Szenarienbedingungen	65
3.5.1 Produktionskosten und Wettbewerbsfähigkeit	65
3.5.2 Produktionsvolumen unter Szenarienbedingungen	67
4. Ökonomische Folgewirkungen	68
4.1 Industrielle Vorleistungen und Kapitalbedarf	68
4.1.1 Landwirtschaftlicher Bereich	68
4.1.2 Konversionsbereich	69
4.2 Außenhandelsbilanz für Agrarprodukte	70
4.3 Landwirtschaftliches Sektoreinkommen	70
4.4 Staatsausgaben	72
4.5 Verbraucher	76
5. Soziale Folgewirkungen	77
5.1 Arbeitsplatzwirkungen	77
5.2 Landwirtschaftliche Einkommenssituation und Agrarstruktur	79
5.3 Regionale Auswirkungen	82
6. Folgewirkungen auf die Umwelt	83
6.1 Anbauebene	83
6.2 Isolierung und Konversion	91
6.3 Rohstoffverwendung	96
6.3.1 Chemisch-technische Verwendung	97
6.3.2 Energetische Verwendung	98
7. Denkbare Handlungsoptionen zu nachwachsenden Rohstoffen	100
7.1 Handlungsoptionen für nachwachsende Rohstoffe	100
7.2 Handlungsoptionen zu den Folgen nachwachsender Rohstoffe	102
8. Literatur	104

Abschnitt D

Anhang (Verzeichnisse)	106
1. Übersichten	106
2. Tabellen	107
3. Abbildungen	108
4. Kommissions-Drucksachen	109
5. Kommissions-Vorlagen	109
6. Arbeitspapiere der Arbeitsgruppe „Landwirtschaft“	110

ABSCHNITT A

Kurzüberblick und Zusammenfassung

1. Kurzüberblick

Für das Sachgebiet „Nachwachsende Rohstoffe“ legt die Enquete-Kommission „Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung“ einen Bericht vor, der vorliegende Kenntnisse, unterschiedliche Einschätzungen und Bewertungen sowie Wissenslücken über nachwachsende Rohstoffe zusammenträgt. Damit wird der erreichte Stand der Technikfolgen-Abschätzung dokumentiert, der durch parallel stattfindende TA-Aktivitäten zu nachwachsenden Rohstoffen weitergeführt wird. Zu den wichtigsten Begrenzungen dieses Berichtes gehört, daß nur ausgewählte Produktlinien aus dem breiten Spektrum nachwachsender Rohstoffe behandelt werden und sich die Aussagen auf das Untersuchungsgebiet Bundesrepublik Deutschland beschränken.

Unter „Nachwachsenden Rohstoffen“ (NR) werden unterschiedliche chemisch-technische und energetische Verwendungsmöglichkeiten organischer Stoffe, die aus der land- und/oder forstwirtschaftlichen Produktion hervorgehen, zusammengefaßt. Für wichtige landwirtschaftliche, pflanzliche Rohstoffe wird die NR-Technologie in Produktlinien, d.h. von Anbautechnologie über Rohstoffisolierung, Konversion, Anwendungsbereiche bis zu Entwicklungsmöglichkeiten, beschrieben.

Die Wettbewerbsfähigkeit und zukünftige Entwicklung nachwachsender Rohstoffe ist von zahlreichen Rahmendaten im Agrarsektor (Angebotsseite), im Energie- und Chemiesektor (Nachfrageseite) sowie von umweltpolitischen Randbedingungen abhängig. Bei deren Einschätzung bestehen teilweise erhebliche Unsicherheiten. Chancen für nachwachsende Rohstoffe werden insbesondere in Anwendungsbereichen gesehen, wo sie spezielle Eigenschaften in den chemischen Produktionsprozessen bzw. Endprodukten bedingen.

Für ausgewählte nachwachsende Rohstoffe (Produktlinien) sind unter bestimmten Annahmen zu den Rahmendaten und mit zwei agrarpolitischen Szenarien Wettbewerbsverhältnisse und Produktionsvolumen für NR im Jahr 2000 bestimmt worden. Darauf basiert im wesentlichen die vorgestellte Abschätzung der ökonomischen, sozialen und Umweltfolgewirkungen.

Nachwachsende Rohstoffe sind unter den getroffenen und heute als wahrscheinlich zu bezeichnenden Rahmenbedingungen nicht in der Lage, die zukünftige Entwicklung der landwirtschaftlichen Einkommen und der Agrarstruktur grundlegend zu verändern. Die staatliche Stützung des NR-Anbaus kann nur eine Abschwächung von Folgen der jeweils verfolgten Agrarpolitik bewirken. Für den Fall einer

NR-Stützung wird diskutiert, welche Einflüsse ggf. auf den Subventionsbedarf nachwachsender Rohstoffe wirken. Die Schaffung zusätzlicher Arbeitsplätze (in Anbau und Konversion) bleibt relativ gering. Auf die Bedeutung regionaler Auswirkungen wird hingewiesen.

Negative Umweltwirkungen sind durch weitere Intensivierung der Agrarproduktion bei Anbau von Massenrohstoffen (Stärke, Zucker, teilweise Öle) zu erwarten. Andere Rohstoffe könnten zu einer Verbesserung der Umweltsituation in der Agrarproduktion beitragen. Im Verwendungsbereich sind positive Umweltwirkungen (z.B. durch biologische Abbaubarkeit) hervorzuheben.

Abschließend werden denkbare Handlungsoptionen als Politikstrategien für nachwachsende Rohstoffe bzw. zu einzelnen Folgen bzw. Folgenbereichen skizziert.

2. Zusammenfassung

2.1 Zum Prozeß der Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung zu nachwachsenden Rohstoffen

Ein Teilauftrag der Enquete-Kommission war es, den in der 10. Legislaturperiode begonnenen Prozeß der Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung zu „Nachwachsenden Rohstoffen“ fortzuführen und mit einem Bericht abzuschließen.

Vorgehensweise

Aus der Arbeit der vorherigen Enquete-Kommission lagen die von der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) erstellte Studie „Möglichkeiten und Grenzen beim Anbau regenerativer Rohstoffe für Energieerzeugung und chemische Industrie“, Kommentargutachten zu dieser Studie und eine Arbeitsgruppenstellungnahme vor. Ausgehend von den vorliegenden Materialien, unter Heranziehung von Ergebnissen aus ausgewählten, neueren Untersuchungen und ohne erneute Studienvergabe hat die Kommission mit Hilfe des wissenschaftlichen Sekretariats diesen Bericht erstellt. Zur wissenschaftlichen Absicherung wurde zu dem Berichtsentwurf eine externe Kommentierung durchgeführt, aus der sich eine Überarbeitung des Berichtsentwurfs ergab.

Zielsetzung

Die Kommission strebt mit ihrem Bericht an, eine möglichst aktuelle Sachstandsdarstellung zu nach-

wachsenden Rohstoffen, unter Berücksichtigung unterschiedlicher Einschätzungen und Bewertungen, vorzulegen. Mit diesem Bericht kann nicht das gesamte Sachgebiet „Nachwachsende Rohstoffe“ abgedeckt werden.

Begrenzungen

Aufgrund der Arbeitsmöglichkeiten der Kommission mußten für diesen Bericht wesentliche Begrenzungen vorgenommen werden. Sie beruhen entscheidend auf Eingrenzungen des Untersuchungsauftrags, die bereits die Studienbearbeiter der FAL in Abstimmung mit der Enquete-Kommission der 10. Legislaturperiode vorgenommen hatten, und konnten durch die gewählte Vorgehensweise der Kommission nur sehr eingeschränkt aufgehoben werden. Die wichtigsten Begrenzungen sind:

- Aus dem breiten Spektrum nachwachsender Rohstoffe sind *nur ausgewählte Produktlinien* untersucht worden.
- Die Aussagen beziehen sich auf das *Untersuchungsgebiet Bundesrepublik Deutschland*, auf europäische und internationale Zusammenhänge können nur vereinzelte Hinweise gegeben werden.
- Mit *agrarpreis- und -marktpolitisch orientierten Szenarien* wird nicht das gesamte Spektrum der existierenden agrarpolitischen Vorstellungen erfaßt.
- Die *zukünftigen Rahmenbedingungen* sind unsicher, was einen erheblichen Einfluß auf die Abschätzung von Wettbewerbsfähigkeit, Anbauprogramm und Folgen nachwachsender Rohstoffe hat.
- Die *Entwicklung konkurrierender Techniken* muß unberücksichtigt bleiben, da sich der Bericht auf ausgewählte nachwachsende Rohstoffe beschränkt.
- Mit dem verwendeten *Agrarsektormodell* sind prinzipiell Vereinfachungen der Wirklichkeit und daher Begrenzungen der Aussagefähigkeit verbunden.
- Die *Ergebnisse aus verschiedenen Untersuchungen* weisen oftmals nur eine sehr geringe Vergleichbarkeit auf.

Prozeßcharakter

Diese Begrenzungen machen deutlich, daß mit diesem Bericht nur ein Zwischenstand über gewonnene Erkenntnisse und bestehende Wissenslücken vorgelegt werden kann und es sich bei Technikfolgen-Abschätzungen in aller Regel um nicht abgeschlossene, fortzusetzende Arbeitsprozesse handelt. Auf parallel stattfindende TA-Aktivitäten und die Notwendigkeit, in Zukunft den Prozeß der Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung zu nachwachsen-

den Rohstoffen beim Deutschen Bundestag wieder aufzugreifen, wird hingewiesen.

2.2 Begriffsbestimmung für nachwachsende Rohstoffe

Unter dem Begriff „Nachwachsende Rohstoffe“ werden unterschiedliche Verwertungsmöglichkeiten organischer Stoffe, die aus der land- und/oder forstwirtschaftlichen Produktion hervorgehen, zusammengefaßt. In diesem Bericht werden allerdings nur solche Rohstoffe bzw. Produktlinien behandelt, die pflanzlicher Herkunft sind. Bei der Bearbeitung dieses Themas wird der Begriff „Produktlinie“ verwendet, um den eigentlichen Rohstoff (Zucker, Stärke, Öle und Fette, Zellulose, Fasern) vom Anbaubereich bis in die Endproduktverwendung verfolgen zu können. Generell ergeben sich für die verschiedenen Produktlinien Verwertungsmöglichkeiten, die im chemisch-technischen und/oder im Energiebereich liegen. Neben Gerüst- und Inhaltsstoffen können auch Pflanzenteile oder ganze Pflanzen als Rohstofflieferanten genutzt werden.

2.3 Technologie der nachwachsenden Rohstoffe

Die chemische Industrie bestreitet derzeit etwa 10 % ihres Einsatzes an organischen Rohstoffen aus nachwachsenden Quellen.

Die verschiedenen Produktlinien (Zucker, Stärke, Öle und Fette, Zellulose, Fasern sowie Arznei- und Gewürzpflanzen) werden hinsichtlich der Anbautechnologie, der Rohstoffisolierung, der Konversion, der Anwendungsbereiche und der Entwicklungsmöglichkeiten behandelt.

Bei der Pflanzenzüchtung stehen zu den verschiedenen Produktlinien unterschiedliche Zuchtziele im Vordergrund. Hierbei handelt es sich vornehmlich um Bemühungen, neuartige aber auch altbekannte Pflanzenarten an hiesige Standortbedingungen anzupassen, Inhaltsstoffgehalte zu verändern, Krankheitsresistenzen gegenüber Schaderregern zu erhöhen sowie den Rohstoffsertrag pro Flächeneinheit zu erhöhen.

Für chemisch-technische Verwendungsbereiche sind diejenigen Rohstoffe und Konversionsverfahren besonders interessant, bei denen milde Reaktionsbedingungen vorherrschen und in denen physikalische, chemische und biotechnologische Verfahrensschritte miteinander verknüpft werden können. Hierbei gilt es, strenge Umwelt- und Entsorgungsaufgaben zu berücksichtigen und einzuhalten.

Für die Produktlinien Zucker und Stärke zeichnen sich neuartige Anwendungsbereiche ab. Hier sind enzymatische Verfahren der Zuckertransformation und der Bereich der Biopolymere sowie die biologisch abbaubaren Kunststoffe zu nennen. Auch für die biotechnologischen Herstellverfahren von organischen Säuren, Antibiotika oder Alkoholen werden langfristig erhebliche Absatzchancen für Rohstoffe

aus nachwachsenden Quellen gesehen. Übergreifend über verschiedene Produktlinien (Zucker, Stärke, Öle) steht die biologische Abbaubarkeit der Endprodukte (Verpackungsmaterialien, Kunststoffe, Waschrohstoffe, Schmierstoffe, Farbstoffe) bei der Entwicklung neuartiger Herstellverfahren im Vordergrund.

Mit der Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen (Zucker, Stärke, Öle) im Energiesektor wird hauptsächlich eine (teilweise) Substituierung von Kraftstoffen (fossilen Ursprungs) ermöglicht. Bei der Produktlinie Zucker und Stärke (Bioethanol) ist dies ohne Veränderungen der heutigen Motorenkonzepte durchführbar. Die Verbrennung von reinen Pflanzenölen erfordert Veränderungen der heute üblichen Verbrennungsmotoren zur Optimierung des Verbrennungsvorganges. Diese Maßnahmen entfallen bei der Verbrennung von Ölestern, die allerdings einen zusätzlichen Konversionsschritt erfordern.

2.4 Abschätzung der Wettbewerbsstellung

Die Wettbewerbsfähigkeit von nachwachsenden Rohstoffen wird von den Rahmendaten im Agrarsektor (Angebotsseite) sowie im Energie- und Chemiesektor (Nachfrageseite) und außerdem von umweltpolitischen Randbedingungen bestimmt. Zuvor werden Absatzpotentiale für nachwachsende Rohstoffe beschrieben, die abgeleitet aus den Entwicklungsmöglichkeiten denkbare Produktions- und Absatzmengen für NR abschätzen sollen.

Absatzpotentiale für nachwachsende Rohstoffe

Die Absatzpotentiale werden von der Entwicklung der technischen Möglichkeiten zur Produktion und zum Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen und von ökonomischen Rahmendaten beeinflusst. Bei den vorgestellten Abschätzungen des Absatzpotentials werden beide Einflußbereiche berücksichtigt, da eine systematische Trennung kaum erreichbar ist. Es handelt sich um grobe Abschätzungen mit entsprechenden Unsicherheiten. Die verfügbaren Zahlenangaben dürften die Obergrenze der erreichbaren Absatzmengen bis zum Jahr 2000 darstellen.

Wettbewerbsfähigkeit von nachwachsenden Rohstoffen

Wichtige Aussagen zur Wettbewerbsfähigkeit sind:

- Die Vielfalt der die Wettbewerbsfähigkeit beeinflussenden Faktoren und die Unsicherheiten bei ihrer Abschätzung und Quantifizierung führen zu erheblichen Einschätzungsspielräumen bei der zukünftigen Wettbewerbsfähigkeit nachwachsender Rohstoffe.
- Die in der FAL-Studie getroffenen Annahmen zu den die Wettbewerbsfähigkeit beeinflussenden Faktoren sind insgesamt als begünstigend für nachwachsende Rohstoffe anzusehen. Dies gilt

insbesondere für die zukünftigen Energie- und Erdölpreise, den Ethanolpreis sowie die Weltagrarpreise. Dadurch ist insbesondere die Wettbewerbsfähigkeit von Bioethanol zu positiv eingeschätzt worden. Durch die Beschränkung auf bestimmte Produktlinien wird das Potential der nachwachsenden Rohstoffe insgesamt tendenziell unterschätzt und die Struktur der NR-Produktion verzerrt eingeschätzt. Durch die Einschränkung der Untersuchung auf die Bundesrepublik Deutschland mußten konkurrierende Standorte in der EG und in Drittländern unberücksichtigt bleiben, was zu einer Überschätzung der inländischen Wettbewerbsfähigkeit von nachwachsenden Rohstoffen führt. In der Summe dürfte der Einsatz der untersuchten nachwachsenden Rohstoffe bis zum Jahr 2000 tendenziell überschätzt sein. Für die nachfolgend zu behandelnden positiven wie negativen Folgewirkungen bedeutet dies, daß sie vermutlich geringer ausfallen werden.

- Mit nachwachsenden Rohstoffen konkurrierende Technikentwicklungen in den Bereichen Energie- und Rohstoffeinsparung, andere regenerative Energien sowie Rohstoff- und Produktsubstitution in der Chemie sind nicht untersucht worden. Diese Eingrenzung führt tendenziell zu einer zu positiven Einschätzung der Möglichkeiten nachwachsender Rohstoffe.
- Die größten Chancen für nachwachsende Rohstoffe, die Wettbewerbsfähigkeit zu erreichen und die Produktionsmenge auszudehnen, werden in den Anwendungsbereichen gesehen, wo nachwachsende Rohstoffe spezielle Eigenschaften für den chemischen Produktionsprozeß bzw. die Endprodukte mitbringen.
- Die Wettbewerbsfähigkeit von nachwachsenden Rohstoffen kann durch politische Maßnahmen erhöht werden. Dies kann durch die Verteuerung der zu substituierenden Produkte, z.B. mittels Steuern bzw. Abgaben, oder durch die Subventionierung nachwachsender Rohstoffe geschehen. Entsprechende Maßnahmen müssen aufgrund der Wettbewerbsverhältnisse längerfristig angelegt sein. Soweit dies aus umweltpolitischen Gründen angestrebt wird, sind negative ökologische Folgen der nachwachsenden Rohstoffe (insbesondere bei Anbau und Konversion) gegen die angestrebten positiven ökologischen Effekte im Absatzbereich (bei den Endprodukten) abzuwägen.

Auswahl der analysierten nachwachsenden Rohstoffe

Diese Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung zu nachwachsenden Rohstoffen muß sich auf bestimmte Produktlinien konzentrieren, da sich die Untersuchungen der FAL-Studie auf pflanzliche Rohstoffe beschränken,

- die in der Bundesrepublik Deutschland bereits im Anbau sind,

- die im Hauptfruchtanbau in Konkurrenz zur Nahrungs- und Futtermittelproduktion stehen,
- für deren Inhaltsstoffe Verwertungschancen am Markt erkennbar sind und
- deren Absatzpotential groß genug ist, um erkennbare Auswirkungen erwarten zu lassen.

Daher werden in diesem Bericht vorrangig die Produktlinien Stärke und Öle für die chemisch-technische Verwendung sowie die Produktlinien Zucker und Stärke für die energetische Verwendung, basierend auf der landwirtschaftlichen Produktion von Getreide (einschließlich Mais), Kartoffeln, Rüben, Raps und Öllein, behandelt.

Insbesondere die Einschränkung des Berichts auf die Bundesrepublik Deutschland und auf heute genutzte sowie anbautechnisch und züchterisch weit entwickelte Pflanzenarten ist dabei problematisch. Es kann deshalb von diesem Bericht nicht erwartet werden, daß alle eventuellen Chancen und Wirkungen von nachwachsenden Rohstoffen vollständig erfaßt sind.

Agrarpolitische Szenarien

Um die Unsicherheiten hinsichtlich der zukünftigen politischen, ökonomischen, sozialen und ökologi-

schen Entwicklungen (insbesondere in der Landwirtschaft) zu berücksichtigen, wurde die Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung zu nachwachsenden Rohstoffen mit Hilfe von agrarpolitischen Szenarien durchgeführt.

Die Szenarien sollen alternative Zukunftsbilder im Hinblick auf die Bedingungen der Technik, der Politik, des wirtschaftlichen und sozialen Umfelds der Landwirtschaft und der Ausprägung der natürlichen Umwelt im Zusammenhang mit der Landbewirtschaftung darstellen. Sie sind keine Prognosen wahrscheinlicher Zukunftsentwicklungen, sondern angenommene Abbildungen der Zukunft, die dazu dienen, die Konsequenzen gesetzter Bedingungen und die Folgen des Anbaus und der Verarbeitung nachwachsender Rohstoffe zu analysieren. Denn die Rohstoffproduktion und -verarbeitung kann nicht losgelöst von den wirtschaftlich-sozialen Bedingungen, politisch-administrativen Regelungen und technischen Entwicklungen sowie natürlichen Umweltverhältnissen betrachtet werden. Die alternativen Szenarienbedingungen werden als Ecklösungen (Extremvarianten) der agrarmarktpolitischen Vorstellungen formuliert.

Im Kommissionsbericht werden Ergebnisse aus den Szenarienberechnungen der FAL-Studie wiedergegeben. Das Szenario 2000-1 wird als „einkommensorientierte Agrarpolitik“ und das Szenario 2000-2 als „marktorientierte Agrarpolitik“ bezeichnet.

Szenarienbeschreibung für den Zeitraum bis zum Jahr 2000

	Szenario 2000-1	Szenario 2000-2
Bezeichnung	„einkommensorientierte Agrarpolitik“	„marktorientierte Agrarpolitik“
wirtschaftliche Bedingungen	hohes gesamtwirtschaftliches Wachstum, hohe Nutzungskosten für Arbeit, hoher Einkommensanspruch, niedrige Preise bei Energie-, Industrie- und Agrarrohstoffen, niedrige Weltmarktpreise für Agrarprodukte	wie 2000-1
agrarpolitische Zielprioritäten	Priorität für Einkommenssicherung durch Preisstützung	Priorität für Effizienz und kostengünstige Versorgung
agrarpolitische Maßnahmen	aktive Preispolitik, Angebotsdrosselung, (Flächenstillegung, Quotensysteme) Außenhandelsschutz hoch	restriktive Preispolitik, Einkommenstransfer Außenhandelsschutz niedrig
technische Bedingungen der Agrarproduktion	Ertragssteigerung, steigender Vorleistungseinsatz, geringe Rate des Strukturwandels und mechanisch-technischer Fortschritte	Ertragssteigerung geringer, vorleistungssparende technische Fortschritte, erhöhte Rate des Strukturwandels und mechanisch-technischer Fortschritte
technische Bedingungen der Verarbeitung/Konversion	einheitlich in allen Szenarien: effiziente, kapitalintensive Großtechnologie nach heutigem Stand des Wissens	

Produktionskosten und Wettbewerbsfähigkeit unter Szenarienbedingungen

Die Szenarienannahmen zu Erträgen, Betriebsmitteleinsatz und Faktoranspruch führen dazu, daß die Produktionskosten nachwachsender Rohstoffe deutlich gegenüber der heutigen Situation sinken. Infolge der erwarteten Rate des züchterischen Fortschritts führen überproportional wachsende Erträge bei Öllein und Stärkekartoffeln zu besonders starken Kostensenkungen.

Sinkende Produktionskosten für NR sind eine wichtige, aber nicht ausreichende Voraussetzung zur Erlangung der Wettbewerbsfähigkeit. Unter den Szenarienbedingungen erreichen die betrachteten Produktlinien die Wettbewerbsfähigkeit nicht, mit Ausnahme von Ölraps bei marktorientierter Agrarpolitik. Ursächlich hierfür sind die Preisentwicklungen für Energie und chemische Grundstoffe (Substitutionswert am Markt) und für Agrarprodukte für den Nahrungsmittelbereich.

Dabei ist die Wettbewerbseinschätzung der FAL-Studie noch als relativ optimistisch zu bewerten, da die Produktionskosten tendenziell unterschätzt und die erzielbaren Marktpreise für nachwachsende Rohstoffe (insbesondere für Bioethanol, u.a. aufgrund der erwarteten Energiepreise) tendenziell überschätzt werden.

Produktionsvolumen unter Szenarienbedingungen

Bei einkommenorientierter Agrarpolitik erfolgt ein Anbau nachwachsender Rohstoffe nur dann, wenn die Rohstoffe beim Anbau gestützt werden, da sie ansonsten innerhalb der konventionellen landwirtschaftlichen Produktion nicht wettbewerbsfähig sind. Die unterstellte Subventionierung ist so angelegt, daß alle Produktlinien zum Anbau kommen und der Anbau auf einer Fläche von insgesamt etwa 1,16 Mio ha im Jahre 2000 erfolgen würde.

Bei marktorientierter Agrarpolitik gelangt Raps zur Ölgewinnung für den chemisch-technischen Bereich auch ohne staatliche Stützung zum Anbau. Bei unterstellter Subventionierung dehnt sich der Anbau nachwachsender Rohstoffe bis zum gesamten Absatzpotential aus. Zum größten Teil wird für den NR-Anbau das Flächenpotential genutzt, das durch die marktorientierte Agrarpolitik aus der Nahrungsmittelproduktion ausscheidet. Insgesamt würden unter diesen Bedingungen (im Jahr 2000) auf einer Fläche von etwa 1,28 Mio ha nachwachsende Rohstoffe angebaut.

2.5 Ökonomische Folgen

Die Abschätzung der ökonomischen Folgen geht von den in der FAL-Studie berechneten Produktionsvolumen für nachwachsende Rohstoffe aus. Die Aussagen sind als Beschreibungen von Entwicklungstendenzen zu verstehen.

Industrielle Vorleistungen und Kapitalbedarf

Im landwirtschaftlichen Bereich kommt es bei einkommensorientierter Agrarpolitik durch nachwachsende Rohstoffe zu einem leichten Anstieg des Einsatzes von Betriebsmitteln und Kapital, bei marktorientierter Agrarpolitik zu einem deutlichen Anstieg dieser Produktionsfaktoren von etwa 20 %. In beiden Szenarien werden dadurch in keiner Weise die Verminderungen, insbesondere die Abnahme des Kapitalstockes, die durch Strukturwandel bzw. geringeres Produktionsvolumen bedingt sind, ausgeglichen.

Im Konversionsbereich ist der Kapital- und Vorleistungsbedarf direkt von Umfang und Zusammensetzung der Produktion nachwachsender Rohstoffe abhängig. Bei der Ausschöpfung des betrachteten, denkbaren Absatzpotentials würden sich der Kapitaleinsatz auf rund 3 Mrd DM und die gesamten Kosten auf rund 1,2 Mrd DM im Jahr 2000 belaufen.

Außenhandelsbilanz für Agrarprodukte

Bei einkommensorientierter Agrarpolitik vergrößert sich bis zum Jahr 2000 das Außenhandelsdefizit von Agrarprodukten infolge eines Anbaus von nachwachsenden Rohstoffen um 1,8 Mrd DM auf etwa 6,2 Mrd DM. Ursache hierfür ist, daß der NR-Anbau zu einer zusätzlichen Nachfrage nach dem nur begrenzt zur Verfügung stehenden Faktor Boden führt und die dementsprechende Flächennutzung nur durch steigende Importe von Nahrungs- und Futtermitteln ausgeglichen werden kann.

Bei einer marktorientierten Agrarpolitik gehen die Futtermittelimporte annahmebedingt zurück. Dennoch vergrößert sich durch den Wegfall der staatlich gestützten Getreideexporte der negative Außenhandelsaldo bis zum Jahr 2000 auf etwa 8,4 Mrd DM. Infolge eines Anbaus von nachwachsenden Rohstoffen verringert sich dieses Defizit um bis zu ca. 700 Mio DM. Insgesamt sind die Ergebnisse zum Außenhandel durch die von den Studien-Bearbeitern vorgegebene Einschränkung (nur BRD) nur unter Vorbehalt aussagekräftig. Tendenziell würde eine Ausweitung der Produktion und Konversion von nachwachsenden Rohstoffen in EG- bzw. Drittländern die Veränderung der Agrarhandelsbilanz durch nachwachsende Rohstoffe geringer ausfallen lassen.

Sektorbilanz und Sektoreinkommen der Landwirtschaft

Unter den Szenarienbedingungen ergeben sich folgende Entwicklungstendenzen:

- Eine einkommensorientierte Agrarpolitik hat zur Folge, daß sich die Sektorbilanz bei leicht steigenden Gesamtkosten und -erlösen faktisch nicht ändert. Nachwachsende Rohstoffe führen, da sie nicht wettbewerbsfähig sind, zu einer erhöhten Kostenunterdeckung, die durch die NR-Subventionierung ausgeglichen werden muß.

Das Faktoreinkommen des Agrarsektors (Summe der Arbeits- und Kapitaleinkommen) steigt und würde sich nach den Berechnungen der FAL durch nachwachsende Rohstoffe um zusätzlich 433,5 Mio DM erhöhen.

- Die marktorientierte Agrarpolitik bewirkt durch die erhebliche Verringerung der Produktion, den verstärkten Strukturwandel und die niedrigeren Agrarpreise eine Halbierung der Erlöse bei einer Verringerung der Kosten um rund ein Drittel, so daß die Kostenunterdeckung im Agrarsektor um über 7 Mrd DM steigt. Dafür sind Nettotransferzahlungen an die Landwirtschaft vorzunehmen, die z.T. aus den entfallenden Exporterstattungen und Produktionsbeihilfen finanziert werden können. Der Anbau nachwachsender Rohstoffe mit Stützung bewirkt stärkere Veränderungen der Kosten und Erlöse, da er nicht anstelle der Nahrungsmittelproduktion erfolgt. Die Kostenunterdeckung erhöht sich aber ebenfalls, da die nachwachsenden Rohstoffe in der gesamten Produktionspalette auch im Szenario 2000-2 nicht wettbewerbsfähig sind. Nur beim ungestützten NR-Anbau von Raps zur Ölgewinnung (316 900 ha) ergibt sich ein zusätzlicher Gewinn von 9,3 Mio DM.

Das Faktoreinkommen des Agrarsektors erhöht sich durch den gestützten NR-Anbau um 1 Mrd DM. Dem steht allerdings gleichzeitig eine Verringerung des Faktoreinkommens infolge der marktorientierten Agrarpolitik von 6 Mrd DM von der Ist-Situation bis zum Jahr 2000 gegenüber.

Staatsausgaben für den Agrarsektor

Nachfolgend werden die Aussagen zu den unter Szenarienbedingungen berechneten Staatsausgaben und ihre Einschätzung zusammengefaßt:

- Mit steigenden Staatsausgaben für die Landwirtschaft ist unter den getroffenen Annahmen zur Entwicklung der Rahmenbedingungen zu rechnen. Bei einer einkommensorientierten Agrarpolitik werden diese zur Finanzierung von Exporterstattungen (vor allem für Getreide), bei einer marktorientierten Agrarpolitik für Transferzahlungen zur landwirtschaftlichen Einkommenssicherung benötigt.
- Die Stützung des Anbaus nachwachsender Rohstoffe führt in den Berechnungen der FAL-Studie zu keinen entscheidenden Veränderungen bei den Staatsausgaben. Im einkommensorientierten Szenario stehen NR-Subventionen von 1,24 Mrd DM Einsparungen von 1,38 Mrd DM bei den Exporterstattungen gegenüber. Im marktorientierten Szenario sind geringere NR-Subventionen (0,45 Mrd DM) notwendig, da die Agrarpreise niedriger sind. Allerdings werden diese zusätzlichen Staatsausgaben nicht durch Minderausgaben ausgeglichen, da keine Exporterstattungen mehr gewährt werden.
- Zu deutlich steigendem Subventionsbedarf und erhöhten Staatsausgaben für nachwachsende Rohstoffe würde es insbesondere dann kommen, wenn die Weltpreispreise weniger fallen (geringere Exporterstattungen notwendig) oder die Energiepreise bzw. Marktpreise für nachwachsende Rohstoffe niedriger liegen (erhöhte Produktionskostenunterdeckung muß ausgeglichen werden). Außerdem konnten mit dem Berechnungsmodell unerwünschte Nebeneffekte, Sicherheitszuschläge und anderes nicht erfaßt werden, so daß der Subventionsbedarf systematisch unterschätzt sein dürfte.

Diese Aussagen werden ergänzt durch Angaben zum Subventionsbedarf unter den gegenwärtigen Marktordnungsbedingungen.

2.6 Soziale Folgewirkungen

Unter sozialen Folgen werden im Bericht die Arbeitsplatzsituation im landwirtschaftlichen Sektor und im Konversionsbereich, Auswirkungen auf die landwirtschaftliche Einkommenssituation und die Agrarstruktur sowie regionale Auswirkungen behandelt.

Arbeitsplatzentwicklungen unter Szenarienbedingungen

Im einkommensorientierten Szenario verringert sich die Zahl der landwirtschaftlichen Arbeitsplätze bis zum Jahr 2000 um rund 100 000 AK, im marktorientierten um über 300 000 AK. Der Anbau nachwachsender Rohstoffe schafft im einkommensorientierten Szenario keinen zusätzlichen Arbeitskräftebedarf, im marktorientierten einen Arbeitskräftebedarf von etwa 13 000 AK. Die Unterschiede sind dadurch bedingt, ob der NR-Anbau anstelle oder zusätzlich zur Nahrungsmittelproduktion erfolgt. Ohne staatliche Stützung von NR reduziert sich der Arbeitsplatzeffekt (im Szenario 2000-2) auf rund ein Viertel. Die Arbeitsplatzeffekte der Konversion nachwachsender Rohstoffe sind mit 2 500 zusätzlichen AK bei Ausschöpfung des erwarteten Produktionsvolumens gering.

Landwirtschaftliche Einkommenssituation und Agrarstruktur

Unter einkommensorientierter Agrarpolitik (Szenario 2000-1) ergeben sich folgende Entwicklungstrends:

- Die landwirtschaftlichen Einkommen (der produktionsnotwendigen Arbeitskräfte) entwickeln sich entsprechend den Vergleichslöhnen. Der notwendige Rückgang an Arbeitsplätzen und der Agrarstrukturwandel bewegen sich im Trend der Vergangenheit. Die landwirtschaftliche Nutzfläche verringert sich nur um den Flächenbedarf für nicht landwirtschaftliche Zwecke.

Der (gestützte) Anbau nachwachsender Rohstoffe erhöht das Einkommen geringfügig, der Arbeitskräftebedarf bleibt faktisch unverändert. Die landwirtschaftlich genutzte Ackerfläche wird durch den NR-Anbau nicht verändert.

Ein Programm zur staatlichen Stützung nachwachsender Rohstoffe stellt eine Modifikation (Überschußverringerung bzw. -umleitung) innerhalb der einkommenspolitischen Grundausrichtung dar.

Unter marktorientierter Agrarpolitik (Szenario 2000-2) ergeben sich folgende Entwicklungstrends:

Das Faktoreinkommen des Agrarsektors verringert sich stark und es kommt zu mehr als einer Halbierung der benötigten Arbeitskräfte. Die landwirtschaftliche Nutzfläche verringert sich um rund ein Drittel.

Ein Programm zur Stützung des NR-Anbaus mildert die Folgen der marktorientierten Agrarpolitik. Der Arbeitskräftebedarf nimmt leicht zu, das Faktoreinkommen des Agrarsektors erhöht sich um 1 Mrd DM, und rund 60 % der ansonsten brachfallenden Ackerfläche wird weiterhin landwirtschaftlich genutzt. Die infolge des NR-Anbaus etwas verlangsamte Verringerung der Anzahl landwirtschaftlicher Betriebe dürfte mit einem verstärkten Betriebsgrößenwachstum verbunden sein.

Ohne staatliche Stützung (nur Raps wettbewerbsfähig) hat der NR-Anbau aufgrund des geringen Umfangs keinen merklichen Einfluß.

Mit einem staatlichen Stützungsprogramm für nachwachsende Rohstoffe können die sozialen Folgen marktorientierter Agrarpolitik partiell aufgefangen werden, allerdings bedeutet dies einen Widerspruch zur agrarpolitischen Grundausbildung (Zurücknahme staatlicher Eingriffe in das Marktgeschehen).

Nachwachsende Rohstoffe sind unter den getroffenen und heute als wahrscheinlich zu bezeichnenden Rahmenbedingungen und der damit erwartbaren Absatzpotentiale und Wettbewerbsverhältnisse nicht in der Lage, die zukünftige Entwicklung des landwirtschaftlichen Einkommens und der Agrarstruktur grundlegend zu verändern. Die Stützung des NR-Anbaus bewirkt nur eine Abschwächung von Folgen der jeweils verfolgten Agrarpolitik.

Regionale Auswirkungen

Zu den regionalen Aspekten nachwachsender Rohstoffe wird festgestellt:

Der Anbau der meisten nachwachsenden Rohstoffe besitzt Wettbewerbsvorteile an den guten Ackerbaustandorten und wird sich daher gegebenenfalls auf diese Standorte konzentrieren.

Indirekt können auch andere Regionen profitieren, insbesondere durch die Verdrängung der Nahrungsmittelproduktion in Regionen, in de-

nen ansonsten erhebliche Flächen aus der landwirtschaftlichen Produktion ausscheiden würden (Situation im Szenario 2000-2).

- Der Anbau von Zuckerrüben (für die Ethanolgewinnung) wird sich auf Regionen in Bayern, Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen konzentrieren. Die wettbewerbsfähigen Standorte stimmen teilweise mit den heutigen Anbaugebieten der Zuckerrübe überein.
- Die Wettbewerbsfähigkeit des Stärkekartoffelanbaus folgt weitgehend der heutigen Anbaustruktur für Kartoffeln.
- Eine hohe Anbaudichte ist in der Nähe von Konversionsanlagen wegen Transportkosten (vor allem bei Rüben, Kartoffeln, CCM), Skaleneffekten und ganzjähriger Auslastung zu erwarten.
- Eine vollständige Untersuchung der regionalen Auswirkungen ist nicht vorgenommen worden.

2.7 Folgewirkungen auf die Umwelt

Zur Abschätzung der Folgewirkungen einer NR-Technologie auf die Umwelt müssen verschiedene Ebenen berücksichtigt werden, die vom Rohstoffanbau über die Rohstoffisolierung bzw. Konversion bis hin zur Rohstoffverwendung im Endprodukt reichen.

Umweltwirkungen im Anbaubereich

Rohstoffanbau zur Stärkegewinnung

Gegenüber dem konkurrierenden Getreideanbau verursacht der Stärkekartoffelanbau deutlich ungünstigere und der Stärkeweizenanbau keine nennenswert veränderten Umweltwirkungen. Wird der Rohstoffanbau auf vorher brachliegenden Flächen durchgeführt, sind für das Jahr 2000 deutliche negative Umweltwirkungen zu erwarten.

Rohstoffanbau zur Ethanolgewinnung

Die Ethanolrübe verlangt einen hohen Einsatz an Dünge- und Pflanzenschutzmitteln und verursacht deshalb gegenüber den Konkurrenzfrüchten (Sommergetreide, Feldfutterbau) deutlich negative Umweltwirkungen. Ähnliches gilt für Kartoffeln und Weizen, wenn sie zur Ethanolherzeugung angebaut werden.

Rohstoffanbau zur Ölgewinnung

Die Rohstoffpflanzen zur Ölgewinnung verursachen geringfügig negative (Raps) bis umweltneutrale (Öllein) Umweltwirkungen.

Anbau anderer nachwachsender Rohstoffe

Negative Umweltwirkungen sind vor allem beim Anbau von Massenrohstoffen (Stärke, Zucker, teilweise Öle und Fette) zu erwarten, da diese Inhalts-

stoffe in hohen Anteilen in den entsprechenden Pflanzen gespeichert werden und deshalb ein hohes Intensitätsniveau begünstigen. Eine Übertragung auf den Anbau aller übrigen nachwachsenden Rohstoffe wäre falsch. Insbesondere bei Spezialrohstoffen könnten günstigere Umweltwirkungen eintreten.

Ebene des Agrarsektors

Insgesamt werden deutlich negative Umweltwirkungen eines Rohstoffanbaus für das Jahr 2000 erwartet, wenn dadurch der intensive Getreidebau zunimmt, die Stickstoffsalden deutlich ansteigen und die durchschnittliche Intensität des Pflanzenschutzmitteleinsatzes je ha zunimmt, besonders aber, wenn dieser Anbau auf ansonsten brachfallenden oder extensiv bewirtschafteten Flächen erfolgt.

Positive Umweltwirkungen können dann eintreten, wenn — auch aufgrund von Erfolgen in der Pflanzenzüchtung — der Anbau zu einer Erweiterung des Nutzpflanzenspektrums und zu einer Auflockerung der Fruchtfolge führen würde.

Umweltwirkungen des Verarbeitungsbereiches

Die Umweltwirkungen werden von der Anlagenkonzeption, vom Ausgangsrohstoff und von der Anlagengröße beeinflusst. Speziell bei der Verarbeitung von wasserreichen Rohstoffen fallen Reststoffe an, die z.T. mit einem erheblichen Aufwand an Primärenergie in nutzbare Nebenprodukte umgewandelt werden. Eine Vergrößerung der Verarbeitungsanlagen hat im Anbaubereich eine Konzentration einzelner Feldfrüchte in der Nähe dieser Verarbeitungsanlagen zur Folge. Gleichzeitig ist in diesen Regionen mit erhöhten Abgasemissionen im Nahbereich der Verarbeitungsanlagen zu rechnen.

Die Abschätzung der Umweltwirkungen erfolgt an momentan verfügbaren, groben Anhaltswerten. Bis zum Jahr 2000 sind allerdings neue Umweltschutzaufgaben erwartbar, die eine schärfere Beurteilung der eingesetzten Anlagenkonzeptionen ermöglichen.

Biotechnologie

In verschiedenen Prozessen der Rohstoffverarbeitung (Rohstoffisolierung, -konversion, -verwendung) kommen biotechnologische Verfahren zum Einsatz, über deren Auswirkungen auf die Umwelt im Kommissionsbericht keine detaillierten Aussagen getroffen werden. Dennoch ist sich die Kommission bewußt, daß der Einsatz der Biotechnologie in den Verarbeitungsprozessen von nachwachsenden Rohstoffen positive wie negative Umweltwirkungen verursachen kann.

Umweltwirkungen im chemisch-technischen Verwendungsbereich

Zusammenfassend läßt sich für alle Rohstofflinien (Zucker, Stärke, Öle) feststellen, daß spezielle Ver-

wendungsmöglichkeiten aus Umweltgesichtspunkten positiv zu bewerten sind.

Entscheidender Vorteil ist die bessere bis vollständige biologische Abbaubarkeit. Die Vorteile des nativen Ursprungs gehen aber um so stärker verloren, je weitgehender in der Verarbeitung der Umbau (die Derivatisierung) der nachwachsenden Rohstoffe erfolgt und das Endprodukt in chemischer Struktur bzw. Zusammensetzung vom Rohstoff entfernt ist. Weitere Vorteile ergeben sich in den Fällen, wo ökologisch bzw. humantoxikologisch bedenkliche Stoffe durch nachwachsende Rohstoffe ersetzt werden können. Bei der Verarbeitung von Pflanzenölen fallen in der Regel weniger schädliche Nebenprodukte an als bei Rohstoffen fossilen Ursprungs. Allerdings ist im Einzelfall die Ökotoxizität der Neben- und Endprodukte zu prüfen.

Umweltwirkungen im energetischen Verwendungsbereich

Zusammenfassend ist zum Einsatz von Bioalkoholen im Energiebereich festzustellen, daß deren Zumischung zu verschiedenen Kraftstoffarten die Abgasemissionen in einzelnen Abgaskomponenten deutlich absenken kann. Andererseits steigen jedoch andere Abgaskomponenten in ihren Gehaltswerten an, und heutige Katalysatormotoren erreichen insgesamt gleiche bzw. bessere Abgasemissionen. Eine weitere Reduktion einzelner Abgaskomponenten läßt sich mit dem Einsatz von Reinkraftstoffen (Ethanol, Methanol) in Drei-Wege-Katalysatormotoren erreichen.

Das Abgasemissionsverhalten von Dieselmotoren ist bei der Verwendung von Rapsölmethylester insgesamt günstiger anzusehen als bei der Dieselmotorenkraftstoffverwendung. In Teilbereichen (Rußzahl) werden die Abgasemissionen sogar halbiert. Der Vergleich von Rapsöl zu Dieselmotorenkraftstoff weist keinen Unterschied im Gesamtabgasverhalten auf. Handhabungsfehler (Ölverluste) sind in Verbindung mit Pflanzenölen weniger umweltgefährdend als in Verbindung mit Diesellohlen.

Abschließend muß allerdings zur Abschätzung der Umweltwirkungen von nachwachsenden Rohstoffen im Energiebereich erwähnt werden, daß hier nur bisherige Erfahrungen und Untersuchungsergebnisse zum Ausdruck kommen. Eventuell auftretende zusätzliche positive Effekte bei den Abgasemissionen, die sich durch eine mögliche Kombination von Katalysatoren und den neuartigen Kraftstoffen ergeben, können hier noch nicht abgeschätzt werden. Dies trägt auch der heutigen Motorenentwicklung Rechnung, mit Hilfe derer die Motoren ständig an neue Kraftstoff- und Abgasnormen angepaßt werden.

Einfluß von nachwachsenden Rohstoffen auf den CO₂-Haushalt

Die Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen stellt keinen völlig geschlossenen CO₂-Kreislauf dar. Be-

reits im Anbaubereich sind landwirtschaftliche Betriebsmittel (Saatgut, Düngemittel, Pflanzenbehandlungsmittel, Brennstoffe), mit einem Einsatz von Fremdenergie in Höhe von etwa 30-50 % des Gesamtenergieertrages des Erntegutes, erforderlich.

2.8 Handlungsoptionen

Grundsätzlich kann unterschieden werden nach

- Politikoptionen für nachwachsende Rohstoffe und
- Politikoptionen zu den Folgen von nachwachsenden Rohstoffen.

Die ersten beschreiben Strategien zur Förderung von nachwachsenden Rohstoffen, die von bestimmten gesellschaftlichen Zielvorstellungen (bzw. einer Kombination von Zielvorstellungen) ausgehen. Für sie wäre abzuschätzen, welcher Grad der Verwirklichung erwünschter Zielsetzungen erreichbar ist und welche unerwünschten Nebenwirkungen auftreten. Bei den zweiten wäre zu untersuchen, welche Handlungsoptionen bei bestimmten, erkannten und problematischen Folgewirkungen von nachwachsenden Rohstoffen denkbar und mit welchen Vor- und Nachteilen sie jeweils verbunden sind. Aufgrund des erreichten Standes der Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung zu nachwachsenden Rohstoffen konnte nur eine Skizzierung denkbarer Handlungsoptionen nach diesem Schema vorgenommen werden.

ABSCHNITT B

Auftrag und Durchführung der Kommissionsarbeit

1. Entstehung und Auftrag der Kommission

Die Lebensverhältnisse der Menschen sind heute einem dauernden und immer rascheren Wandel unterworfen. Die technischen Entwicklungen haben daran besonderen Anteil. Von den gewollten und ungewollten Folgen technischer Veränderungen werden nicht nur Wirtschaft und Umwelt insgesamt, sondern auch die individuellen Arbeits- und Lebensverhältnisse der Menschen geprägt. Darüber hinaus wird vieles von dem, was sich heute als Wandel vollzieht, auch die Lebenssituationen zukünftiger Generationen bestimmen.

Das Bewußtsein der Bevölkerung über Chancen und Risiken technischer Entwicklungen ist gewachsen. Der Anspruch an vorausschauendes staatliches und gesellschaftliches Handeln hat sich erhöht. Besondere Verantwortung kommt dabei dem Parlament als einem der wichtigsten Organe unserer demokratischen Verfassung zu.

Um diese Verantwortung wahrnehmen zu können, benötigt das Parlament Zugang zu dem Sachverstand in Wissenschaft, Wirtschaft und Exekutive. Der Deutsche Bundestag debattiert seit 1973 über Form und Funktion einer verbesserten Beratung des Parlaments zu technikbezogenen Gestaltungsaufgaben. Im Frühjahr 1985 setzte der 10. Deutsche Bundestag schließlich die Enquete-Kommission „Einschätzung und Bewertung von Technikfolgen; Gestaltung von Rahmenbedingungen der technischen Entwicklung“ ein. Er beauftragte die Kommission mit umfangreichen und gleichzeitig komplexen Aufträgen¹⁾. Sie sollte:

1. Vorschläge erarbeiten, ob und ggf. in welcher organisatorischen Form das Thema „Einschätzung

und Bewertung von Technikfolgen; Gestaltung von Rahmenbedingungen der technischen Entwicklung“ im Deutschen Bundestag weiterbehandelt werden kann;

2. Auswirkungen wesentlicher technischer Entwicklungslinien auf Wirtschaft, Umwelt, die Arbeits- und Lebensbedingungen der Bürger/innen anhand von Einzeltechnologien untersuchen, bei denen für den Deutschen Bundestag ein dringender Beratungs- und Entscheidungsbedarf besteht.

Zum ersten Auftrag legte die Kommission frühzeitig ihren Bericht „Zur Institutionalisierung einer Beratungskapazität für Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung beim Deutschen Bundestag“ vor²⁾. Der 10. Deutsche Bundestag beriet jedoch den Bericht nicht abschließend und kam zu keiner Entscheidung über die vorgeschlagene Beratungseinrichtung für das Parlament.

Zum zweiten Auftrag legte die Kommission am Ende der Legislaturperiode einen Zwischenbericht³⁾, ergänzt durch Materialienbände, vor. Die Arbeitszeit der Kommission reichte nicht aus, um die vielfältigen Aufträge vollständig zu erfüllen. Daher wurde empfohlen, zur Fortführung und zum Abschluß der begonnenen Arbeiten erneut eine Enquete-Kommission einzusetzen. Der Zwischenbericht der Kommission enthält darüber hinaus nochmals die Empfehlung, möglichst bald eine ständige Einrichtung des Parlaments zur Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung zu schaffen.

In drei Anträgen⁴⁾ wurde von allen Fraktionen des 11. Deutschen Bundestages die erneute Einsetzung

²⁾ BT-Drucksache 10/5844.

³⁾ BT-Drucksache 10/6801.

⁴⁾ BT-Drucksache 11/220, BT-Drucksache 11/311, BT-Drucksache 11/403.

¹⁾ BT-Drucksache 10/2937; geändert durch BT-Drucksache 10/3022.

einer Enquete-Kommission „Gestaltung der technischen Entwicklung; Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung“ beantragt. Die Anträge unterscheiden sich im Zeitpunkt der Abgabe des geforderten Berichts, in der Zahl der in der Kommission vertretenen Abgeordneten und Sachverständigen sowie in den von der Kommission zu erledigenden zusätzlichen Aufträgen.

Alle drei Anträge wurden in der 16. Sitzung des 11. Deutschen Bundestages am 4. Juni 1987 beraten und an den Ausschuß für Forschung und Technologie (federführend) sowie an den Ausschuß für Wahlprüfung, Immunität und Geschäftsordnung, an den Ausschuß für Wirtschaft, an den Ausschuß für Arbeit und Sozialordnung, an den Ausschuß für Jugend, Familie, Frauen und Gesundheit und an den Ausschuß für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (zur Mitberatung) überwiesen.

Der federführende Ausschuß für Forschung und Technologie führte die drei Anträge zusammen und erarbeitete eine Beschlussempfehlung⁵⁾, die in der Sitzung des Ausschusses am 14. Oktober 1987 einstimmig verabschiedet wurde.

Der Deutsche Bundestag hat dann auf seiner 36. Sitzung am 5. November 1987 nach erneuter Beratung die Einsetzung der Enquete-Kommission „Gestaltung der technischen Entwicklung; Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung“ gemäß § 56 der Geschäftsordnung des Deutschen Bundestages einstimmig beschlossen. Der Auftrag und die Zusammensetzung der Kommission wurden im Deutschen Bundestag gemäß der Beschlussempfehlung des Ausschusses für Forschung und Technologie wie folgt festgelegt:

„I. Zur Vorbereitung technologiepolitischer Entscheidungen des Deutschen Bundestages wird eine Enquete-Kommission „Einschätzung und Bewertung von Technikfolgen; Gestaltung von Rahmenbedingungen der technischen Entwicklung“ gemäß § 56 GOBT eingesetzt.

Die Enquete-Kommission hat die Aufgabe, den Informations- und Wissensstand des Deutschen Bundestages über wesentliche technische Entwicklungslinien zu verbessern, für die in Zukunft ein politischer Beratungs- und Entscheidungsbedarf besteht.

II. Die Enquete-Kommission erfüllt diese Aufgabe, indem sie

1. die von der Enquete-Kommission „Einschätzung und Bewertung von Technikfolgen; Gestaltung von Rahmenbedingungen der technischen Entwicklung“ der 10. Wahlperiode begonnenen Arbeiten auf den Sachgebieten „Expertensysteme“, „Nachwachsende Rohstoffe“ und „Alternativen landwirtschaftlicher Produktionsweisen“ gemäß dem ursprünglichen Auftrag (Drucksache 10/2937) bis zum 30. April 1989 zum Abschluß bringt;
2. die gegen den Institutionalisierungsvorschlag der Enquete-Kommission der 10. Wahlperiode

(Drucksache 10/5844) geäußerten Bedenken aufgreift und dazu unter Berücksichtigung ihrer eigenen Erfahrungen — insbesondere bei der Vermittlung erarbeiteten Wissens in die ständigen Ausschüsse des Deutschen Bundestages und in die Öffentlichkeit — bis zum 30. April 1989 Empfehlungen vorlegt;

3. ein weiteres zentrales Technikfeld untersucht, dessen Entwicklung politischen Handlungs- und Gestaltungsbedarf für das Parlament erwarten läßt, und dazu bis zum Ende der Wahlperiode einen Bericht vorlegt.

Das Technikfeld wird von der Kommission im Einvernehmen mit dem Ausschuß für Forschung und Technologie bis zum 31. März 1988 festgelegt.

III. Die Enquete-Kommission setzt sich aus neun Abgeordneten des Deutschen Bundestages im Verhältnis 4:3:1:1 für das Besetzungsrecht der Fraktionen zusammen. Die von den Fraktionen zu benennenden Abgeordneten sollen ein möglichst breites Spektrum von Politikfeldern abdecken. Weitere Mitglieder der Enquete-Kommission sind acht, nicht dem Deutschen Bundestag oder der Bundesregierung angehörende Sachverständige.“

2. Zusammensetzung der Kommission

Die Fraktionen benannten folgende Mitglieder des Deutschen Bundestages für die Kommission:

CDU/CSU-Fraktion:

Abg. Dr. Eicke Götz (ausgeschieden zum 13.04.1988)
 Abg. Rudolf Kraus (eingetreten am 13.04.1988, ausgeschieden zum 30.05.1989)
 Abg. Dr. Friedrich Kronenberg
 Abg. Josef Linsmeier (eingetreten am 30.05.1989)
 Abg. Dr. Dietrich Mahlo (eingetreten am 28.09.1988)
 Abg. Dr. Jürgen Rüttgers (ausgeschieden zum 14.09.1989)
 Abg. Heribert Scharrenbroich (ausgeschieden zum 28.09.1988)
 Abg. Dr. Alexander Warrikoff (eingetreten am 14.09.1989)

SPD-Fraktion:

Abg. Frau Edelgard Bulmahn
 Abg. Peter Paterna
 Abg. Ottmar Schreiner

FDP-Fraktion:

Abg. Klaus Beckmann (ausgeschieden zum 18.03.1988)
 Abg. Dr. Walter Hitschler (eingetreten am 18.03.1988)

Fraktion DIE GRÜNEN:

Abg. Frau Bärbel Rust

⁵⁾ BT-Drucksache 11/979.

Die Präsidentin bzw. der Präsident des Deutschen Bundestages berief auf Vorschlag der Fraktionen als sachverständige Kommissionsmitglieder:

Prof. Dr. Thomas Bohn (ausgeschieden zum 17.10.1988)
 Dr. Eckart John von Freyend
 Prof. Dr. Martin Gralher (eingetreten am 19.05.1989)
 Prof. Dr. Helmar Krupp
 Dr. Joachim Müller
 Dr. Herbert Paschen
 Roland Schneider (eingetreten am 27.11.1989)
 Jochen Richert (ausgeschieden zum 2.10.1989)
 Reinhard Ueberhorst
 Dr. Hans Zoebelein

Die Enquete-Kommission „Gestaltung der technischen Entwicklung; Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung“ hat sich am 10. Dezember 1987 konstituiert. Zum Vorsitzenden wurde der Abg. Dr. Jürgen Rüttgers (CDU/CSU) (ausgeschieden zum 14.09.1989), als Nachfolger der Abg. Dr. Friedrich Kronenberg und zur Stellvertretenden Vorsitzenden der Kommission die Abg. Frau Edelgard Bulmahn (SPD) bestimmt.

Die Kommission beschloß auf ihrer 5. Sitzung am 16. März 1988 die Bildung von Arbeitsgruppen, um ihre verschiedenen Aufgabenfelder besser abarbeiten zu können. Die Kommission hat Arbeitsgruppen zu den Aufgabenfeldern Landwirtschaft, Expertensysteme und Wasserstoff gebildet. Die Arbeitsgruppen haben vor allem die Aufgabe, die Strukturierung des Untersuchungsfeldes vorzunehmen, den Prozeß der Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung durchzuführen und Entwürfe für die Berichte zu erarbeiten. Der Arbeitsgruppe „Landwirtschaft“ gehören folgende Kommissionsmitglieder an:

Abg. Dr. Walter Hitschler (FDP)
 Abg. Dr. Friedrich Kronenberg (CDU/CSU)
 Abg. Ottmar Schreiner (SPD)
 Prof. Dr. Helmar Krupp
 Dr. Joachim Müller
 Reinhard Ueberhorst
 Dr. Hans Zoebelein

Das wissenschaftliche Sekretariat

Durch die Verwaltung des Deutschen Bundestages wurde ein Sekretariat gebildet, das für die Kommission organisatorische und wissenschaftliche Aufgaben zu erfüllen hat. Das Sekretariat wird von MR Dr. Dirk Jaeger geleitet. Wissenschaftliche Mitarbeiter im Sekretariat sind: Karsten Beneke (bis 31.12.1989), Dr. Carl Bulich, Dr. Uwe Markus (bis 30.09.1989), Dr. Rolf Meyer und Dr. Otto Ulrich (bis 31. 7. 1990). Die Verwaltungs- und Organisationsaufgaben wurden von OAR Norbert Grabowski wahrgenommen, der am 3. Dezember 1988 verstarb. Weiterhin sind im Sekretariat tätig: Frau Marianne Herrmann und Frau Irina Tissen. Die Arbeitsgruppe „Landwirtschaft“ wird von den wissenschaftlichen Mitarbeitern des Sekretariats Dr. Carl Bulich und Dr. Rolf Meyer betreut.

3. Festlegung der Vorgehensweise und Begrenzungen der Technik-Folgen-Abschätzung und -Bewertung zu nachwachsenden Rohstoffen

Stand der Arbeiten aus der 10. Legislaturperiode

Ein Teilauftrag der Kommission war die Fortführung und der Abschluß der Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung in dem Sachgebiet „Nachwachsende Rohstoffe“. Zu diesem Sachgebiet waren in der 10. Legislaturperiode folgende Arbeiten durchgeführt worden:

- Erstellung der Studie „Möglichkeiten und Grenzen beim Anbau regenerativer Rohstoffe für Energieerzeugung und chemische Industrie“ von der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Braunschweig-Völkenrode, unter Federführung des Instituts für Betriebswirtschaft⁶⁾;
- Kommentargutachten zu dieser Studie⁷⁾;
- Stellungnahme der Arbeitsgruppe der Enquete-Kommission⁸⁾.

In der Stellungnahme der Arbeitsgruppe der Enquete-Kommission der 10. Legislaturperiode wurden Aussagen zum Stand des Prozesses der Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung zu nachwachsenden Rohstoffen getroffen, im einzelnen

- zu kritikstabilen Kernaussagen,
- zur inhaltlichen Fortführung,
- zur methodischen Fortführung und
- zur prozessualen Fortführung.

Festlegung der Vorgehensweise

Daran anknüpfend hat die Kommission im Hinblick auf die Festlegung ihrer Vorgehensweise folgende Schlußfolgerungen gezogen:

- Mit dem Vorhandensein kritikstabiler Kernaussagen konnte erwartet werden, daß ausgehend von den in der 10. Legislaturperiode erarbeiteten Unterlagen erste Aussagen über die Bedingungen und Folgen des Anbaus und der Verarbeitung nachwachsender Rohstoffe in der Bundesrepublik Deutschland getroffen werden können.

⁶⁾ MEINHOLD, K. et al. (1987): Möglichkeiten und Grenzen beim Anbau regenerativer Rohstoffe für Energieerzeugung und chemische Industrie. In: Materialienband IV zur BT-Drucksache 10/6801, S. 1-323.

⁷⁾ Die Kommentargutachten von J. CONRAD (Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung), M. BROCKSKOTHE und B. TAPPESER (Öko-Institut Freiburg), F. ISERMAYER (Institut für Agrarökonomie der Universität Göttingen), E. JOCHEM et al. (Fraunhofer Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung) und H. PASCHEN et al. (Abt. für Angewandte Systemforschung am Kernforschungszentrum Karlsruhe) sind im Materialienband IV zur BT-Drucksache 10/6801, S. 324-442 dokumentiert.

⁸⁾ Stellungnahme der Arbeitsgruppe „Nachwachsende Rohstoffe“ der Enquete-Kommission „Technikfolgen-Abschätzung“. In: Materialienband IV zur BT-Drucksache 10/6801, S. 443-461.

- Die geforderte inhaltliche Erweiterung müßte teilweise durch die Heranziehung von Untersuchungen, die in der Zwischenzeit erfolgten und veröffentlicht wurden, abgedeckt werden können.
- Methodisch (abweichend von den Empfehlungen der vorherigen Kommission) insbesondere zu prüfen, inwieweit eine Aktualisierung und Ergänzung der vorliegenden Studie (unter den gegebenen Arbeitsbedingungen) möglich ist.
- Hinsichtlich der prozessualen Fortführung sollte die Aufarbeitung für die parlamentsspezifischen Nutzungserfordernisse im Mittelpunkt stehen.

In der Anfangsphase ihrer Arbeit beschloß die Kommission im Frühjahr 1988, in dem Sachgebiet „Nachwachsende Rohstoffe“ keine neue Studie zu vergeben, sondern in Zusammenarbeit mit dem wissenschaftlichen Sekretariat der Kommission direkt einen Bericht zu erstellen, in den neuere Ergebnisse anderer Untersuchungen eingearbeitet und eine Erweiterung, mit einer stärkeren Gewichtung auf den chemisch-technischen Sektor als ursprünglich in der FAL-Studie, vorgenommen werden sollte.

Begründung der Vorgehensweise

Im einzelnen waren für die gewählte Vorgehensweise der Kommission folgende Gründe maßgebend:

- Die vielfältige Aufgabenstellung durch den Einsetzungsbeschluß machte eine wenig arbeitsintensive Vorgehensweise notwendig. Neben dem Sachgebiet „Nachwachsende Rohstoffe“ und den weiteren landwirtschaftlichen Themenbereichen „Landwirtschaftliche Entwicklungspfade“ und „Gentechnologisch hergestelltes Rinderwachstumshormon“ waren zwei weitere Themenbereiche („Chancen und Risiken des Einsatzes von Expertensystemen in Produktion und Medizin“ und „Institutionalisierung einer Beratungskapazität für Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung beim Deutschen Bundestag“) abzuschließen und zusätzlich noch ein weiteres zentrales Technikfeld („Bedingungen und Folgen von Aufbaustrategien für eine solare Wasserstoffwirtschaft“) zu untersuchen. Diese außergewöhnliche Themenvielfalt für eine Enquete-Kommission führte dazu, daß das Themenfeld „Nachwachsende Rohstoffe“ nur sehr begrenzt von der Kommission behandelt und vom Sekretariat bearbeitet werden konnte.
- Der Kommission standen selbstverständlich nicht unbegrenzte Finanzmittel für Studienvergabe zur Verfügung. Der vorhandene Finanzrahmen wurde durch die erneute Studienvergabe in den Bereichen „Landwirtschaftliche Entwicklungspfade“ und „Expertensysteme“ sowie durch eine erstmalige Studienvergabe in den Bereichen „Gentechnologisch hergestelltes Rinderwachstumshormon“ und „Solare Wasserstoffwirtschaft“ vollständig ausgeschöpft. Somit führten auch die begrenzten Finanzmittel dazu, daß eine erneute Studienvergabe zu nachwachsenden Rohstoffen nicht mehr zur Diskussion stand.
- Seit dem Abschluß der FAL-Studie im Jahre 1986 sind eine Reihe von Untersuchungen zu nachwachsenden Rohstoffen durchgeführt und veröffentlicht worden sowie einige zusammenfassende Darstellungen erschienen, so daß zusätzlich umfangreiches Datenmaterial und zahlreiche Informationen zugänglich waren. Dabei war sich die Kommission bewußt, daß angesichts unterschiedlicher Fragestellungen, methodischer Vorgehensweisen und Darstellungsformen die Einarbeitung dieses Materials auf Schwierigkeiten stoßen würde.
- Der Prozeß der Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung zu nachwachsenden Rohstoffen war in der Zwischenzeit an anderer Stelle (Regierung, Wissenschaft) aufgegriffen und fortgeführt worden (siehe weiter unten). Die Kommission ist von dem Grundsatz ausgegangen, daß dieselbe Fragestellung nicht parallel zweimal untersucht werden sollte. Außerdem waren die begrenzten Möglichkeiten der Kommission gegenüber den Trägern der anderen TA-Aktivitäten zu nachwachsenden Rohstoffen zu berücksichtigen. Ergänzend zu diesen Aktivitäten und ausgerichtet auf die spezifischen Bedürfnisse des Parlaments soll daher die Berichterstattung der Kommission nur einen Zwischenstand über gesicherte Erkenntnisse, unterschiedliche Einschätzungen und Bewertungen sowie bestehende Wissenslücken festhalten.
- Die Enquete-Kommission der 10. Legislaturperiode hatte die beiden landwirtschaftlichen TA-Prozesse („Nachwachsende Rohstoffe“ und „Landwirtschaftliche Entwicklungspfade“) parallel ohne engere Verknüpfung durchgeführt. Da die Fragestellungen und methodischen Vorgehensweisen sehr unterschiedlich waren, die eigentlichen Untersuchungen als Studien nach außen vergeben wurden und zwei Arbeitsgruppen der Enquete-Kommission zuständig waren, gab es nur eine grobe Abstimmung. Da beide Themenbereiche aber Übereinstimmung im Untersuchungsgegenstand haben und in beiden mit Szenarien für die Landwirtschaft gearbeitet wurde, erschien der Kommission eine engere Verknüpfung wünschenswert. Zu Beginn der Kommissionsarbeit wurde geplant, beide Themenbereiche in einem gemeinsamen Bericht zu behandeln und insbesondere Übereinstimmungen zwischen den Szenarien der einzelnen Untersuchungen stärker herauszuarbeiten. Dementsprechend wurden bei der erneuten Studienvergabe zu den landwirtschaftlichen Entwicklungspfaden die beiden Auftragnehmer Prof. Henrichsmeyer und Prof. Bossel gebeten, die Ergebnisse der FAL-Studie möglichst in ihren Untersuchungen mit einzubeziehen. Dieser Wunsch der Kommission konnte von den Auftragnehmern kaum realisiert werden, da beide Untersuchungsansätze und die von ihnen erarbeiteten Szenarien grundsätzlich nicht mit den in der FAL-Studie gewählten Szenarien übereinstimmten. Zusätzlich war ihnen infolge der Bearbeitungszeit und der Breite der Fragestellung eine intensivere Beschäftigung mit nachwachsenden Rohstoffen nicht möglich.

Ebenso stellte es sich als unmöglich heraus, die agrarpolitischen Szenarien für die nachwachsenden Rohstoffe durch das Sekretariat soweit überarbeiten und kommentieren zu lassen (um eine Abstimmung mit den landwirtschaftlichen Entwicklungspfaden zu erzielen), ohne daß eine erneute Studienvergabe erfolgt wäre. Dies alles führte schließlich zu der Entscheidung, zu nachwachsenden Rohstoffen doch einen getrennten Bericht vorzulegen.

Begrenzungen dieser Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung zu nachwachsenden Rohstoffen

Die gewählte Vorgehensweise führte zwangsweise zu einer Reihe von inhaltlichen Begrenzungen im Kommissionsbericht zu „Nachwachsenden Rohstoffen“. Im wesentlichen beruht dies auf Eingrenzungen des Untersuchungsauftrags, die die Bearbeiter der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) in Abstimmung mit der Enquete-Kommission der 10. Wahlperiode bereits vorgenommen hatten. Diese Einschränkungen waren damals aus der Sicht der Bearbeiter aufgrund der vielfältigen Entwicklungsmöglichkeiten im Themenbereich „Nachwachsende Rohstoffe“ dringend nötig, um eine Bearbeitbarkeit dieses umfassenden Themenbereichs in dem zeitlich begrenzten Bearbeitungszeitraum zu ermöglichen. Im Rahmen der Berichterstellung konnten diese Eingrenzungen durch Heranziehung weiterer Untersuchungen nur eingeschränkt aufgehoben werden. Die wesentlichen Begrenzungen, die auf der FAL-Studie beruhen, sind:

- *Nur ausgewählte Produktlinien:* Das gesamte Spektrum nachwachsender Rohstoffe wird in der FAL-Studie nicht untersucht. Die FAL beschränkte ihre Untersuchungen auf Rohstoffpflanzen, die in der Bundesrepublik Deutschland angebaut werden, die ein genügend großes Absatzpotential erwarten lassen und über die genügend Datenmaterial verfügbar war. Der nachwachsende Rohstoff Holz und damit der forstwirtschaftliche Bereich wurden so ausgeklammert. Genauso wurden so eine Reihe von Techniklinien, die sich noch in der Entwicklung befinden, insbesondere für die chemisch-technische Verwendung, nicht untersucht. Im Bericht wird unter „Technologie der nachwachsenden Rohstoffe“ (Kap. 2 des Abschnitts C) versucht, die Spannweite der nachwachsenden Rohstoffe aufzuzeigen. Da es für viele Techniklinien an Untersuchungen zu den Folgewirkungen, insbesondere an systematischen Untersuchungen, mangelt, beschränkt sich die Beschreibung der Folgewirkungen (ab Kapitel 3 des Abschnitts C) im wesentlichen auf die von der FAL untersuchten Produktlinien Stärke, Öl und Bioethanol.
- *Untersuchungsgebiet Bundesrepublik Deutschland:* Die Begrenzung der FAL-Untersuchung auf die Bundesrepublik Deutschland schränkt die Ergebnisse in doppelter Hinsicht ein. Zum einen bleiben nachwachsende Rohstoffe, die hauptsächlich in anderen Ländern eine Realisierungschance haben, wie z.B. in den südlichen Ländern

der EG aufgrund der klimatischen Bedingungen, unberücksichtigt. Zum anderen stellt die Europäische Gemeinschaft einen einheitlichen Wirtschaftsraum dar, mit dem in der FAL-Studie verwendeten Modell wird aber nur die Landwirtschaft der Bundesrepublik Deutschland abgebildet. Dadurch müssen die Auswirkungen des NR-Anbaus in anderen europäischen Ländern sowie die europäischen Folgen und Anpassungsreaktionen von NR-Anbau und denkbaren NR-Politiken in der Bundesrepublik Deutschland unberücksichtigt bleiben. Im Bericht können nur einzelne Hinweise auf mögliche Veränderungen bei Berücksichtigung dieser Sachverhalte gegeben werden.

- *Agrarpreis- und -marktpolitisch orientierte Szenarien:* Mit dem einkommensorientierten und dem marktorientierten Szenario sind wesentliche Eckpunkte der agrarpreis- und marktpolitischen Zielvorstellungen erfaßt worden, aber nicht das gesamte Spektrum der vorhandenen agrarpolitischen Vorstellungen. Insbesondere stellt es einen Mangel dar, daß das umweltorientierte Szenario in die Folgenabschätzung der FAL-Studie nicht einbezogen werden konnte. Es kann davon ausgegangen werden, daß unter starken umweltpolitischen Auflagen und einer starken Extensivierung der Agrarproduktion die Ausprägung und Folgen nachwachsender Rohstoffe sehr anders ausfallen würden. Wie schon erwähnt, konnte weiterhin eine engere Abstimmung auf die landwirtschaftlichen Entwicklungspfade unter den gegebenen Umständen nicht geleistet werden.
- *Zukünftige Rahmenbedingungen:* In einigen Kommentargutachten sind die von der FAL vorgenommenen Setzungen von einigen Rahmenbedingungen, die die Ergebnisse der Berechnungen in der dort vorgenommenen Folgenabschätzung wesentlich beeinflussen können, kritisiert worden. Betroffen davon sind Wettbewerbsfähigkeit, Anbauprogramm und Folgen nachwachsender Rohstoffe. Um die Auswirkungen geänderter Rahmenbedingungen zu quantifizieren bzw. einer Sensitivitätsanalyse unterziehen zu können, wäre eine erneute Studienvergabe notwendig gewesen. So können im Bericht nur Hinweise auf die Richtung, in die sich die Aussagen ggf. ändern, gegeben werden.
- *Konkurrierende Technikentwicklungen:* Die Untersuchung und damit auch der Bericht beschränkt sich auf (ausgewählte) nachwachsende Rohstoffe. Die Entwicklung konkurrierender Techniken (z.B. Energieeinsparung, andere regenerative Energiequellen) ist insbesondere für die energetische Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen relevant. Sie wirkt sich direkt auf die Nachfrage nach nachwachsenden Rohstoffen aus und beeinflußt somit unmittelbar die Folgenabschätzung. Die Nicht-Berücksichtigung konkurrierender Technikalternativen, die eine erhebliche Ausweitung der Fragestellung bedeutet hätte, konnte unter den gegebenen Arbeitsbedingungen nicht aufgehoben werden.

Zusätzlich ist auf wichtige *methodische Begrenzungen* hinzuweisen:

- Erhebliche Mängel ergeben sich zum einen aus dem in der FAL-Studie verwendeten Modellansatz, die sich in erster Linie auf grundsätzliche Schwierigkeiten einer wirklichkeitsnahen und zugleich umfassenden Agrarsektormodellierung zurückführen lassen. Wichtige Kritikpunkte sind im einzelnen⁹⁾:
 - Als lineares Optimierungsmodell muß dieses notgedrungen eine Vielzahl unrealistischer Begrenzungen der Anbaustruktur enthalten. Außerdem läßt es nur den Vergleich der Ist-Situation mit einem zukünftigen Zeitpunkt (hier Jahr 2000) zu, kann aber zeitliche Entwicklungen und nicht-lineare Zusammenhänge nicht abbilden.
 - Extensivierungen, als wichtigste Anpassungsreaktion der Landwirtschaft an Agrarpreissenkungen, können mit dem Modell nicht erfaßt werden.
 - Der Betriebsgrößenstrukturwandel, der in der Realität sehr differenziert abläuft, kann nur sehr rudimentär berücksichtigt werden.
 - Da das Modell nur die Landwirtschaft der Bundesrepublik Deutschland abbildet, werden eine Vielzahl von Anpassungsreaktionen auf europäischer Ebene nicht erfaßt.
 - Der Ansatz „Hundert-Prozent-Nahrungsmittelselbstversorgung“ ist unrealistisch, weil keine Politik vorstellbar ist, die dieses Ziel erreichen könnte.
 - Weil die konkreten politischen Instrumente zur Stützung nachwachsender Rohstoffe nicht abgebildet werden, können auch die (in der Regel unerwünschten) Nebenwirkungen einer Stützung und die reale Höhe der Subventionierung von NR nicht abgeschätzt werden.
- Erhebliche methodische Probleme ergaben sich aus der geringen Vergleichbarkeit, die die Ergebnisse aus verschiedenen Untersuchungen aufweisen. Die Schwierigkeiten bei der Vergleichbarkeit beruhen auf Unterschieden bei den methodischen Untersuchungsansätzen, dem Untersuchungsraum (BRD bzw. EG-12), dem Betrachtungszeitraum, den einbezogenen Produktlinien und den zugrunde gelegten Produktionsmengen an nachwachsenden Rohstoffen, sowie der unvollständigen Offenlegung aller getroffenen Annahmen. In der Berichterstattung hat die Kommission deshalb teilweise nur die wenig zufriedenstellende Möglichkeit, die Ergebnisse verschiedener Quellen lediglich zusammenzuführen bzw. gegenüberzustellen.

Zielsetzung des Kommissionsberichts

Bei der Berichterstellung wurde angestrebt, eine möglichst aktuelle Sachstandsdarstellung in Verbindung mit unterschiedlichen Einschätzungen und Bewertungen zum Thema „Nachwachsende Rohstoffe“ zu erstellen. Hierbei war sich die Kommission bewußt, daß mit dem Datenmaterial der vorliegenden FAL-Studie etwa 4 Jahre alte Erkenntnisse und Ergebnisse in die Berichterstattung einfließen. Zur Aktualisierung der vorliegenden Ergebnisse wurden deshalb Datenmaterialien anderer, neuerer Untersuchungen zum Thema „Nachwachsende Rohstoffe“ in die Berichterstattung aufgenommen. Bei dem Zusammentragen dieser verschiedenen Datenmaterialien stand mehr eine Aktualisierung des vorhandenen FAL-Datenmaterials als ein Anspruch auf Vollständigkeit im Vordergrund. Folglich wurde z.B. die Rohstofflinie Holz mit ihren spezifischen Anbau- und Verarbeitungsmöglichkeiten aus Gründen der Bearbeitbarkeit nicht in den Kommissionsbericht aufgenommen.

TA-Verständnis der Kommission

Der gesamte Arbeitsprozeß der Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung zum Thema „Nachwachsende Rohstoffe“ wird von der Kommission als ein nicht abgeschlossener, fortzusetzender Arbeitsprozeß angesehen. Die Kommission ist der Auffassung, daß dieses Thema in Zukunft durchaus erneut in einem Prozeß der Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung beim Deutschen Bundestag aufgegriffen werden sollte, da sich die Rahmenbedingungen des landwirtschaftlichen Sektors und sämtlicher nachgelagerter Bereiche ändern können und sich der Kenntnisstand über nachwachsende Rohstoffe weiterentwickelt. Bei einem solchen erneuten Arbeitsprozeß sollten u.a. konkrete Politiken zu nachwachsenden Rohstoffen in die Abschätzung einbezogen werden, um den parlamentsspezifischen Nutzungserfordernissen besser entsprechen zu können.

Die Kommission empfiehlt in ihrem Bericht „Landwirtschaftliche Entwicklungspfade“ dem Deutschen Bundestag, eine Enquete-Kommission „Zur Zukunft der Landwirtschaft und des ländlichen Raumes“ gemäß § 56 GOBT einzusetzen. Da die nachwachsenden Rohstoffe mit ihren speziellen Chancen und Risiken die Zukunft der Landwirtschaft beeinflussen bzw. wechselseitig von ihr beeinflußt werden, hält es die Kommission für sinnvoll, den bisher erreichten Erkenntnisstand zum Themenkomplex „Nachwachsende Rohstoffe“ in die empfohlenen Technikfolgen-Abschätzungen und -Bewertungen zur Zukunft der Landwirtschaft und des ländlichen Raumes einzuflechten und hiermit den begonnenen Arbeitsprozeß zu nachwachsenden Rohstoffen fortzuführen.

Hinweis auf weitere TA-Aktivitäten

Zeitgleich zum Arbeitsprozeß der Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung zu den nachwachsenden Rohstoffen bei der Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages wurden vornehmlich vom Bundesministerium für Forschung und Technologie

⁹⁾ ISERMEYER, F. (1987): Kommentargutachten zur Studie „Möglichkeiten und Grenzen beim Anbau regenerativer Rohstoffe für Energieerzeugung und chemische Industrie“. In: Materialienband IV zur BT-Drucksache 10/6801, S. 358 ff.

verschiedene Einzelstudien zur Thematik „Nachwachsende Rohstoffe“ bei unterschiedlichen Verfassern in Auftrag gegeben. Diese Studien, von denen mehrere bereits abgeschlossen und andere noch unvollendet sind, lassen in der Mehrzahl durch ihr Untersuchungskonzept einen TA-verwandten Charakter im weiteren Sinne erkennen, da mit der Behandlung von technischen, ökonomischen und ökologischen Aspekten gleichzeitig mehrere Arten von Folgewirkungen in die Untersuchungen einbezogen wurden bzw. werden.

Im folgenden werden diese Studien und deren Bearbeiter exemplarisch aufgeführt:

1989/90 abgeschlossene Studien:

- Strukturelle und ökonomische Konsequenzen der Produktion und Nutzung von Rapsöl als Treibstoffsubstitut in der Landwirtschaft der Bundesrepublik Deutschland
Verfasser: Kleinhanss, W.; FAL, Braunschweig-Völkenrode
- Untersuchung über Konzeption, Rahmenbedingungen und Marktchancen für dezentrale Verarbeitungsanlagen von Rapssaat zu Energieträgern und Futtermitteln
Verfasser: Scharmer, K.; Gesellschaft für Entwicklungstechnologien mbH, Aldenhoven
- Durchführbarkeitsstudie zur energetischen Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen durch direkte Verbrennung
Verfasser: Thoma; Büro für agrarökonomische Gutachten, Expertisen und Projektstudien, Langenbach

1990 noch unvollendete Studien:

- Bestandsaufnahme und Evaluierung der Forschungsförderung im Bereich Nachwachsende Rohstoffe und Biotechnologie
Verfasser: Dachverband Wissenschaftlicher Gesellschaften der Agrar-, Ernährungs-, Veterinär- und Umweltforschung e.V., Frankfurt
- Ökologische und ökonomische Bewertung von Umweltauswirkungen der Produktion und Verarbeitung Nachwachsender Rohstoffe
Verfasser: Prof. Haber; Institut für Landschaftsökologie der TU München-Weihenstephan und Prof. Neander; Institut für Betriebswirtschaft der FAL, Braunschweig-Völkenrode
- Technikfolgenabschätzung Nachwachsende Rohstoffe
Verfasser: Wintzer, D.; Abteilung für Angewandte Systemanalyse, Kernforschungszentrum Karlsruhe

Eine Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung im engeren Sinne ist nur die letztgenannte Untersuchung, die auf einen Zeitraum von 3 bis 4 Jahren angelegt ist und in der das Technikfeld „Nachwachsende Rohstoffe“ umfassend untersucht wird.

4. Verlauf des Prozesses der Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung zu nachwachsenden Rohstoffen

Nach der Konkretisierung des Untersuchungsthemas in der gesamten Kommission wurde der Prozeß der Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung zu den nachwachsenden Rohstoffen im wesentlichen von der Arbeitsgruppe „Landwirtschaft“ gestaltet. Mit wichtigen Diskussionspunkten und Entscheidungen wurde die gesamte Kommission befaßt. Auf 13 Sitzungen der Arbeitsgruppe „Landwirtschaft“ und auf 18 Sitzungen der gesamten Kommission wurde der Themenbereich „Nachwachsende Rohstoffe“ behandelt.

Zunächst wurde in der Gesamtkommission die Strukturierung des Prozesses der Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung zu den nachwachsenden Rohstoffen auf der Basis von drei konzeptionellen Alternativen zur Fortführung des TA-Prozesses¹⁰⁾ beraten. Ergänzend lagen Ausarbeitungen über politische Handlungsoptionen für den Agrarbereich¹¹⁾ und eine detaillierte Arbeitsplanung für die landwirtschaftlichen TA-Projekte¹²⁾ vor. Die Kommission entschied sich dafür, im Themenbereich „Nachwachsende Rohstoffe“ kein zusätzliches Gutachten zu vergeben, sondern die Ergebnisse der FAL-Studie aufzuarbeiten. Bei dieser Bearbeitung sollte der chemisch-technische Verwendungsbe- reich eine stärkere Berücksichtigung als in der FAL-Studie finden.

Der Prozeß der Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung zu den nachwachsenden Rohstoffen wurde als interner Arbeitsprozeß der Enquete-Kommission angelegt, wobei die Erstellung der Berichtsentwürfe durch das wissenschaftliche Sekretariat erfolgte. Im Verlauf dieses Arbeitsprozesses wurden die verschiedenen Teilkapitel des Berichts der Arbeitsgruppe „Landwirtschaft“ vorgelegt und dort von den Arbeitsgruppenmitgliedern diskutiert.

Für das Teilkapitel „Technologie der nachwachsenden Rohstoffe“ des Berichts lagen der Arbeitsgruppe Ausarbeitungen des Verbandes der chemischen Industrie vor¹³⁾, die nach Diskussion innerhalb der Arbeitsgruppe in den Gesamtbericht einfließen.

Basierend auf den Ergebnissen der FAL-Studie und den Ergebnissen anderer Untersuchungen wurde in der 24. Sitzung der Arbeitsgruppe „Landwirtschaft“ ein vorläufiger Berichtsentwurf¹⁴⁾ diskutiert, aus dem nach der Einarbeitung von Änderungswünschen der Arbeitsgruppenmitglieder der endgültige Berichtsentwurf¹⁵⁾ entstand.

Im Sinne eines iterativen Arbeitsprozesses der Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung empfahl die Arbeitsgruppe der Gesamtkommission, den Be-

¹⁰⁾ Komm.-Vorlage 11/3.

¹¹⁾ Komm.-Vorlage 11/5.

¹²⁾ Komm.-Vorlage 11/9.

¹³⁾ Arbeitsgruppe „Landwirtschaft“ AG-Papier 11/18.

¹⁴⁾ Arbeitsgruppe „Landwirtschaft“ AG-Papier 11/50.

¹⁵⁾ Arbeitsgruppe „Landwirtschaft“ AG-Papier 11/55.

richtsentwurf zum einen den Bearbeitern der FAL-Studie und zum anderen weiteren externen Sachverständigen zur Begutachtung vorzulegen. Die Kommission folgte der Empfehlung der Arbeitsgruppe und bat folgende Sachverständige um die Abgabe eines Kommentargutachtens:

- Herrn Dr. F. Isermeyer, Institut für Betriebswirtschaft der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Braunschweig-Völkenrode,
- Herrn Dr. E. Jochem, Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung, Karlsruhe,
- Herrn Prof. Dr. G. Roebbelen, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Universität Göttingen,
- Frau Dr. B. Tappeser, Öko-Institut, Freiburg,
- Herrn Dr. D. Wintzer, Abteilung für Angewandte Systemanalyse, Kernforschungszentrum Karlsruhe,

— Herrn Prof. Dr. R. Wolfram, Institut für Agrarpolitik, Marktforschung und Wirtschaftssoziologie der Universität Bonn.

Ergänzend dazu hatte die Arbeitsgruppe „Landwirtschaft“ einen Fragenkatalog¹⁶⁾ ausgearbeitet, der den oben genannten Sachverständigen mit der Bitte um Stellungnahme vorgelegt wurde.

Die Anregungen und Verbesserungsvorschläge aus den Kommentargutachten¹⁷⁾ wurden vom Sekretariat nach Abstimmung mit der Arbeitsgruppe in einem anschließenden Überarbeitungsprozeß in den Berichtsentwurf eingefügt, aus dem nach Diskussion in der Arbeitsgruppe der vorliegende Kommissionsbericht entstand.

¹⁶⁾ Arbeitsgruppe „Landwirtschaft“ AG-Papier 11/56.

¹⁷⁾ Kommissions-Drucksachen 11/73, 11/74, 11/75, 11/76, 11/77, 11/78, 11/79.

ABSCHNITT C

Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung zu „Nachwachsende Rohstoffe“

1. Einleitung

1.1 Themenauswahl und Zielsetzung des Berichtes

Neben verschiedenen anderen Untersuchungsbereichen wurde bereits von der Enquete-Kommission der 10. Wahlperiode das Thema „Möglichkeiten und Grenzen beim Anbau nachwachsender Rohstoffe für Energieerzeugung und chemische Industrie“ ausgewählt, da bereits damals an diesem Themenfeld ein hohes politisches sowie öffentliches Interesse bestand.

Zur Klärung der verschiedenen Wechselbeziehungen, die von ökonomischen, sozialen und politischen Bereichen innerhalb der Landwirtschaft bis hin zu Umweltproblemen auf Erzeuger- und Verbraucherebene bestehen, wurde ein methodischer Ansatz gewählt, der sowohl Elemente einer problem-induzierten als auch solche einer technik-induzierten Technikfolgen-Abschätzung aufweist.

Mehrere Institute der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL) wurden unter der Projektleitung von Prof. Dr. Dr. h.c. Kurt Meinhold beauftragt, die Bearbeitung einer Studie vorzunehmen. Hierbei sollte einerseits untersucht werden, welchen Beitrag die Technologien der nachwachsenden Rohstoffe unter verschiedenen agrarpolitischen Szenarien zur Lösung gegenwärtiger und zukünftiger Probleme des Agrarsektors leisten können. Andererseits sollten die Realisierungsbedingungen und die möglichen positiven wie negativen Auswirkungen der nachwachsenden Rohstoffe unter den unterschiedlichen politischen, öko-

nomischen und ökologischen Rahmenbedingungen deutlich gemacht werden.

Die Studie wurde in der 10. Wahlperiode angefertigt und ist im Materialienband IV zur Drucksache 10/6801 dokumentiert.

Die Enquete-Kommission der 11. Wahlperiode wurde gemäß des Einsetzungsbeschlusses (Drs. 11/979) beauftragt, neben anderen Untersuchungsbereichen die in der 10. Wahlperiode begonnenen Arbeiten, d.h. auch den Themenbereich „Nachwachsende Rohstoffe“, zum Abschluß zu bringen.

Diesen Auftrag erfüllt die Enquete-Kommission mit diesem Bericht, in dem neben den wesentlichen Untersuchungsergebnissen der FAL-Studie Erkenntnisse aus ausgewählten, weiteren Veröffentlichungen einbezogen werden. Damit soll versucht werden, den derzeitigen Kenntnisstand abzubilden sowie unterschiedliche Einschätzungen und Aussagen zu nachwachsenden Rohstoffen deutlich zu machen.

Die Enquete-Kommission betrachtet Technikfolgen-Abschätzungen und -Bewertungen als einen Prozeß, der mit einem Bericht nicht abschließend behandelt werden kann. Dies wird in dem Themenfeld „Nachwachsende Rohstoffe“ besonders deutlich, da es sich aus zahlreichen Einzeltechniken für Anbau, Inhaltstoffgewinnung, Konversion und Anwendung zusammensetzt und vielfältige Auswirkungen auf die Landwirtschaft und die Gesamtgesellschaft hat. Dieser Bericht kann nur einen Zwischenstand über gesicherte Erkenntnisse, unterschiedliche Einschätzungen und Bewertungen sowie bestehende Wissenslücken liefern. Die Enquete-Kommission geht davon

aus, daß der Prozeß der Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung zu nachwachsenden Rohstoffen fortgesetzt werden sollte.

1.2 Allgemeine Beschreibung von nachwachsenden Rohstoffen

Unter dem Begriff „Nachwachsende Rohstoffe“ werden sehr unterschiedliche Verwertungsmöglichkeiten organischer Stoffe zusammengefaßt. Hierbei geht das Spektrum der Möglichkeiten sehr weit auseinander, da es die Verwertung organischer Stoffe insbesondere aus land- und forstwirtschaftlichen Nutzpflanzen und aus tierischer Produktion umfaßt¹⁾.

Bei pflanzlicher Herkunft unterscheidet man Gerüst- und Inhaltsstoffe, die weiter in die Stoffgruppen Kohlenhydrate (Zellulose, Stärke, Zucker), Lignine, Öle und Fette sowie Eiweiß und weitere sekundäre Stoffe aufgeteilt werden können. Hierbei handelt es sich einerseits um Substanzen, die in Früchten, Knollen, Rüben, Samen oder auch Wurzel- ausläufern gespeichert sein können. Andererseits versteht man unter Gerüststoffen diejenigen Substanzen, die in Stengeln von Pflanzen bzw. in Stämmen von Bäumen die Festigkeit des Pflanzengewebes verursachen.

Vielfach wird der Begriff „Nachwachsende Rohstoffe“ in die Begriffe „Industriepflanzen“ und „Energiepflanzen“ untergliedert²⁾. Werden nämlich Substanzen bzw. Fasern aus der Erntemasse bzw. aus dem Pflanzengewebe herausgelöst und bilden Chemiegrundstoffe, so bezeichnet man diese Rohstoff liefernden Pflanzen als „Industriepflanzen“. Dienen Pflanzenteile bzw. ganze Pflanzen über spätere Konversionsschritte (Auspressung, Vergärung, Verbrennung) der Energiegewinnung, werden diese Pflanzen als „Energiepflanzen“ bezeichnet. Ergänzend hierzu ist zu erwähnen, daß manche Pflanzen bzw. Rohstoffe (z.B. Zucker, Stärke, Öle) in beiden Verwendungsbereichen genutzt werden können.

Neben ganzen Pflanzen bzw. Pflanzenteilen können allerdings auch Reste bzw. Abfallprodukte³⁾ aus anderen landwirtschaftlichen Produktionssystemen genutzt werden. Hier ist einerseits das Tierkörperfett zu nennen, das einen erheblichen Anteil bei der heutigen Rohstoffnutzung einnimmt, und andererseits darf die Biogasproduktion nicht unerwähnt bleiben, die Rest- und Abfallprodukte verwertet.

Es besteht folglich eine Vielzahl von Erzeugungs- und Verwertungsmöglichkeiten für nachwachsende

Rohstoffe, die neben einer speziell ausgerichteten Produktion auch aus der Kombination einzelner Rohstoffe entstehen können.

1.3 Historischer Abriß und Problemlagen

Ab Mitte der 70er Jahre wurde die Diskussion um nachwachsende Rohstoffe zunehmend häufiger und vielfältiger geführt.

Dies beruhte einerseits auf den Ölpreisschüben der Jahre 1973 und 1979, verbunden mit einer deutlichen Verteuerung fossiler Energieträger, war aber andererseits auch durch stetige Warnungen von Wissenschaftlern bedingt, die auf die Endlichkeit dieser fossilen Ressourcen hinwiesen⁴⁾.

Somit ließ das Bewußtsein der Endlichkeit fossiler Rohstoffe, die Kenntnis der schwerpunktmäßigen Verteilung dieser Rohstoffe und die hiermit verbundene Importabhängigkeit Fragen nach einer stabilen und gesicherten Energieversorgung immer häufiger aufkommen⁵⁾.

Folglich war die Diskussion um nachwachsende Rohstoffe in der ersten Phase durch energiepolitische Aspekte geprägt.

In der sich zu Beginn der 80er Jahre anschließenden zweiten Phase kam — infolge der Überschußsituation auf den Nahrungsmittelmärkten und gleichfalls durch die sich abzeichnende Agrarkrise bedingt — auch von landwirtschaftlicher Seite die Forderung, mit einer verstärkten Forschungs- und Entwicklungspolitik hinsichtlich der nachwachsenden Rohstoffe alternative Verwendungsbereiche für landwirtschaftlich erzeugte Produkte zu schaffen⁶⁾.

Historisch betrachtet kam der Landwirtschaft in der vorindustriellen Phase die Aufgabe zu, Ausgangsprodukte bzw. Rohstoffe für verschiedene Verwendungsbereiche zu produzieren. Zeitverzögert zur Industrialisierung verlagerte sich das Hauptgewicht der landwirtschaftlichen Produktion weg von den vielfältigen Aufgaben der Bereitstellung von Nahrungsmitteln, Futtermitteln, Energieträgern und industriell nutzbaren Grundstoffen immer mehr hin zu der fast ausschließlichen Erzeugung von Nahrungsmitteln.

Die zunehmende Bedeutung des petrochemischen Sektors und die Veränderungen in industriellen Bereichen waren entscheidend für die zurückgehende Nachfrage nach landwirtschaftlichen Rohstoffen. Es fand eine Verlagerung der Nachfrage von teuren, re-

¹⁾ DAMBROTH, M. (1986): Stand und Perspektiven der Nutzung „Nachwachsender Rohstoffe“ aus landwirtschaftlicher Sicht. In: Expertenkolloquium „Nachwachsende Rohstoffe“, 14./15.10.1986 in Bonn, Bd. 1, S.21 ff.

²⁾ KIECHLE, I. (1988): Bericht über den Sachstand bei „Nachwachsenden Rohstoffen“, Fachtagung 19./21.06.1988 in Würzburg.

³⁾ NIEGEL, L. (1988): Hintergrunddokument zur Parlamentarischen Konferenz der Parlamentarischen Versammlung des Europarates über „Die Europäische Landwirtschaft als ein Zulieferer der Industrie - ein Ausweg aus der Krise“, 7./8.09.1988 in München.

⁴⁾ GROSSKOPF, W. (1986): Technische und ökonomische Fragen des Einsatzes von nachwachsenden Rohstoffen. In: Expertenkolloquium „Nachwachsende Rohstoffe“, 14./15.10.1986 in Bonn, Bd. 2. KLEINHANSS, W. (1988): Produktion und Nutzungsmöglichkeiten nachwachsender Rohstoffe. Angewandte Wissenschaft, Heft 353, Münster-Hiltrup Club of Rome.

⁵⁾ JEUB, G.J. (1987): Marktchancen pflanzlicher Industrie- rohstoffe. Europäische Hochschulschriften, Reihe V, Bd. 845.

⁶⁾ KLEINHANSS, W. (1987): Alternative Landnutzung für die Produktion von Biomasse für Energieträger und chemisch-technische Grundstoffe. Kommission der Europäischen Gemeinschaft GD XII-FAST, Nr. 187, 1987

generierbaren Energieträgern und industriell nutzbaren Grundstoffen landwirtschaftlichen Ursprungs hin zu zunehmend billiger werdenden fossilen Energieträgern und petrochemischen Grundstoffen sowie deren Folgeprodukten statt.

In der Landwirtschaft wurde z.B. tierische Zugkraft durch maschinelle Energie ersetzt, und hierdurch freiwerdende Futtermittelflächen wurden in der Folge zur Produktion von Nahrungsmitteln genutzt. Desweiteren wurde der Einsatz intensitätssteigernder Betriebsmittel — Dünge- und Pflanzenbehandlungsmittel — durch die Ausschöpfung der Erdölvorkommen und die damit verbundenen Fortschritte auf dem petrochemischen Sektor immer mehr stimuliert. Fortschritte der Züchtung seien hier nur der Vollständigkeit halber genannt.

Die rasche Steigerung der Nahrungsmittelerzeugung war in den Gründerjahren der Europäischen Gemeinschaft sicherlich erwünscht, da zum einen die stark wachsende Bevölkerung mehr Nahrungsmittel verlangte und zum anderen seitens der Politik eine Vorsorge- bzw. Sicherungsfunktion für eventuell auftretende Krisensituationen gewünscht wurde. Die gleichzeitig stattfindende Ausrichtung der Agrarpolitik zum Agrarprotektionismus mit Preisstützungen im Inland und entsprechendem Außenhandelsschutz trug wesentlich zur Überschußproduktion bei.

Die nach und nach zunehmende Überproduktion an Nahrungsmitteln innerhalb der EG bedeutete entsprechend steigende Interventionskosten und Haushaltsbelastungen für die Gemeinschaft. In dieser Situation wurde das Interesse an den ursprünglich weitergefaßten Funktionen der Landwirtschaft, nämlich in einer gleichzeitigen Produktion von Rohstoffen, Energieträgern und Nahrungsmitteln, neu geweckt. Durch Erschließung dieser zusätzlichen Märkte erhoffte man, nicht nur Überschußprobleme, sondern auch Einkommensprobleme der Landwirtschaft zu lösen.

Weiterhin kamen in den letzten Jahren auch von seiten der chemischen Industrie Interessensbekundungen, nachwachsende Rohstoffe aus heimischer bzw. EG-interner Produktion zu verarbeiten. Ca. 10 % ihres organischen Rohstoffbedarfs deckt die chemische Industrie aus nachwachsenden Rohstoffen, wovon wiederum 90 % durch Importe aus Übersee gedeckt werden. Folglich ergäbe sich für die hiesige Landwirtschaft die Möglichkeit — so wird argumentiert — durch eine gezielte Produktion von nachwachsenden Rohstoffen neue Märkte für landwirtschaftliche Produkte zu erschließen⁷⁾.

Zunehmendes Umweltbewußtsein in der Gesellschaft führte schließlich zu Überlegungen, inwieweit auf der Basis nachwachsender Rohstoffe umweltverträglichere Produkte (die z.B. biologisch abbaubar sind) sich erzeugen und durch geänderte Rohstoffgrundlage und Produktionsprozesse in der chemischen Industrie sich deren Umweltbelastun-

gen verringern ließen. Andererseits erhoffte man, durch die Eingliederung von rohstoffliefernden Pflanzenarten in bestehende Anbausysteme eine Erweiterung der Fruchtfolge in landwirtschaftlichen Betrieben zu erreichen.

Als neueste Entwicklung werden infolge der steigenden CO₂-Gehalte in der Atmosphäre und der u.a. dadurch bewirkten Temperaturerhöhung sowie drohenden Klimaveränderungen (Treibhauseffekt) nachwachsende Rohstoffe als Bestandteil von Strategien zur Verbrauchsreduktion fossiler Energieträger in die Diskussion gebracht⁸⁾.

2. Technologie der nachwachsenden Rohstoffe

Nachwachsende Rohstoffe werden über verschiedenste Technologien den beiden großen Verwendungsbereichen „Chemie“ und „Energie“ zugeführt.

2.1 Derzeitiger Verbrauch an nachwachsenden Rohstoffen

Die chemische Industrie bestreitet schon heute etwa 10 % ihres Einsatzes an organischen Rohstoffen aus nachwachsenden Quellen⁹⁾. Demgegenüber lassen sich für den Energiesektor keine direkten Verbrauchszahlen an Nachwachsenden Rohstoffen ermitteln, da sich einerseits die Technologien dieses Verwendungsbereiches vielfach noch in der Entwicklungs- bzw. Probephase befinden, andererseits die Verwendung von Nachwachsenden Rohstoffen größtenteils derzeit in der Bundesrepublik Deutschland nicht wettbewerbsfähig ist.

Abbildung 2 - 1 verdeutlicht die Anteile der verschiedenen Rohstoffquellen am Gesamtrohstoffverbrauch der chemischen Industrie in der Bundesrepublik Deutschland im Jahr 1985. Hieraus wird deutlich, daß das Erdöl in nächster Zukunft sicherlich die wichtigste Rohstoffquelle der chemischen Industrie bleiben wird. Der Anteil der Nachwachsenden Rohstoffe am chemischen Verbrauch nimmt demgegenüber mit 1,8 Mio t nur einen geringen Wert an, der allerdings noch vergrößert werden könnte.

Betrachtet man den derzeitigen Verbrauch der chemischen Industrie an einzelnen Nachwachsenden Rohstoffen (Abb. 2 - 2), so ist sowohl für die Bundesrepublik Deutschland als auch für die Europäische Gemeinschaft zu erkennen, daß die Öle und Fette mit Abstand als wichtigster Rohstoff zu bezeichnen

⁷⁾ ZOEBELEIN, H. (1986): Stand und Perspektiven der nachwachsenden Rohstoffe. In: Expertenkolloquium „Nachwachsende Rohstoffe“, 14./15.10.1986 in Bonn, Bd. 2.

⁸⁾ Auf die CO₂-Problematik wird in diesem Bericht nicht weiter eingegangen. Es ist auf den Kommissionsbericht zu „Bedingungen und Folgen von Aufbaustrategien für eine solare Wasserstoffwirtschaft“, wo diese Problematik den Ausgang zur Untersuchung verschiedener regenerativer Energien darstellt und auf den 3. Bericht der Enquete-Kommission „Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre“ zu verweisen, die vom 11. Deutschen Bundestag speziell zu diesem Thema eingesetzt wurde. Dieser Bericht mit dem Titel „Schutz der Erde“ beinhaltet eine Bestandsaufnahme mit Vorschlägen zu einer neuen Energiepolitik.

⁹⁾ ZOEBELEIN, H. (1986): Stand und Perspektiven der nachwachsenden Rohstoffe. In: Expertenkolloquium „Nachwachsende Rohstoffe“, 14./15.10.1986 in Bonn, Bd. 2, S. 115 ff.

Abbildung 2-1

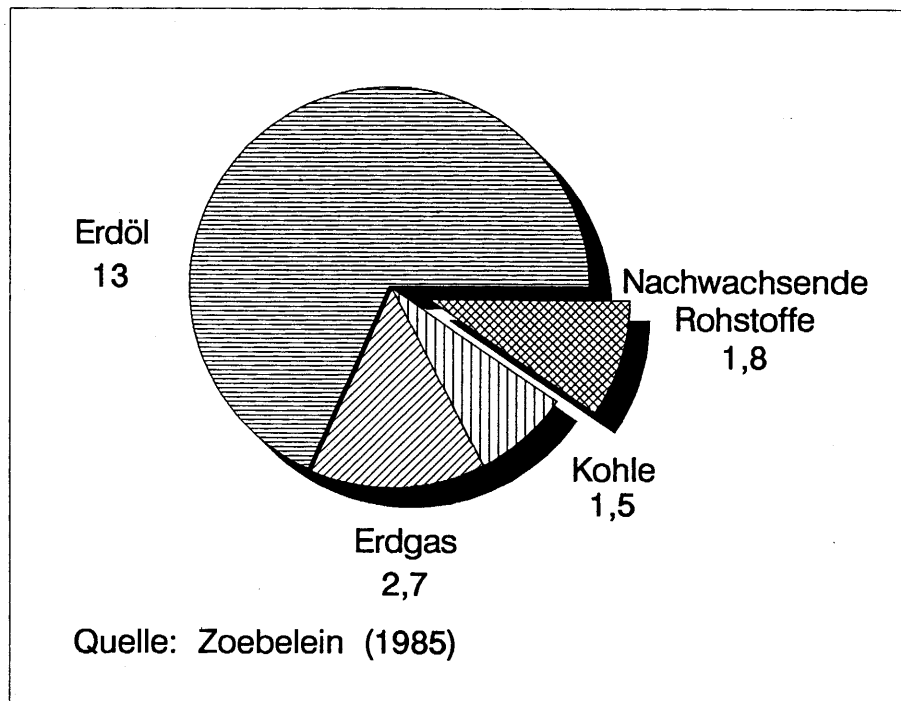
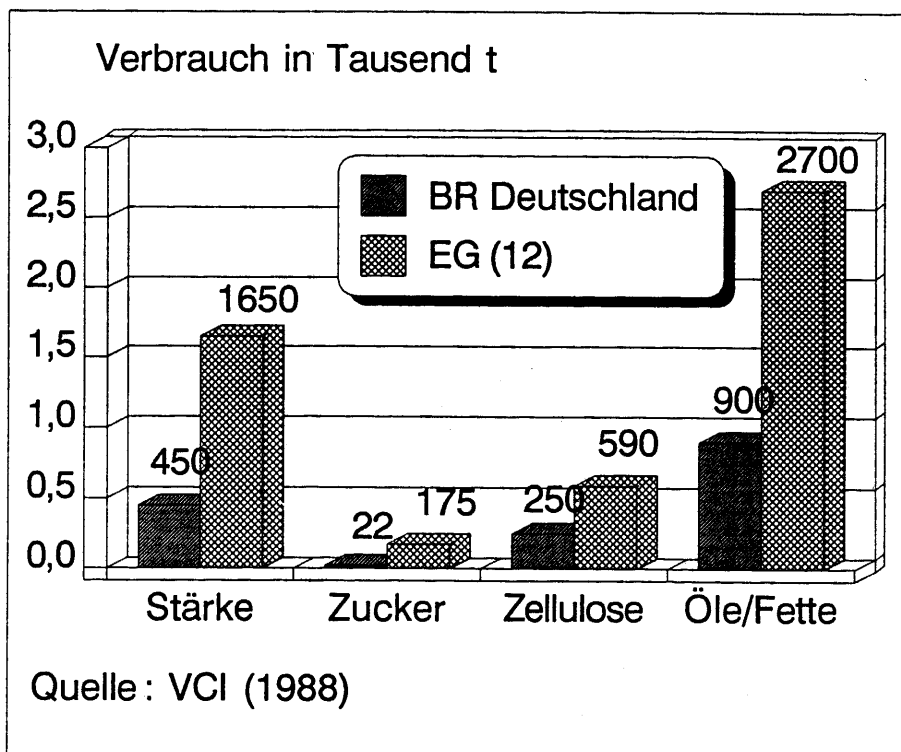
Rohstoffverbrauch der chemischen Industrie (Bundesrepublik Deutschland, 1985, in Mio. t

Abbildung 2-2

Verbrauch nachwachsender Rohstoffe für Chemie-Erzeugnisse (1987)

sind. Danach folgen mit abnehmenden Verbrauchsmengen die Rohstoffe Stärke, Zellulose und Zucker.

Während die Produktion von Zucker und Stärke in der Europäischen Gemeinschaft (EG) für eine zukünftige, verstärkte Nutzung ausreicht, ist die EG in den Bereichen Zellulose, Öle und Fette als Nettoimporteur zu bezeichnen. Die EG importiert rund 50 % des gesamten industriellen Verbrauchs an Ölen und Fetten; bei dem Verbrauch von ca. 1,3 Mio t an pflanzlichen Ölen und Fetten stammen etwa 1 Mio t aus Importen. Bei letzteren handelt es sich im wesentlichen um Erucasäure-haltiges Rüböl (vorwiegend aus Osteurop), Rizinusöl (Brasilien, Indien), Leinöl (Kanada), Sojaöl (USA, Brasilien) sowie Kokos- und Palmöl (Philippinen, Indonesien, Malaysia).

Den Produktlinien Zucker, Stärke, Öle und Fette ist gemeinsam, daß momentan nur ein geringer Anteil der europäischen landwirtschaftlichen Produktion in den industriellen Verbrauch geht, während der weitaus größere Anteil in den Ernährungssektor fließt.

Momentan nimmt der Verbrauch an Ölen und Fetten (Abb. 2-2) in der Verwendung nachwachsender Rohstoffe für Chemieerzeugnisse den deutlich größten Anteil ein. Diese Situation ist wesentlich historisch bedingt, da einerseits der Bedarf an Seifen, Tensiden und Schmierstoffen mit und durch die Industrialisierung eine drastische Zunahme erfuhr und andererseits weil — auch durch eine entsprechende Industrieförderung — die Grundlagenforschung an dem relativ einfachen Fettsäuremolekül vom letzten Jahrhundert bis in die Gegenwart hinein deutlich mehr Anziehungskraft entwickelte als dieses bei den Kohlenhydraten der Fall war. Zusätzlich haben Erfahrungen der Petrochemie zu oleochemischen Innovationen beigetragen.

Grundsätzlich sind aber auch die anderen pflanzlichen Inhaltsstoffe wie Zucker, Stärke und Eiweiß vielen anderen interessanten industriellen Verwendungen und Produkten zugänglich, wobei dies noch relativ wenig erforscht ist.

2.2 Produktlinien für die chemisch-technische Verwendung

2.2.1 Produktlinie Zucker

2.2.1.1 Anbau und Züchtung

Innerhalb der EG ist die Zuckerrübe die wichtigste Zucker liefernde Pflanze. Neben einem regional auf Südsanien beschränkten Anbau von Zuckerrohr könnte bei erfolgreichen Züchtungsfortschritten auch die Zuckerhirse, die in der Bundesrepublik Deutschland bisher nur im Versuchswesen angebaut wird, eine gewisse Bedeutung erlangen. Dies setzt allerdings neue Technologien der Saftgewinnung und -reinigung voraus, die noch zu entwickeln sind.

Zur Erzeugung von Zuckerstoffen werden in der Bundesrepublik Deutschland derzeit räumlich konzentriert ausschließlich Zuckerrüben angebaut. Dies hat in den klassischen Zuckerrübenanbaubereichen

teilweise zu Fruchtfolgekrankheiten (Wurzelbärtigkeit, Rizomania) geführt, deren Bekämpfung teils auf chemischem Wege, teils mit einer Auflockerung der Fruchtfolge durchgeführt wird.

Mehr und mehr werden für zuckerliefernde Pflanzen (Zuckerrübe, Zuckerhirse, Topinambur, Zichorie) bodenschonende Anbauverfahren entwickelt bzw. kommen schon heute zum Einsatz (Direktsaat, Mulchsaat).

In der Pflanzenzüchtung gibt es bezüglich der Zuckerrübe entsprechend des Verwendungszweckes zwei große Zuchtrichtungen, die zum einen in die Produktion von Zucker für den Ernährungssektor sowie die chemische Industrie und zum anderen in die Produktion von Erntemasse für den energetischen Bereich aufgeteilt werden können. Da bei diesen Zuchtrichtungen bereits ein hohes Niveau erreicht wurde, ist hier nur eine langsame weitere Zunahme des Ertrages zu erwarten.

Während die Zuckerrübe bereits zu den etablierten Fruchtarten der mitteleuropäischen Landwirtschaft gehört, sind die Probleme, die bei der züchterischen Bearbeitung der folgenden Pflanzenarten anfallen, sehr vielgestaltig, so daß sich deren Entwicklungsmöglichkeiten momentan nicht abschätzen lassen.

Bei der Zuckerhirse steht eine züchterische Anpassung des Pflanzenmaterials an die klimatischen Bedingungen der Bundesrepublik Deutschland im Vordergrund. Hierbei ist für eine zukünftige Ertragsentwicklung die Züchtung kältetoleranter und frühreifender Typen dringend erforderlich.

Das Ertragspotential des Topinamburs ist bereits heute sehr hoch (115 dt Trockenmasse je ha im Durchschnitt verschiedener Herkünfte). Dennoch erschweren die in Europa vorherrschenden Tageslängen eine schnelle Entwicklung neuer genetischer Varianten.

Die Zichorie wird momentan in der Bundesrepublik Deutschland nicht züchterisch bearbeitet. Bei dieser Pflanzenart ist jedoch eine Erhöhung des Ertragspotentials durch Züchtung weitaus mehr erforderlich als bei Zuckerrüben.

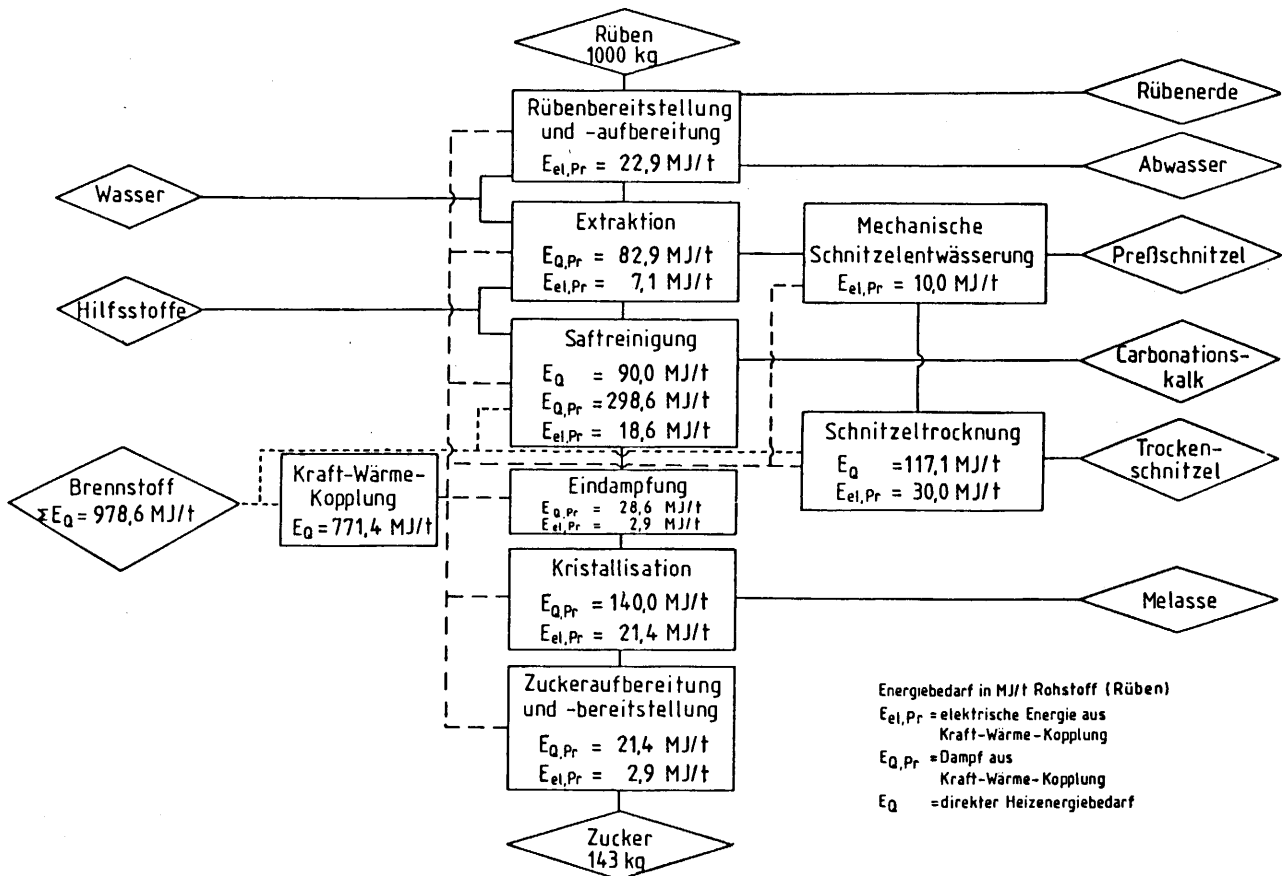
2.2.1.2 Gewinnung des Inhaltsstoffes

Die Zuckerrübe enthält einen Zellsaft, der ca. 88 % Saccharose sowie weniger als 1 % Invertzucker und etwa 2 % Salze in der Trockensubstanz aufweist. Diese Zusammensetzung führt zu günstigen Kristallisierungsbedingungen, die gute Ausbeuten an Zucker zulassen. Ein weiterer Vorteil ist die hohe Reinheit des kristallinen Zuckers und seine gute Lagerfähigkeit in kristalliner Form. Bei der Gewinnung des Zuckers aus der Zuckerrübe, die den Zucker in gelöster Form im Zellsaft enthält, wird heute das Verfahren der wässrigen Extraktion angewandt, welches Ausbeuten > 90 % ermöglicht (siehe Verfahrensschema der Zuckergewinnung in Abbildung 2 - 3).

Der Zellsaft der Zuckerhirse besteht aus einem Gemisch von Saccharose, Glucose und Fructose, welches nicht kristallisierungsfähig ist. Zichorien und Topinambur besitzen einen inulinhaltigen Zellsaft.

Abbildung 2-3

Verfahrensschema der Zuckergewinnung



Quelle: MEINHOLD, K. et al. (1987): a. a. O., S. 319.

2.2.1.3 Konversion

Bei der Konversion unterscheidet man grundsätzlich drei Prozesse:

- physikalische,
- chemische und
- biotechnologische Konversion.

Im erstgenannten Verfahren wird der Zucker durch Hitze- und Druckeinwirkung über mehrere Zwischenstufen abgebaut. Hierbei entstehen eine Reihe von Substanzen, deren Trennung aufwendig ist. Aus diesem Grund lassen sich durch allein physikalische Konversionsmethoden nur wenige Produkte herstellen.

Bei der chemischen Konversion wird das unterschiedliche Reaktionsvermögen einzelner Gruppen im Saccharosemolekül ausgenutzt, so daß vor allem Ester und Ether und aus ihnen wiederum Polyurthane gewonnen werden können. Des weiteren lassen sich durch Oxydations- oder Reduktionsvorgänge sowie Säure- oder Alkalieinwirkung auf das Zuckermolekül neue Verbindungen gewinnen.

Die biotechnologische Konversion wird zukünftig in vermehrtem Umfang die Produktion neuer Lebens-

mittelzusatzstoffe, Antibiotika, weiterer Grundstoffe für die Chemie und letztlich energetisch verwertbarer Alkohole ermöglichen. Im Gegensatz zu chemischen Prozessen muß in der biotechnologischen Konversion nicht zwingend reiner Zucker eingesetzt werden, so daß verschiedene Zuckerarten eingesetzt werden, die hinsichtlich Reinheit und Wassergehalt differieren können. Dies ermöglicht allerdings auch den Einsatz von konkurrierenden Zuckerarten wie z.B. der durch Spaltung von Stärke gewonnenen D-Glucose.

2.2.1.4 Anwendungsbereiche

Saccharose bietet infolge der bereits beschriebenen Konversionsverfahren vielfältige Möglichkeiten, über verschiedene Umbauprodukte und unterschiedlichste Anwendungsformen in verschiedenen Anwendungsbereichen als Rohstoffbasis zu dienen. Hierzu sind im folgenden zu den Bereichen Landwirtschaft, Bauwirtschaft, chemische, pharmazeutische und technische Industrie einige Anwendungsformen beispielhaft aufgeführt¹⁰⁾:

- Anstrichmittel
- Desinfektionsmittel

¹⁰⁾ a.a.O. (1986): S. 130.

- Gießereihilfsmittel
- Farbstoffe
- Klebstoffe/Leime
- Kosmetika
- Kunststoffe
- Lösungsmittel
- Antibiotika
- organische Säuren
- Seifen
- Waschmittel
- Weichmacher
- Textilhilfsmittel
- Alkohole für Kraftstoffe.

2.2.1.5 Entwicklungsmöglichkeiten

Die Einsatzmenge von Zucker wird vorrangig von der Verfügbarkeit und dem Preis konkurrierender Rohstoffe bestimmt. Des weiteren stellt, unabhängig von der Austauschmöglichkeit zwischen fossilen und nachwachsenden Rohstoffen, das Preisverhältnis zwischen den einzelnen Zuckerarten (z.B. Saccharose, Glucose) ein Marktregulativ dar.

Da das pflanzliche Ausgangsmaterial jahreszeitlich nur begrenzt verfügbar und zusätzlich nicht langfristig lagerfähig ist, bietet sich auf der Stufe der Rohstoffisolation die Möglichkeit an, auf die aufwendige Kristallisation zu verzichten und lagerfähige Sirupe aus dem stufenweise ablaufenden Prozeß der Rohstoffisolation (Rohsaft, Dünnsaft, Dicksaft, Weißzuckerablauf, Rohzuckerablauf, Melasse) abzuzweigen. Somit könnten die in diesen Sirupen vorhandenen, biologisch wertvollen Nebenbestandteile (Salze, Aminosäuren) für die Tätigkeiten von Mikroorganismen im biotechnologischen Konversionsprozeß nutzbar gemacht werden.

Zukünftig werden denjenigen Konversionsverfahren zusätzliche Chancen eingeräumt, bei denen milde Reaktionsbedingungen herrschen und in denen physikalische, chemische und biotechnologische Verfahrensschritte miteinander verknüpft sind. Hierbei gilt es allerdings, strenge Umwelt- und Entsorgungsaufgaben zu berücksichtigen und einzuhalten.

Neue Anwendungsbereiche für Zucker zeichnen sich ab:

- im Bereich Biopolymere und biologisch abbaubare Kunststoffe,
- bei biotechnologischen Produktionsverfahren,
- bei der Umstellung von Melasse auf reinere Zucker, z.B. in der Enzymherstellung,
- durch enzymatische Verfahren der Zuckertransformation.

Ethanol, erzeugt auf der Basis zucker- und stärkehaltiger Pflanzen (siehe Kapitel 2.3.1), könnte theore-

tisch direkt oder indirekt in der chemischen Industrie eingesetzt werden. Der derzeitige Bedarf in der EG von etwa 0,8 Mio t Ethanol als Lösungsmittel wird etwa zu 50 % synthetisch auf Basis der Petrochemikalie Ethylen hergestellt und etwa zu 50 % durch im Getränkesektor nicht absetzbaren Alkohol gedeckt. Erhebliche zusätzliche Absatzpotentiale würden sich ergeben, wenn es gelänge, aus Ethanol organische Basischemikalien (z.B. Ethylen, Ethylen-derivate, Essigsäure) mit biotechnologischen Verfahren konkurrenzfähig zur Petrochemie herzustellen. Der Ethylenverbrauch (EG-10) lag 1984 bei ca. 9 Mio t/Jahr, wofür in diesem Falle ca. 200 Mio t Zuckerkürrüben (entsprechend einer Anbaufläche von 4 Mio ha) benötigt würden. Allerdings ist derzeit das Wettbewerbsdefizit bei der Ethylenherzeugung aus Bioethanol noch größer als das im Einsatzbereich Kraftstoff¹¹⁾.

2.2.2 Produktlinie Stärke

2.2.2.1 Anbau und Züchtung

Für die Stärkeproduktion kommen in den Anbaugeländen der Europäischen Gemeinschaften im wesentlichen die vier Pflanzenarten

- Kartoffeln,
- Mais,
- Weizen sowie
- Markerbsen

zum Einsatz.

In der Bundesrepublik Deutschland liegt der Anteil des Kartoffelanbaus für die Stärkeproduktion derzeit bei 15 % der gesamten Kartoffelanbaufläche, was etwa 30 000 Hektar entspricht.

Nach JEUB wurden im Wirtschaftsjahr 1983/84 innerhalb der EG etwa 3,75 Mio t Stärke produziert, davon entfallen auf

- | | |
|-------------------|-----------|
| — Maisstärke | ca. 72 % |
| — Kartoffelstärke | ca. 18 % |
| — Weizenstärke | ca. 10 %. |

Während noch vor 10 Jahren fast ausschließlich importierter US- Mais als Rohstofflieferant diente, hat der EG-Anteil bei der Stärkeherzeugung aus Mais heute bereits 70 % erreicht.

Der Weizen als weiterer Rohstofflieferant besitzt zwar z.B. in der Bundesrepublik Deutschland einen etwa 24 %igen Anteil an der Gesamterntefläche, kann allerdings EG-weit nur etwa 10 % zur Gesamtstärkeproduktion beitragen, da sein Einsatz als Rohstoff für die Stärkeproduktion entscheidend von den Rahmenbedingungen auf dem Getreidemarkt in der EG beeinflusst wird.

Die Markerbse ist schon seit längerer Zeit in Kanada erhältlich und wird seit kurzer Zeit in Dänemark angebaut.

¹¹⁾ JEUB, G.J. (1987): Marktchancen pflanzlicher Industrie- rohstoffe. Europäische Hochschulschriften, Reihe V, Bd. 845, S. 79 ff. BUND, LÄNDER (1989): Bericht des Bundes und der Länder über nachwachsende Rohstoffe 1989, S. 121 f.

Züchterisch werden sämtliche Rohstofflieferanten momentan bearbeitet, wobei neben dem Stärkegehalt (Stärkeertrag/ha) auch einzelne Qualitätsparameter der Stärke, wie z.B.

- das Verhältnis von Amylose/Amylopectin,
 - die Molekulargewichtsverteilung,
 - die Korngrößenverteilung und
 - der Lipid-Gehalt der Getreidestärken
- eine Rolle spielen.

Bei der Stärkekartoffel stehen mehrere Zuchtziele im Vordergrund, die mit

- Erhöhung der genetischen Variabilität,
- Nutzung von Heterosiseffekten durch Kreuzung mit angepaßten Primitivformen,
- Verlängerung der Vegetationsperiode und
- Schaffung eines veränderten Pflanzentyps mit einem reduzierten Blattapparat

beschrieben werden können. Folglich wäre bei gleichbleibender Steigerungsrate bis zum Jahr 2000 mit Knollenerträgen von mehr als 500 dt/ha zu rechnen¹²⁾.

Die Zuchtziele beim Mais können kurz mit

- Anpassung an hiesige klimatische Bedingungen und
- Schaffung von Resistenzen gegenüber Schaderegern (z.B. Pilze, Insekten)

beschrieben werden.

Bei Weizen lassen sich die Zuchtziele mit

- Verbesserung der Ertragsleistung,
- Erhöhung der Ertragssicherheit und
- Verbesserung der Verarbeitungs- und Verwertungseigenschaften definieren.

Bei der Markerbse sind die Zuchtziele im wesentlichen auf die Steigerung

- des Körnerertrages und
- des Stärkegehaltes

konzentriert. Dies versucht man durch Kreuzung von hochamylosehaltigen Markerbsen mit samenertragreichen Körnererbsen zu erreichen. Darüber hinaus muß die Standfestigkeit der einzelnen Erbsensorten erhöht werden. Diese züchterische Bearbeitung könnte den Korntrag von heute üblichen 30 dt/ha im Jahr 2000 auf ca. 60 dt/ha steigern¹³⁾.

2.2.2.2 Gewinnung des Inhaltsstoffes

In den Rohstoff liefernden Körnern bzw. Knollen der einzelnen Pflanzenarten ist die Stärke in unter-

schiedlichen Konzentrationen enthalten, so daß zur Produktion von 1 t Stärke folgende unterschiedlichen Rohstoffmengen erforderlich sind (Tabelle 2-1).

Tabelle 2-1

Stärke- und Amylosegehalt verschiedener Pflanzenarten sowie Rohstoffmengen, die zur Produktion von 1 t Stärke benötigt werden

Pflanzenart	Stärkegehalt (%)	Amylose in der Stärke (%)	Rohstoffmenge (t)
Kartoffel	12–22	Ø 22	5,0
Mais	58–62	Ø 24	1,6
Weizen	52–58	Ø 21	2,2
Markerbse* *Typ High Amylo	30–55	– 80	4,0

Da des weiteren in den einzelnen Pflanzenarten unterschiedliche Mengen anderer Komponenten, wie Proteine, Salze, Fette und Wasser vorkommen, werden heute zur Gewinnung des Inhaltsstoffes verschiedenste Anlagetechniken eingesetzt (siehe Abbildung 2-4, Verfahrensschema zur Stärkegewinnung aus Weizen). Allen Gewinnungsprozessen gemeinsam sind wohl durchdachte Materialkreisläufe, in denen große Wassermengen zum Einsatz kommen, die wiederum hohe Verdampfer- und Trocknerleistungen erfordern.

Die Anlagenkapazitäten werden häufig durch Kombination verschiedener Isolierungsprozesse besser ausgenutzt, da dies einen ganzjährig durchgehenden Betrieb, infolge der Rohstoffunabhängigkeit, bietet.

Die Ökonomie der Stärkegewinnung wird entscheidend von der Verwertung der Co-Produkte beeinflusst. So werden bei der Kartoffelverarbeitung „Pülpe“ und „Proteine“ als Futtermittel verwendet. Der Vitalkleber aus der Weizenverarbeitung fließt in die Nahrungsmittelindustrie. Bei der Maisverarbeitung gelangen die Co-Produkte „Keim-Öl“ und „Kleber“ in die Nahrungsmittelindustrie, während das „M-Quellwasser“ zur späteren Fermentation und „Mischfutterkomponenten“ zur Futtermittelnutzung herangezogen werden.

2.2.2.3 Konversion

Die Konversion von Stärke wird über

- mechanische,
- thermische,
- chemische und
- biotechnische

Prozesse durchgeführt, die z.T. auch miteinander kombiniert sind.

Alle Verfahren haben folgende Zielsetzungen:

- Erhalt oder Zerstörung der Stärkekörner,
- Erhalt oder Abbau der Stärkemoleküle.

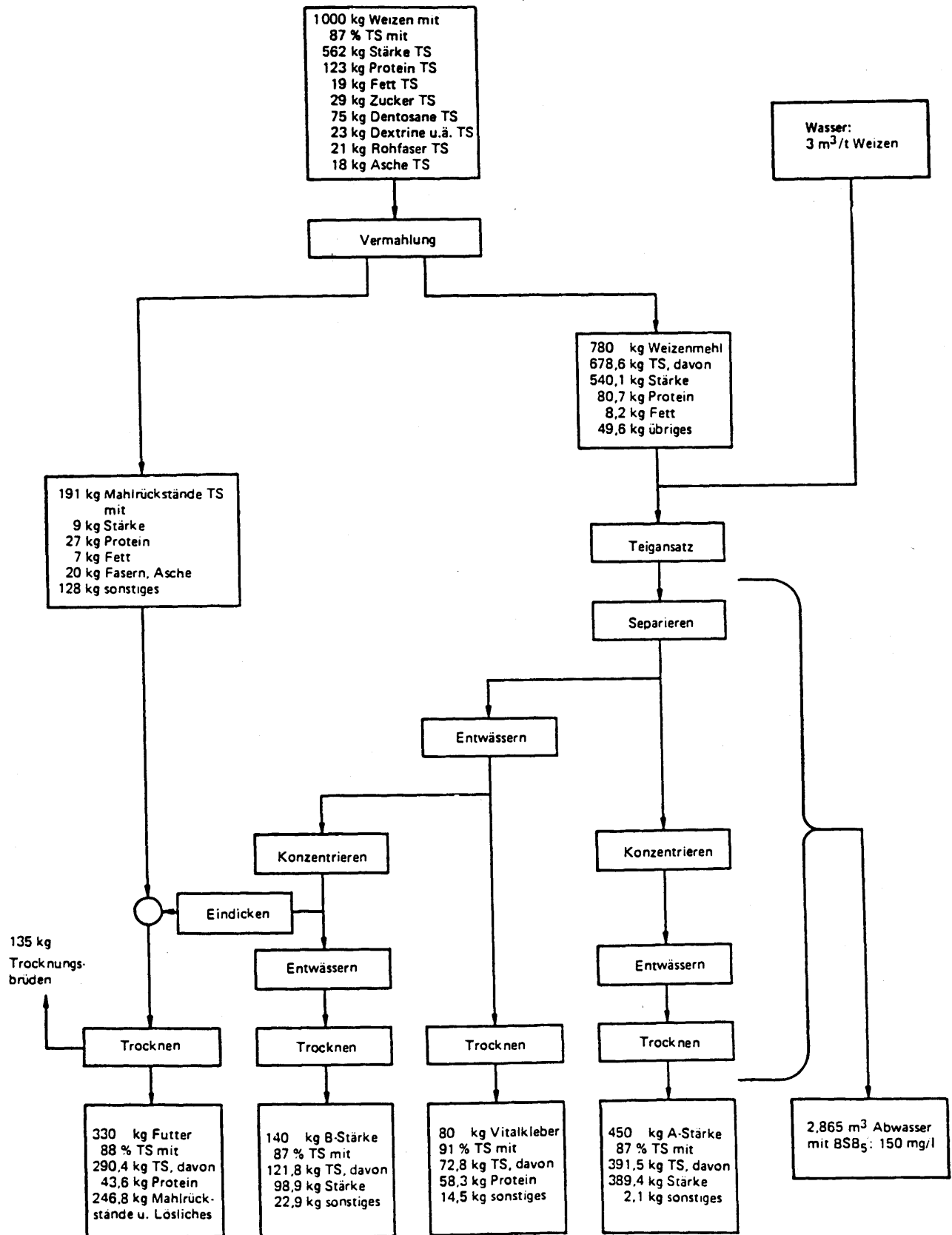
Die Konversion dient der Herstellung von Stärkefolgeprodukten, die in verschiedenen Industrieberei-

¹²⁾ BUNDESREGIERUNG (1986): Antwort der Bundesregierung auf die Große Anfrage der Fraktion der CDU/CSU und der Fraktion der FDP zu nachwachsenden Rohstoffen, BT-Drucksache 10/5558, S. 26.

¹³⁾ BUNDESREGIERUNG (1986): a.a.O., S. 28 f.

Abbildung 2-4

Verfahrensschema der Stärkegewinnung aus Weizen



Quelle: MEINHOLD, K. et al. (1987): a. a. O., S. 305.

chen bzw. Industrieprodukten Eingang finden. Hierbei werden die Fähigkeiten der Stärke

- zu verdicken
- zu binden
- zu kleben und
- Filme zu bilden

in den Herstellungsprozessen der Verwender genutzt.

Durch Anwendung der o.a. Konversionsprozesse werden diese „funktionellen“ Eigenschaften so modifiziert, daß sie in den Verarbeitungsprozessen unterschiedlichster Industriezweige möglichst voll zur Geltung kommen.

Die folgenden charakteristischen Eigenschaften der Stärke, die mit

- guter biologischer Abbaubarkeit auch in derivatisierter Form sowie
- rückstands- und emissionsfreier Verbrennung

beschrieben werden können, lassen den Einsatz und die Bedeutung der Stärke als Industrie-Rohstoff zunehmend ansteigen.

2.2.2.4 Anwendungsbereiche

Der Verbrauch an Stärke und Stärkefolgeprodukten durch verschiedene Industriezweige lag 1986/87 in der EG bei 1,9 Mio t. Davon setzte die Papierindustrie 1,1 Mio t, die chemische Industrie 0,4 Mio t und diverse andere Industrien ebenfalls 0,4 Mio t ein.

In den verschiedenen Industrieprodukten kommen unterschiedlich hohe Stärkegehalte (Tabelle 2-2) vor.

Tabelle 2-2

Stärkegehalte in Industrieprodukten

Industrieprodukt	Stärkegehalt
Pack-Papiere	3 – 5 %
Graphische Papiere	1,5– 2,5 %
Wellpappe	10 – 14 g/m ²
Laminierte Papiere	12 – 25 g/m ²
Gips-Kartonplatten	5 – 7 %
Mineral-Faserplatten	3 – 6 %
Granulierte Kohlen	2 – 5 %

Der Gehalt an Stärkefolgeprodukten liegt demgegenüber in einigen Industrieprodukten (Tabelle 2-3) wesentlich höher.

Tabelle 2-3

Gehalt an Stärkefolgeprodukten in Industrieprodukten

Industrieprodukt	Gehalt an Stärkefolgeprodukt
Wasch-Rohstoffe	30–50 %
Wäsche-Steifen	15–25 %
Polyurethanschäume	8–12 %
Zahnpasten	6–70 %

Stärke dient aufgrund ihrer molekularen Struktur als Ausgangsmaterial für die Herstellung von Oligo-, Di- und Monosacchariden in Gemischen unterschiedlicher Zusammensetzung oder auch in reiner Form. Damit kann Stärke über

- biotechnische Synthesen zur Herstellung von z.B. Antibiotika, organischen Säuren, Alkoholen etc,
- chemische Synthesen zur Herstellung von pharmazeutischen Produkten, Kosmetika, Waschrohstoffen oder Kunststoffen

genutzt werden. Eine wichtige Rolle besitzt bereits heute der Sorbit (kristallisierter, 6-wertiger Alkohol), der aus Stärke bzw. der D-Glucose gewonnen wird. Er wird vorwiegend im technischen Bereich z.B. zur Synthese von Vitamin C oder zur Herstellung von Polyurethanschäumen (PU-Schäume) verwendet.

2.2.2.5 Entwicklungsmöglichkeiten

Eine deutliche Verbesserung der industriellen Nutzung von Stärke kann auf verschiedenen Wegen erfolgen

- durch Erhöhung des speziellen Stärkeinsatzes bei der Herstellung technischer Produkte und
- durch Erschließung neuer Absatzmöglichkeiten durch Entwicklung neuer Produkte bzw. Produktqualitäten.

Die Erweiterung des Stärkeinsatzes kann erschlossen werden durch

- Einbeziehung der Stärke in Werkstoffe und
- Herstellung von Werkstoffen aus Stärke auf biotechnologischem oder chemischem Weg.

Gleichzeitig können aber auch wichtige Qualitätseigenschaften, z.B. von Kunststoffen, über

- eine verbesserte biologische Abbaubarkeit,
- eine verringerte Entflammbarkeit,
- eine verbesserte Isoliereignung und
- eine Verminderung des Einsatzes von schädlichen Stoffen (z.B. Formaldehyd)

positiv beeinflusst werden¹⁴⁾.

Die bereits in Kap. 2.2.2.3 beschriebenen „funktionellen“ Eigenschaften der Stärke eröffnen ihr zukünftig die Möglichkeit in der technischen Industrie als Beimisch-Partner zu verschiedenen Kunststoffen zu fungieren. Bei einem mittleren Anteil von ca. 15 % (Trockensubstanzbasis) würde sich im Kunststoffbereich ein zusätzliches Marktpotential von ca. 1,3 Mio t Stärke etwa Mitte der 90er Jahre ableiten¹⁵⁾.

Eine weitere Absatzmöglichkeit bestünde in der Waschmittelproduktion, wo die Verwendung von Stärkederivaten als Bestandteile von waschaktiven Substanzen zu einer verbesserten Umweltverträglichkeit führen könnte. Die Absatzmenge wird hierzu langfristig auf ca. 150 000 t Stärke geschätzt¹⁶⁾.

¹⁴⁾ JEUB, G.J. (1987): a.a.O., S. 3 ff.

¹⁵⁾ a.a.O., S. 3 ff.

¹⁶⁾ a.a.O., S. 3 ff.

Weitere Absatzmöglichkeiten für Stärke könnten langfristig als Komponenten von

- umweltfreundlichen, wasserhaltigen Farb- und Lacksystemen und
- Agrochemikalien mit Bindung von Pflanzenbehandlungsmitteln an modifizierte Stärkeprodukte

ergeben.

2.2.3 Produktlinie Öle und Fette

2.2.3.1 Anbau und Züchtung

In der Europäischen Gemeinschaft werden derzeit zur Ölproduktion vor allem Raps und Sonnenblumen angebaut. Da dieser Anbau im wesentlichen jedoch für die spätere Erzeugung von Nahrungsmitteln (Speiseöle) durchgeführt wird, muß zur Erschließung des chemischen Verwendungsbereiches, infolge eines anderen Anforderungsprofils an die gelieferten Rohstoffe, eine gezielte züchterische Bearbeitung erfolgen. Bei dieser Bearbeitung stehen mehrere, je nach Pflanzenart unterschiedliche Zuchtziele im Vordergrund, die mit

- Anpassung an hiesige Standortbedingungen,
- Veränderungen des Fettsäuremusters,
- Erhöhung einzelner Fettsäuregehalte in verschiedenen Pflanzenarten,
- Erhöhung der Krankheitsresistenz bei einzelnen Pflanzen und
- Erhöhung des Ölertrages pro Flächeneinheit

beschrieben werden können.

Neben den bereits erwähnten Öl-liefernden Pflanzen stehen mit z.B. Öllein, Leindotter, Sojabohne, Mohn, Gelbsenf, Braunem Senf, Ölmadie und Crambe weitere „Ölpflanzen“ als potentielle Alternativen der Rohstoffproduktion zur Verfügung.

Der Anbau von Mohn ist nach dem Betäubungsmittelrecht verboten. Zur Zeit wird allerdings eine

züchterische Bearbeitung des Mohns auf Morphinfreiheit vorgenommen¹⁷⁾.

Die sinnvolle Eingliederung von Ölpflanzen in die bisherige Fruchtfolge (z.B. Winterraps nach Getreide) kann zusätzlich zu einer verbesserten Ausnutzung von Bodennährstoffen (z.B. unverbrauchte Stickstoffreste der Vorfrucht) führen. Allerdings sind die Ölpflanzen Saflor, Sojabohne und Sonnenblume noch nicht an hiesige Temperaturbedingungen angepaßt und deshalb momentan nur in den südlichen Regionen der Europäischen Gemeinschaft zu finden. Für Crambe liegen noch zu wenige Erfahrungen vor, um genaue Aussagen bezüglich ihrer Anbauwürdigkeit machen zu können. Darüberhinaus stellen die einzelnen Pflanzenarten an die gesamte Anbautechnologie sehr unterschiedliche Forderungen und verlangen z.T. spezielle Maßnahmen im Hinblick auf Aussaat, Pflege und Ernte.

Die chemische Industrie stellt an die Inhaltsstoffe der Ölpflanzen spezielle Forderungen, die den Gehalt an einer Fettsäure und die Struktur des Fettsäuremusters betreffen. Deshalb ist die chemische Industrie auf Importe angewiesen, da diese Anforderungen nicht durch die inländische Produktion abgedeckt werden.

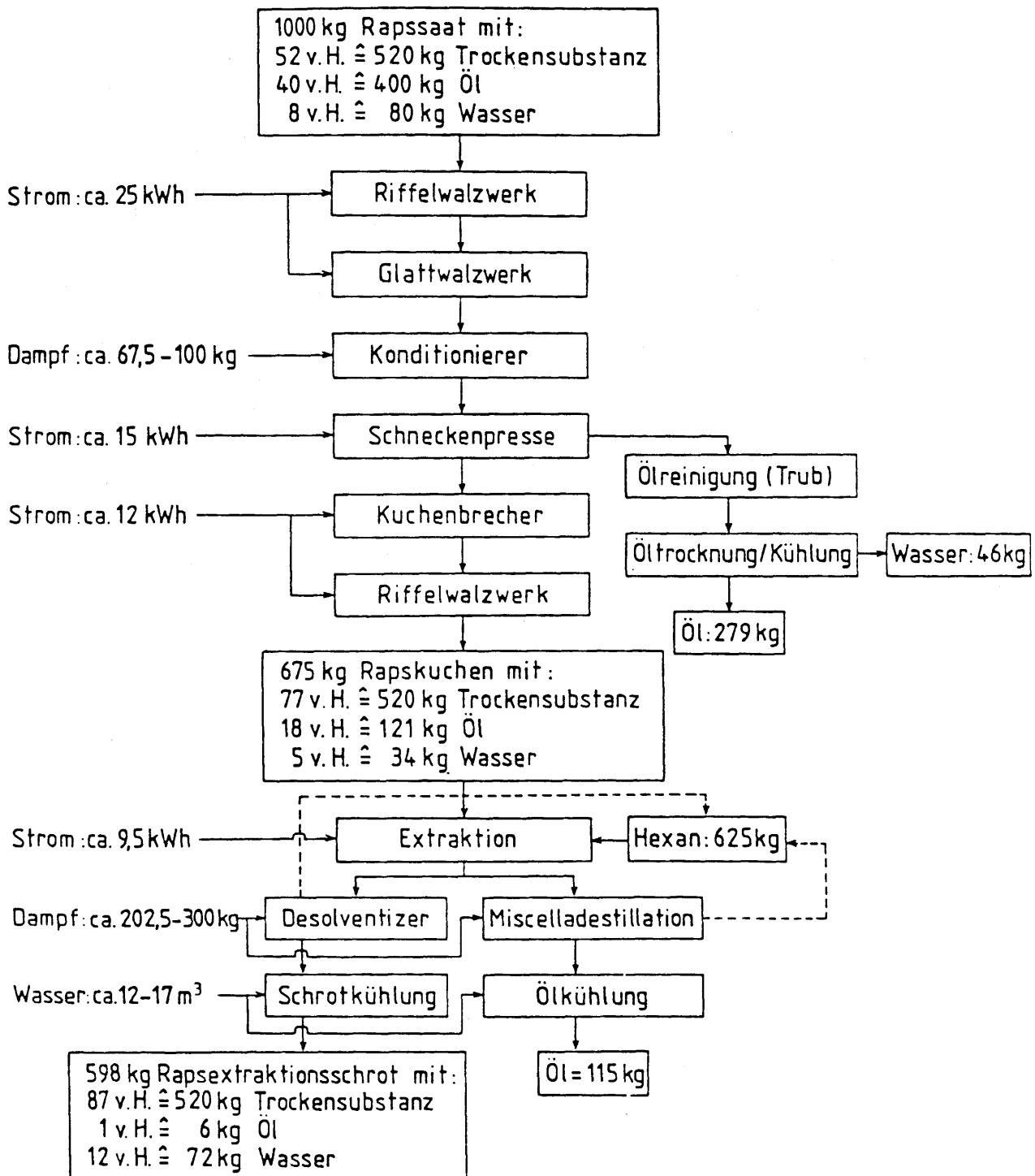
2.2.3.2 Gewinnung des Inhaltsstoffes

Die Isolierung des Inhaltsstoffes erfolgt bei Weichsaaten (z.B. Raps) mit Hilfe einer 2-Stufen-Ölgewinnung. Bei diesem Verfahren wird zunächst die Rapsaat gebrochen und einem mechanischen Preßvorgang ausgesetzt. Hiermit werden mit heute üblichen Verfahren bereits bis zu etwa 50 % des Ölwertes (Ölgehaltes) herausgelöst. Der anfallende Rapsölextraktionsschrot (Ölkuchen), der noch bis zu 18 % Öl enthält, wird einer 2. Ölgewinnungsstufe unter Verwendung eines Lösungsmittels (Hexan) ausgesetzt. Dieses Hexan-Wasser-Ölgemisch wird anschließend destilliert, um das Lösungsmittel herauszulösen und das Wasser zu entfernen (Abbildung 2-5). Das so gewonnene Preß- und Extraktionsöl wird zusammengeführt und von der Ölmühlenindustrie angeboten.

Neuartige Verfahren extrahieren mit einer einmaligen Kaltpressphase bereits 90 bis 92 % des Öles. Das im Extraktionsschrot verbleibende Öl wird jedoch keinem weiteren Ölgewinnungsverfahren unterzogen.

¹⁷⁾ ROEBBELEN, G. (1990): Kommentargutachten (Kommissions-Drs. 11/79) zum Berichtsentwurf (Arbeitspapier 11/55 der Arbeitsgruppe „Landwirtschaft“), S. 5.

Verfahrensschema der Ölsaatenverarbeitung



2.2.3.3 Konversion

Die Weiterverarbeitung der natürlichen Öle und Fette erfolgt in der sogenannten „Fettchemie“, die diese Fettrohstoffe in ihre beiden Komponenten Fettsäure und Glycerin zerlegt (Abbildung 2-6). Hierbei werden die Fettrohstoffe in einer ersten Reaktion durch Hydrolyse mit Wasserdampf oder durch Umesterung mit Methanol in die Basischemikalien Glycerin und Fettsäure bzw. Fettsäuremethylester gespalten. In einer Folgereaktion werden durch Wasserstoffanlagerungen Fettalkohole der Kettenlänge C_8 – C_{22} synthetisiert. Bei den Fettsäuren unterscheidet man

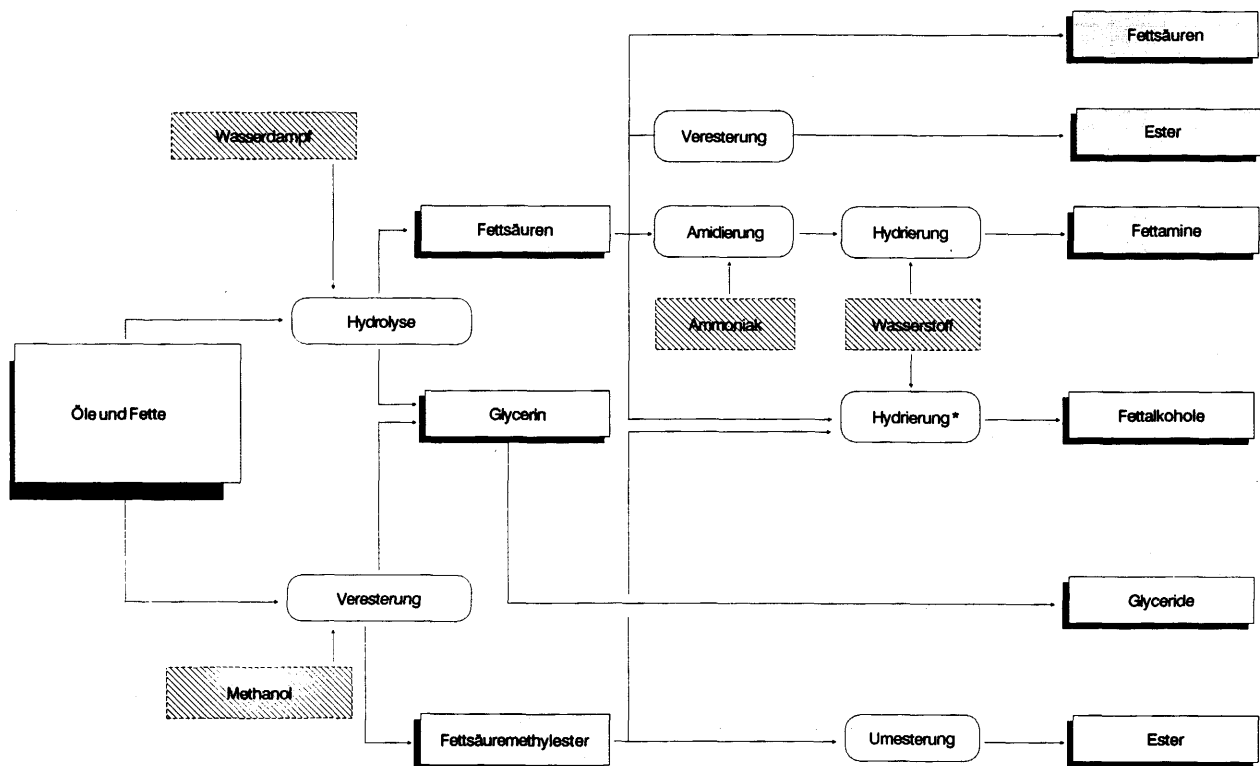
- die kurzkettigen Fettsäuren (Kettenlänge C_8 – C_{10}),
- die Fettsäuren mit hohen Gehalten an gesättigten langkettigen Fettsäuren (Kettenlänge C_{16} – C_{18}) z.B. vom Handelstyp Talg-Fettsäure,
- die laurischen Fettsäuren mit hohen Gehalten an mittelkettigen Fettsäuren (Kettenlänge C_{12} – C_{14}) z.B. vom Handelstyp Kokosöl-Fettsäure,
- die ungesättigten Fettsäuren (Kettenlänge C_{18} und länger) z.B. vom Handelstyp Sojabohnenöl-Fettsäure und
- die besonders langkettigen Fettsäuren (Kettenlänge C_{20} – C_{22}) vom Handelstyp Erucasäure-Fettsäure¹⁸⁾.

- Die Fettamine werden durch Reaktion der Fettsäure mit Ammoniak über 2 Zwischenstufen durch Wasserstoffanlagerung synthetisiert.

¹⁸⁾ JEUB, G. J. (1987): a. a. O., S. 118 ff.

Abbildung 2-6

Konversion von Ölen und Fetten in Grundstoffe der Fettchemie



*.: Die meisten Fettalkohole werden via Fettsäuremethylester hergestellt.

2.2.3.4 Anwendungsbereiche

Die in 2.2.3.3 beschriebenen Basischemikalien Fettsäure, Glycerin, Fettsäuremethylester, Fettalkohol und Fettamin kommen in vielen Anwendungsbereichen zum Einsatz. Hierzu gibt die folgende Zusammenstellung einen Einblick.

Abbildung 2-7

Anwendungsbeispiele verschiedener Basischemikalien aus Ölen und Fetten

Ausgangsprodukt	Einsatzbeispiele
Fettsäuren, - derivate	- Kunststoffe - Wasch-, Reinigungsmittel - Metallseifen - Kosmetika - Farben - Kautschuk - Schmiermittel - Textil-, Leder-, Papierindustrie - Brennstoff (Dieselersatz)
Fettsäuremethylester	- Kosmetika - Wasch-, Reinigungsmittel - Brennstoff (Dieselersatz)
Glycerin und - derivate	- Kosmetika - Zahnpasta - Pharmaka - Nahrungsmittel - Lacke - Kunststoffe - Kunstharze - Tabak - Sprengstoff - Zelluloseverarbeitung
Fettalkohole, - derivate	- Wasch-, Reinigungsmittel - Kosmetika - Mineralöladditive - Textil-, Leder-, Papierindustrie
Fettamine, - derivate	- Weichspüler - Biozide - Mineralöladditive - Textil-, Faserindustrie - Bergbau - Straßenbau

2.2.3.5 Entwicklungsmöglichkeiten

Die heute angebauten Ölpflanzen zielen auf die Verwendung in der Ernährung ab. Physiologische (Gesundheit, Geschmack, Freiheit von schädlichen Begleitstoffen etc.) oder physikalische (Konsistenz, Schmelzverhalten etc.) Kriterien stehen hierbei im Vordergrund.

Für die chemische Verwendung der Fette und Öle gelten andere Kriterien (Kettenlänge und Zusammensetzung der Fettsäuren, funktionelle Gruppen usw.). Die heute in Europa angebauten Ölpflanzen sind, weil sie nur bereits im Überfluß Vorhandenes liefern, als niedrigwertig für die Chemie zu bezeich-

nen. Höherwertiges wird importiert bzw. bereits im überseeischen Erzeugerland zu Fettchemikalien verarbeitet.

Es bedarf daher der engen Zusammenarbeit zwischen Pflanzenzucht und chemischer Industrie, um Ölpflanzen zu schaffen, die auf die Belange der chemischen Industrie zugeschnitten sind. Züchtungsziele sind:

- höherer Anteil von interessanten Inhaltsstoffen in bestehenden Agrarpflanzen (z.B. höherer Erucasäuregehalt in Raps, hochölsäurehaltige Sonnenblume);
- Pflanzen, deren Inhaltsstoffe Importöle ersetzen (z.B. Cuphea-anbau in Südeuropa zum Ersatz von Kokosöl; angepaßte Sorten, um Importe von Sojaöl und Rizinusöl zu ersetzen);
- Züchtung von Pflanzen mit neuen Inhaltsstoffen (z.B. Koriander, der Petroselinensäure liefert; neue Pflanzen mit ungewöhnlichem Fettsäuremuster).

Projekte dieser Art laufen bereits, werden von Bund und EG gefördert und lassen mittelfristig interessante Ergebnisse sowie neue Anwendungen erwarten. Die chemische Industrie signalisiert Interesse an Kooperation und Abnahme.

Ein Beispiel, das die Konzeption „Industrieöle“ charakterisieren soll:

In der Industrie wird häufig Ölsäure gebraucht. Dies ist eine Säure mit 18 C-Atomen und einer Doppelbindung. Diese Doppelbindung macht sie den petrochemisch gewonnenen Olefinen, die eine bedeutende Rolle in der Erdölchemie spielen, ähnlich. Man kann mit der Ölsäure eine ganze Reihe analoger Reaktionen durchführen, die zu interessanten, z.T. von der Petrochemie abweichenden, neuen Produkten führen. Die Ölsäure gewinnt man heute aus Rindertalg, der billig ist, aber nur 50 % Ölsäure enthält. Nach der Spaltung des Talges führt man eine Anreicherung der Ölsäure auf einen Maximalgehalt von 70 % durch. Dieser Anreicherungsschritt könnte entfallen, wenn man ein preisgünstiges Öl hätte, das bereits 70 % Ölsäure enthält und schon bei der Spaltung eine Ölsäure dieser Konzentration ergibt.

In der Natur gibt es zwei Quellen, die im Hinblick auf die Ölsäurekonzentration vielversprechend sind:

- Aus russischen Sonnenblumentypen wurden in den letzten Jahren Sorten entwickelt, die sogar bis zu 90 % Ölsäure enthalten. Vor allem im Mittelwesten der USA, aber auch in Europa, ist der Anbau angelaufen.
- Eine andere Quelle für hochprozentige Ölsäure ist eine Wolfsmilchart, Euphorbia Lathyris. Auch sie enthält ca. 85 % Ölsäure. Sie wird in Deutschland versuchsweise angebaut.

Ob die eine oder die andere Quelle zum Zuge kommt, ist noch nicht zu beurteilen. Der hochprozentige Ölsäuregehalt bietet grundsätzlich zwei Vorteile:

- Die chemische Industrie erhält einen Rohstoff, der anstatt 70 % etwa 85 bis 90 % Ölsäure enthält.

Der erwähnte, zusätzliche Verfahrensschritt der Anreicherung könnte entfallen und den landwirtschaftlichen Erzeugern gutgeschrieben werden.

- Für die chemische Industrie ist nicht nur der höhere Prozentgehalt an der Ölsäure ausschlaggebend, sondern auch die Tatsache, daß bei einer Weiterverarbeitung weniger Nebenprodukte entstehen und somit die Aufarbeitungskosten gesenkt werden können.

Ein anderes Beispiel ist der inzwischen angelaufene Wiederaufbau von erucasäurehaltigem Raps in Deutschland. BML, Bauernverband, Ölmühlen und chemische Abnehmer haben dabei zusammengearbeitet.

2.2.4 Produktlinie Zellulose

2.2.4.1 Vorkommen

Die Natur erzeugt Zellulose fast ausschließlich als Bestandteile pflanzlicher Zellwände. Ziemlich rein kommt sie vor in Samenhaaren (Baumwolle), Stengeln und Blättern (Flachs, Hanf, Ramie).

In Laub- und Nadelhölzern sowie in Stroh findet man sie in Verbindung mit Lignin und Hemizellulosen.

In subtropischen Gebieten wachsen mit Hibiscus (Kenaf, Ocra, Roselle) und Urena-Arten weitere Zellulose liefernde Pflanzen, die beide zur Familie der Malvaceae angehören.

Neben diesen bereits beschriebenen Rohstoffquellen zur Zellulosegewinnung gibt es weitere zusätzliche Rohstoffpotentiale, die sich in

- Holz schnellwachsender Baumarten,
- Wald-Restholz,
- Altholz,
- Altpapier und
- Stroh

untergliedern.

Derzeit wird die Möglichkeit, mit schnellwachsenden Baumarten Biomasse zu erzeugen, in vielen Ländern mit unterschiedlicher Intensität erforscht. Hierbei können diese Baumarten als Kurzumtriebsplantagen (Umtriebszeit zwei bis zehn Jahre) oder als Baumplantagen (Umtriebszeit zehn bis vierzig Jahre) bewirtschaftet werden.

Das Einsatzvolumen von Waldrestholz und Altholz wird wesentlich von den Kosten ihrer Bereitstellung und den Preisen der konkurrierenden Holzstoffe beeinflusst und soll hier nicht näher behandelt werden.

Das Aufkommen an Altpapier ist in den letzten Jahren ständig gestiegen, auf fast 4,3 Mio t im Jahre 1988¹⁹⁾, was einen entsprechenden Altpapiereinsatz in der Papierindustrie zur Folge hatte.

¹⁹⁾ BUNDESREGIERUNG (1990 b): Der Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Umwelt '90, Band Abfallvermeidung, Abfallentsorgung. Bonn 1990, S. 30.

Das Strohaufkommen kann z.B. für die Bundesrepublik Deutschland über die Getreideanbaufläche und das Korn-Stroh-Verhältnis errechnet werden. Mit steigender Getreideanbaufläche hat sich der Stroh-anfall im Laufe der letzten drei Jahrzehnte beinahe verdoppelt.

Das Strohaufkommen der Bundesrepublik Deutschland wird für die Jahre 1978 bis 1980 mit durchschnittlich 30 Mio t pro Jahr angegeben²⁰⁾. Hierbei muß allerdings beachtet werden, daß das Stroh verschiedensten Verwendungszwecken (z.B. Einstreu, Futtermittel, Strohdüngung) zugeführt wird. Auch der Strohverbrennung auf dem Feld kommt, regional verschieden, mit insgesamt 4 % im Gesamtbundesdurchschnitt eine Bedeutung zu.

Tabelle 2-4

Zusammenstellung verschiedener ligno-zellulosehaltiger Rohstoffe²¹⁾ in %

Stoff	Zellulose	Hemizellulose		Lignin
		Hexose	Pentose	
Nadelholz	40–48	12–15	7–10	26–31
Laubholz	30–43	2–5	17–25	20–25
Getreidestroh	38–40	2,5	17–21	6–21
Altpapier	50–70	–	6–15	15–25

2.2.4.2 Gewinnung des Inhaltsstoffes

Zellulose muß zur späteren Nutzung weitgehend von ihren Begleitstoffen getrennt werden. Hierzu wendet man Aufschlußverfahren an, die sich ihrerseits wiederum in

- mechanische und
- chemische

Verfahren untergliedern lassen.

Das mechanische Aufschlußverfahren wird bei Baumwolle angewandt, die mit über 90 % über einen sehr hohen Zelluloseanteil verfügt. Hierbei wird das Erntegut zunächst in lange Fasern (Lints) und in kurze Fasern (Linters) aufgetrennt. Im nächsten Prozeß erfolgt schließlich eine Reinigung entsprechend dem angestrebten Verwendungszweck.

Bei den Hölzern müssen chemische Holzaufschlußprozesse angewendet werden, um die Zellulose aus ihrem Verbund mit Lignin herauszulösen.

Hierbei handelt es sich um zwei Aufschlußverfahren,

- den Sulfataufschluß und
- den Sulfitaufschluß,

die beide weltweit angewendet werden. Beide Prozesse sind ökologisch bedenklich. Da der Sulfitaufschluß geringfügig unbedenklicher ist, wird in der Bundesrepublik Deutschland einzig das Sulfitauf-

²⁰⁾ STATISTISCHES BUNDESAMT (1980): Fachserie 3, Reihe 3, Wiesbaden.

²¹⁾ SCHLIEPHACKE, D. et al. (1986): Nachwachsende Rohstoffe. Hrsg. Verbindungsstelle Landwirtschaft-Industrie e.V., Essen, S. 48.

schlußverfahren angewendet, welches Rohzellulose mit einer Reinheit von 85 - 95 % liefert. Diese Rohzellulose wird im Handel als „Zellstoff“ bezeichnet. Für jede Tonne produzierten Zellstoffs müssen

ca. 2,3 t Holz

aufgeschlossen werden, die als „Nebenprodukte“

ca. 0,65 t Polyosen (Hemizellulosen) und

ca. 0,60 t Lignin

liefern.

Dem Stroh kommt als Rohstoff für die Zellstoffindustrie nur eine geringe Bedeutung zu. Als Gründe hierfür sind die Kosten (Aufbringungs- und Transportkosten), die zu geringe Verfügbarkeit in einem transportgünstigen Umkreis zur verarbeitenden Fabrik, die saisonale Verfügbarkeit sowie die breiten Qualitätsschwankungen anzusehen²²⁾.

2.2.4.3 Struktur und Eigenschaften

Zellulose ist ein linear (kettenförmig) aufgebautes Polysaccharid aus Glucose (Traubenzucker). Entscheidend für die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Zellulose ist die Überstruktur, zu der sich die Makromoleküle der Zellulose mit streng geordneten d.h. kristallinen Bereichen zwischen den Ketten anordnen. Die hierfür verantwortlichen Bindungskräfte kommen durch die Bildung von Wasserstoff-Brückenbindungen zustande, die sowohl innerhalb der als auch zwischen den Molekülen wirksam werden.

Je stärker diese Bindungen ausgeprägt sind, ein Maß hierfür ist die sogenannte „Kristallinität“, desto geringer ist grundsätzlich die Angriffsgeschwindigkeit beim chemischen Abbau von Zellulose und bei sonstigen Reaktionen. Die unterschiedlich hohen Kristallinitäten verschiedener Zellulosen verdeutlicht folgende Tabelle.

Tabelle 2-5

Kristallinität verschiedener Zellulosen²³⁾

Zellulose	Kristallinität
Viskosefasern	ca. 45–74 %
Baumwoll-Linters	ca. 71 %
Gebleichter Sulfat-Zellstoff (Tanne)	ca. 68 %
Gebleichter Sulfat-Zellstoff (Birke)	ca. 67 %
Gebleichter Sulfat-Zellstoff (Bambus)	ca. 59 %

Bei chemischen Reaktionen werden die zwischen den Ketten wirkenden Kräfte gestört, so daß die einzelnen Moleküle wasserlöslich werden.

²²⁾ OLLMANN, H. und P. OTZEN (1986): Rohstoffpotentialien von Lignozellulose. In: Schliephake, D. et al. (1986), Nachwachsende Rohstoffe, Hrsg.: Verbindungsstelle Landwirtschaft-Industrie e.V., Essen, S. 52 ff.

²³⁾ ALBRECHT, W. und K. SZABLIKOWSKI (1986): Die Einzelkomponenten der Lignozellulose. In: Schliephake, D. et al. (1986), Nachwachsende Rohstoffe, Hrsg.: Verbindungsstelle Landwirtschaft-Industrie e.V., Essen, S. 122 ff.

2.2.4.4 Konversion

Grundsätzlich läßt sich die Konversion von Zellulose in

— physikalische und

— chemische

Verfahren unterscheiden.

Bei den physikalischen Konversionsverfahren nutzt man, nach einem mechanischen Zerkleinerungsprozeß (Schleifen, Mahlen), die Fähigkeit der Zellulosefasern, sich umzuordnen und zu verfilzen, so daß unter Temperatureinwirkung sowie Wasser- und/oder Säurezusatz z.B. Papier, Pergamentpapier oder Vulkankanfiber entstehen.

Im Textilsektor führt ein Verspinnen der Baumwollfasern z.B. zu neuen Faserstrukturen.

Die chemischen Konversionsverfahren haben zum einen das Ziel, über einen Lösungszustand der Zellulose und durch anschließendes formendes Ausfällen zu einer neuen Form der Zellulose (Regeneratzellulose) zu kommen. Zum anderen sollen Zellulosederivate hergestellt werden, die völlig neue Eigenschaften (z.B. Zellulose-Ether, -Ester) aufweisen.

Regeneratzellulosefäden bzw. -fasern sind als Kupferseide bekannt. Aus Viskose, einer ebenfalls löslich gemachten Zellulose, werden sowohl Fasern (Textilfasern) als auch Folien (Zellglas, Cellophan) gewonnen.

2.2.4.5 Anwendungsbereiche

Zellulosederivate können infolge ihrer vielfältigen Eigenschaften in verschiedensten Anwendungsbereichen bzw. Industrien eingesetzt werden:

- Bau-,
- Farben-,
- Tapeten-,
- Textil-,
- Kabel-,
- Papier-,
- Keramik-,
- Nahrungsmittel-,
- Leder-,
- Klebstoff- und
- pharmazeutische Industrie.

2.2.4.6 Entwicklungsmöglichkeiten

Der gesamte Prozeß der industriellen Isolierung und Konversion von Zellulose ist aus ökologischer Sicht als problematisch anzusehen, da zum einen große Abwassermengen entsorgt werden müssen und zum anderen der Umgang mit z.B. Schwefelkohlenstoff bei der Viskose-Herstellung umfangreiche Schutzmaßnahmen erfordert.

Hieraus ergeben sich Überlegungen, neue Verfahren für

- den Holzaufschluß,
- die Herstellung von Regeneratzellulose und
- die Herstellung von Zellosederivaten

zu erforschen und entwickeln.

In der Bundesrepublik Deutschland sind momentan drei neue Holzaufschlußverfahren in der Entwicklung oder werden bereits in Pilotanlagen getestet. Allen drei Verfahren ist gemeinsam, daß z.T. neue Zelluloseprodukte bzw. -folgeprodukte entstehen, die einen hohen Reinheitsgrad aufweisen. Desweiteren sind die bei ihnen eingesetzten Konversionsmittel gegenüber den ursprünglichen Verfahren als ökologisch unbedenklich zu bewerten.

Die Herstellung von neuartiger Regeneratzellulose ist momentan hinsichtlich der Ausfällbarkeit der Zellulose noch problematisch. Zusätzlich ist über die technische Verwendbarkeit dieser Regeneratzellulose noch nichts bekannt.

Auch bei der Herstellung der Zellosederivate sind die neuartigen Verfahren wenig praxisreif. Fast unerforscht sind biotechnologische Methoden zur Derivatisierung von Zellulose.

2.2.5 Produktlinie Fasern

2.2.5.1 Anbau und Züchtung

Unter den Standortbedingungen der Bundesrepublik Deutschland ist nur Flachs (Faserlein) für die Faserproduktion geeignet. Die Fasernessel ist praktisch unbedeutend und der Anbau von Hanf nach dem Betäubungsmittelrecht verboten. In der Bundesrepublik Deutschland ist der Flachs anbau 1986 mit rd. 100 ha erstmalig in regional begrenztem Umfang wiederaufgenommen worden. Die Anbaufläche betrug 1989 ca. 2 200 ha.²⁴⁾

Die prinzipiellen Probleme des Flachs anbaus bestehen in der Anpassung an moderne, mechanisierte, landwirtschaftliche Produktionsformen und in der Stabilität gegenüber den in der Bundesrepublik Deutschland herrschenden Klimaverhältnissen. Ebenfalls von Bedeutung ist, daß vergleichsweise geringe Unterschiede in Bodenstruktur, Sorte, Nährstoffversorgung sowie Standraum sich wesentlich auf die Faserausbeute und die Faserqualität auswirken und damit die Wirtschaftlichkeit des Flachs anbaus entscheidend beeinflussen können. Eine Einpassung in heute übliche Fruchtfolgen ist problemlos möglich. Auf Problemstandorten (z.B. mit Rübennematoden verseuchten Böden) gilt der Flachs als Gesundungsfrucht. Hinsichtlich der züchterischen Bearbeitung werden folgende Ziele angestrebt:

- Resistenz der Pflanzen gegen pilzliche Erreger,
- Verbesserung der Doppelnutzungseigenschaften für Faser- und Ölertrag und
- Verbesserung der Ertragsleistung.

²⁴⁾ BUND, LÄNDER (1989): a.a.O., S. 67 ff.

2.2.5.2 Gewinnung der Inhaltsstoffe

Die Verfahren der Fasergewinnung sind über Jahrzehnte im Prinzip unverändert geblieben. Nach der Ernte erfolgt zunächst eine bis zu 6-wöchige Röste (Tauröste), d.h. ein Faseraufschluß auf dem Feld. Dies ist mit erheblichem witterungsbedingtem Risiko verbunden. Anschließend erfolgt in einer Schwinganlage die Gewinnung der Faser, wo durch Schwingverfahren die Entholzung der Flachsstengel und die Herauslösung der Fasern erfolgt. Für die Flachsfasergewinnung wurden drei neue Schwinganlagen in der Bundesrepublik Deutschland errichtet und eine vierte ist noch im Bau. Dieses traditionelle Verfahren der Fasergewinnung ist allerdings aufgrund seiner ungleichmäßigen Faserqualitäten, seiner ökonomischen Effizienz und seinen Umweltwirkungen unbefriedigend.

Neue Aufschlußverfahren sind bereits relativ weit entwickelt und werden z.Z. unter Praxisbedingungen modellhaft erprobt. Dabei handelt es sich zum einen um das Tensidaufschlußverfahren zur Gewinnung vor allem von Langfasern und zum anderen um das Dampfdruckverfahren für cottonisierte (Kurz-)Fasern. Diese Verfahren verarbeiten ungerösteten (grünen) Flachs. Beide Verfahren sind als völlig neuartige Faseraufschlußverfahren zu bezeichnen.

2.2.5.3 Konversion

Alle Bestandteile der Flachspflanze sind verwertbar. Bei den Flachsfasern unterscheidet man Langfasern, Kurzfasern, Schwungwerg und Hechelwerg.

Langfasern werden vorwiegend für die Reinleinspinnerei verwendet, wo hochwertige Garne für Leinentextilien hergestellt werden. Die Verarbeitung von Kurzfasern für den Textilbereich erfolgt auf leistungsfähigen Baumwollspinnmaschinen. Dabei ist die gemischte Verarbeitung von kurzen Flachsfasern (cottonisiert), Baumwolle, Synthefasern oder Wolle von besonderer Bedeutung. Bei der Verarbeitung von Kurzfasern im technischen Bereich sind das Verhalten der Fasern bei Verbrennen, bei Nässe, bei Temperaturschwankungen, bei Zug-, Druck- oder Biegeverhalten, bei der Mineralisierung und bei der Bindungsintensität von besonderer Bedeutung. Das Werg stellt ein Nebenprodukt der Fasergewinnung dar. Auf die Nutzung der Leinsamen wird in der Produktlinie Öle und Fette eingegangen.

2.2.5.4 Anwendungsbereiche

Der traditionelle Verwendungsbereich der Leinfasern (Langfasern) ist der Textilsektor. Der derzeitige Marktanteil beträgt mit rd. 6 400 t Leingarn rd. 1 % an der gesamten deutschen Garnproduktion. Einschließlich importierter Gewebe und Garne wird der Verbrauch in der Bundesrepublik Deutschland auf insgesamt rd. 25 000 t Leingarn geschätzt. Es wird geschätzt, daß von dem verbrauchten Leingarn 40 % für Bekleidung, 25 % für Haushaltswäsche, 20 % für Heimtextilien und 15 % für technische Zwecke genutzt werden. Im letzten Bereich werden aus schlechteren Garnqualitäten Produkte für Industrie und Gewerbe (z.B. Postsäcke, Seile, Schuhgarn) her-

gestellt. Außerdem finden Leinfasern Verwendung in Textiltapeten. Das Werg wird u.a. als Polstermöbelfüllung genutzt. Neben den hauptsächlich im textilen Bereich verwendeten Fasern fallen als mengenmäßig wichtiges Nebenprodukt die Schäben (Holzteile) an, die bislang vor allem für Preßspanplatten und nach Aufschluß der Zellulose für Spezialpapiere (Zigarettenpapiere) verwendet werden.

Neue Nutzungsmöglichkeiten für Flachsfasern werden in folgenden Produkten des industriell-technischen Bereichs gesehen:

- Baustoffe: Faserzementplatten (Fasern als Armierungsmittel), Trockenmörtel für Maschinenputz, Bedachungsmaterial, Dämmstoffe, Fließestrich und Gips, feuerfeste Türen;
- Formpreßteile (z.B. Türverkleidungen für Kfz);
- Beläge;
- Papier (z.B. Mülltüten für organische Abfälle in Privathaushalten);
- Vliesstoffe, Filtermaterial;
- Bindegarne (Gärtnerreien, Landschaftsbau);
- Asphalt.

Das Interesse an den Flachsfasern erklärt sich in diesen Bereichen vor allem aus der notwendigen Suche nach Substituten für Asbestfasern und zunehmend für Synthefasern. Die Verwendung von Naturfasern erscheint insbesondere interessant für jene Verwendungszwecke, bei denen der fertige Werkstoff Hitze, Abrieb oder direktem Kontakt mit Boden, Wasser oder Witterung ausgesetzt ist. Bisher wurden Flachsfasern für technische Zwecke vor allem als Koppel- oder Ausfallprodukte (z.B. Kämmlinge oder Hechelwerg) angeboten. Eine Erzeugung von Kurzfasern speziell für den technischen Bereich erfolgt bisher nicht. Dazu sind noch erhebliche Schwierigkeiten in den Bereichen Qualität, Verarbeitung (Konditionierung) und Materialpreis zu überwinden.

2.2.5.5 Entwicklungsmöglichkeiten

In der traditionellen Spinnereiindustrie zur Herstellung von hochwertigen Reinleinen-Textilien wird erwartet, daß sich der derzeitige Langfaserverbrauch von ca. 2 500 t verdoppeln und mittel- und langfristig ein Potential in der Größenordnung von ca. 10 000 t jährlich erreicht werden kann. Für die verstärkte Verwendung von (cottonisierten) Kurzfasern im Textilbereich ist Voraussetzung, daß sie in etwa gleich günstig wie Baumwolle angeboten werden müssen. Denn Leinfasern sind als Zumischungs-komponente zur Herstellung von Baumwoll-, Woll- oder Synthefasern-Mischgeweben innerhalb einer bestimmten Bandbreite gegen andere Fasern austauschbar. Insgesamt werden neue Märkte im Textilverwendungsbereich von bis zu 65 000 t gesehen.

Im technisch-industriellen Bereich sollen 1987 ca. 6 t Kurzfasern in der Belagindustrie und ca. 1 000 t in der Faserzementindustrie eingesetzt worden sein. Insgesamt wird für die neuen Nutzungsmöglichkeiten ein Absatzpotential von über 100 000 t Kurzfasern für die Bundesrepublik Deutschland genannt.

Inwieweit ein solches Absatzpotential erreicht werden kann, ist abhängig von den technischen Nutzungsmöglichkeiten und dem Substitutionsbedarf, von einem mengenmäßig ausreichenden Angebot an entsprechenden Qualitäten zu konkurrenzfähigen Preisen und von dem Angebot an Importfasern.

2.2.6 Arznei- und Gewürzpflanzen

Als Heilpflanzen werden alle Pflanzenarten bezeichnet, die durch ihre sekundären Inhaltsstoffe Krankheiten bei Mensch und Tier lindern oder heilen können. Arzneipflanzen sind die Heilpflanzen, die speziell angebaut werden, um ihre Wirkstoffe in Arzneimitteln zu verwenden. Mit Gewürzpflanzen sind die Pflanzenarten gemeint, die die Geschmackseigenschaften (und ggf. die Verdaulichkeit) von Speisen und Getränken verbessern. Gewürzpflanzen sind fast ausnahmslos auch Heilpflanzen.

Die Bundesrepublik Deutschland ist zwar der größte Exporteur für pharmazeutische Präparate, aber über 90 % des Bedarfes an Heil- und Arzneipflanzen werden derzeit importiert. Die verbleibenden ca. 10 % des einheimischen Bedarfes werden auf einer Anbaufläche von ca. 2.200 ha²⁵⁾ produziert (vergleichsweise hierzu betragen die Anbauflächen in den USA ca. 60.000 ha, in Frankreich ca. 30.000 ha und im übrigen Europa insgesamt 250.000 ha). Die grundsätzlich in der Bundesrepublik Deutschland anbaufähigen Pflanzenarten (Wurzel-, Blatt-, Blüten- bzw. Körnerfrüchte) sind vielfältig (Tabelle 2 - 6).

Der Nährstoffbedarf (Düngebedarf) von Arzneipflanzen ist sehr unterschiedlich. Kulturen, wie z.B. Digitalis (Fingerhut), benötigen zur Erzielung von Höchstserträgen hohe Gaben an Mineraldünger, während andere (z.B. Silybum, Mariendistel) die Bodennährstoffe sehr gut erschließen, so daß auf eine Mineraldüngung weitgehend verzichtet werden kann.

Darüber hinaus ist die spezifische Aufnahme von Schwermetallen durch bestimmte Arzneipflanzen bekannt, so daß auch heute schon versucht wird, durch den Anbau bestimmter Pflanzenarten kontaminierte Böden zu entlasten.

Der Einsatz von Pflanzenbehandlungsmitteln (Fungizide, Herbizide, etc.) sollte im Arzneipflanzenanbau grundsätzlich vermieden werden. Zwar wird derzeit noch nicht generell darauf verzichtet, jedoch sind hier bei strengerer Handhabung der Höchst-mengenverordnungen Beschränkungen zu erwarten. Da die Böden intensiver Ackerbaustandorte in der Regel stärker belastet sind, als die extensiv bewirtschafteten Flächen in Mittelgebirgen, wird zwangsläufig eine Verlagerung des Arzneipflanzenanbaues auf solche Standorte erfolgen müssen, wenn die für bestimmte Rückstände festgesetzten Grenzwerte nicht überschritten werden sollen.

Der Anbau von Arznei- und Gewürzpflanzen dürfte ebenfalls für agrarisch weniger bevorzugte Standorte und ggf. auch für Nebenerwerbsbetriebe eine mögliche Anbaualternative zu heute üblichen Fruchtfolgegliedern darstellen.

²⁵⁾ BUND, LÄNDER (1989): a.a.O., S. 102.

Tabelle 2-6

Anbaufähige Heil- und Gewürzpflanzen in der Bundesrepublik Deutschland

1. Alant	32. Kornblume
2. Angelika	33. Kümmel
3. Anis	34. Lein
4. Arnika	35. Liebstöckl
5. Baldrian	36. Löwenzahn
6. Basilikum	37. Maiglöckchen
7. Bibernelle	38. Majoran
8. Blaue Malve	39. Mariendistel
9. Bockshornklee	40. Minze-Arten
10. Bohnenkraut	41. Muskateller-Salbei
11. Borretsch	42. Nachtkerze
12. Brennessel	43. Pestwurz
13. Dill	44. Petersilie
14. Engelwurz	45. Quecke
15. Enzian, gelber	46. Ringelblume
16. Eibisch	47. Salbei
17. Estragon	48. Schachtelhalm
18. Fenchel	49. Schafgarbe
19. Fingerhut	50. Schlüsselblume
20. Frauenmantel	51. Schöllkraut
21. Goldrute	52. Schnittlauch
22. Herzgespann	53. Schnittsellerie
23. Holunder	54. Senf
24. Huflattich	55. Sonnenhut-Arten
25. Johanniskraut	56. Spitzwegerich
26. Kalmus	57. Steinklee, gelber
27. Kamille	58. Thymian
28. Kapuzinerkresse	59. Weidenröschen
29. Kerbel	(kleines)
30. Knoblauch	60. Ysop
31. Koriander	61. Zitronenmelisse

Quelle: BUND, LÄNDER (1989): a.a.O., S. 101.

2.3 Produktlinien für energetische Verwendung**2.3.1 Produktlinie Zucker und Stärke (Bioethanol)****2.3.1.1 Anbau und Züchtung**

Die Erzeugung von Bioethanol basiert auf zucker- und stärkehaltigen (kohlenhydratreichen) Pflanzen. Die wichtigsten Rohstoffpflanzen in der Europäischen Gemeinschaft sind Rüben, Kartoffeln, Getreide, Mais (Corn-Cob-Mix-Silage — Maiskolbenschnitt). Bei diesen Pflanzen bestehen aus pflanzenbaulicher und pflanzenzüchterischer Sicht keine grundsätzlichen Unterschiede zur Erzeugung von Stärke und Zucker²⁶⁾. Für die Zuckerrübe bestehen insoweit differenzierte Zuchtziele, als an Stelle eines möglichst hohen Zuckerertrags für die Ethanolherzeugung ein hoher Mengenertrag an vergärbare Substanz angestrebt wird²⁷⁾. Aufgrund der unterschiedlichen Zuchtziele wird teilweise auch von der „Ethanolrübe“ gesprochen. Nach entsprechender züchterischer Bearbeitung könnten zusätzlich Topinambur, Zichorie und Zuckerhirse als Rohstoff der

Ethanolherzeugung anbauwürdig werden. Die Ethanolherzeugung in Brasilien erfolgt mit Zuckerrohr. Schließlich ließe sich Bioethanol bei Verfügbarkeit kostengünstiger und umweltneutraler Aufschlußverfahren auch aus lignozellulosehaltiger Biomasse (z.B. Holz, Stroh) erzeugen.

2.3.1.2 Gewinnung der Inhaltsstoffe und Konversion

Die großtechnische Erzeugung von Bioethanol erfolgt, wie die Trinkalkoholherstellung, durch Vergärung der kohlenhydratreichen Substrate (Zucker, Stärke oder Inulin) mit Hilfe von Hefen oder Bakterien²⁸⁾. Folgende Anlagentypen sind zu unterscheiden:

- Verbundanlage: Erzeugung von Zucker und Ethanol im engen Rohstoff- und Energieverbund auf der Basis von Rüben;
- Mehrstoffanlage: Ausschließliche Erzeugung von Ethanol im ganzjährigen Betrieb auf der Basis mehrerer Rohstoffe wie z.B. Ethanolrübe, Stärkekartoffel, Winterweizen, Corn-Cob-Mix;
- Biostilanlage: Ethanolgewinnung nach dem Biostilprozeß auf der Basis von Getreide (Winterweizen).

Der Prozeß der Ethanolherstellung wird in den Abbildung 2-8 (für eine Mehrstoffanlage) und 2-9 (für eine Biostilanlage) beschrieben. Grundsätzlich sind die wichtigsten Verfahrensschritte:

- Aufbereitung der Rohstoffe,
- Einmischung der Gärsubstrate,
- Vergärung mittels Hefen oder Bakterien (mittels kontinuierlicher oder Batch-Verfahren),
- Destillation, Rektifizierung und Absolutierung (Gewinnung von Ethanol mit einer Reinheit von 99,8 %),
- Rohstoffspezifische Entsorgung der anfallenden Nebenprodukte (z.B. Dickschlempe als Futtermittel, Dünnschlempe über eine Biogasanlage und eine aeroben Nachklärung zu entsorgen²⁹⁾).

In der Bundesrepublik Deutschland sind Pilot- und Demonstrationsanlagen zur Ethanolherzeugung mit unterschiedlichen technischen und organisatorischen Konzeptionen in Ahausen-Eversen, Dormagen und Ochsenfurt³⁰⁾ in Betrieb.

2.3.1.3 Anwendungsbereiche

Bei den Einsatzmöglichkeiten von Bioethanol wird vor allem der Ersatz von Kraftstoff in Verbrennungsmotoren diskutiert. Dazu kommen folgende Einsatzformen und entsprechende Motorenkonzeptionen in Betracht:

- vorhandene Otto-Motoren: Beimischung von Ethanol zum Otto-Kraftstoff
- bis zu 5 Vol.-% (z.B. gemäß EG-Richtlinien),

²⁶⁾ DAMBROTH, M. (1986): a.a.O., S. 25.

²⁷⁾ ROEBBELEN, G. (1986): Züchtung von Industriepflanzen. In: Expertenkolloquium „Nachwachsende Rohstoffe“, 14./15.10.1986 in Bonn, Bd. 2, S. 84.

²⁸⁾ BUND, LÄNDER (1989): a.a.O., S. 112.

²⁹⁾ MEINHOLD, K. et al. (1987): a.a.O., S. 310 ff.

³⁰⁾ BUND, LÄNDER (1989): a.a.O., S. 113 f.

Abbildung 2-8

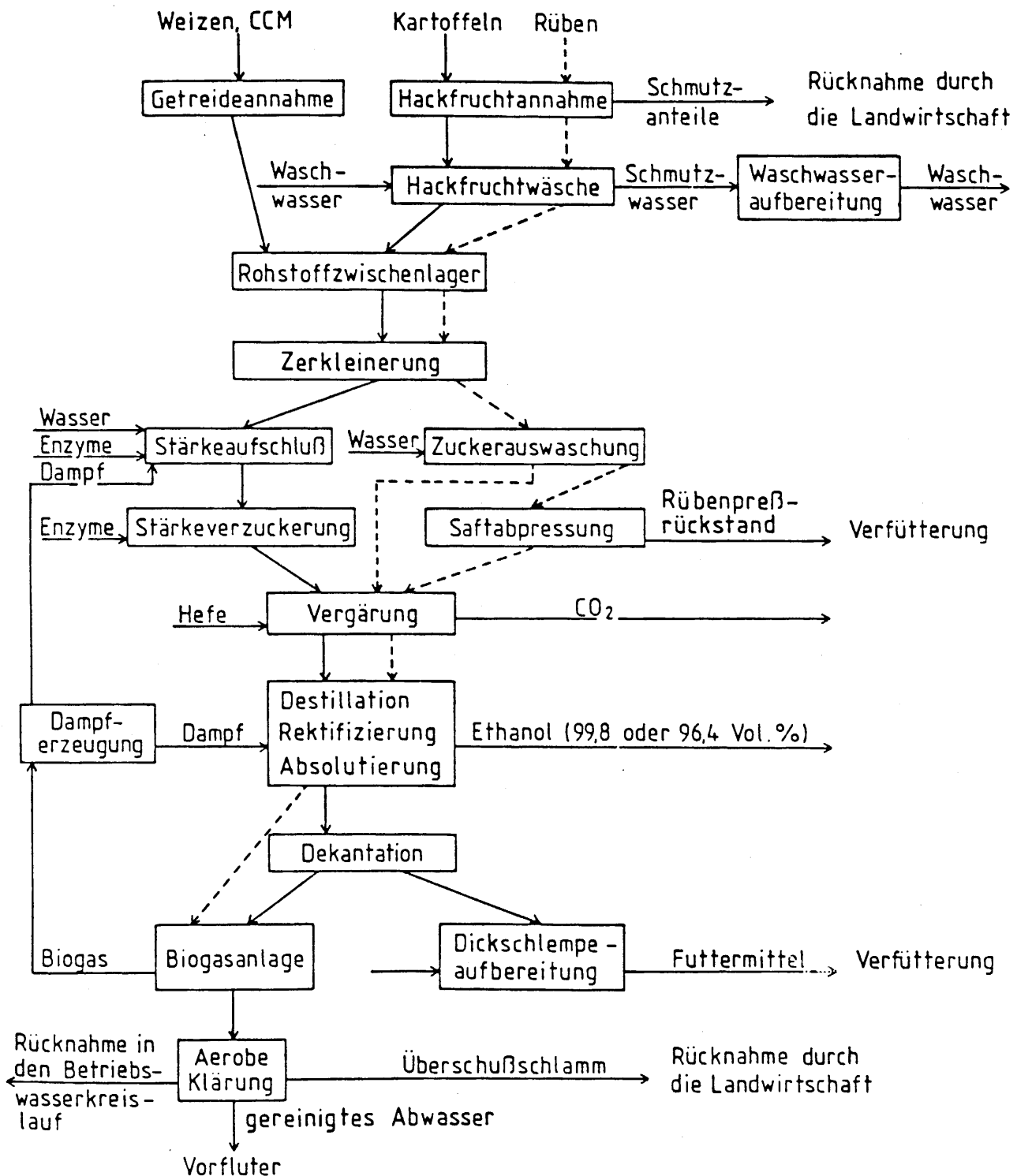
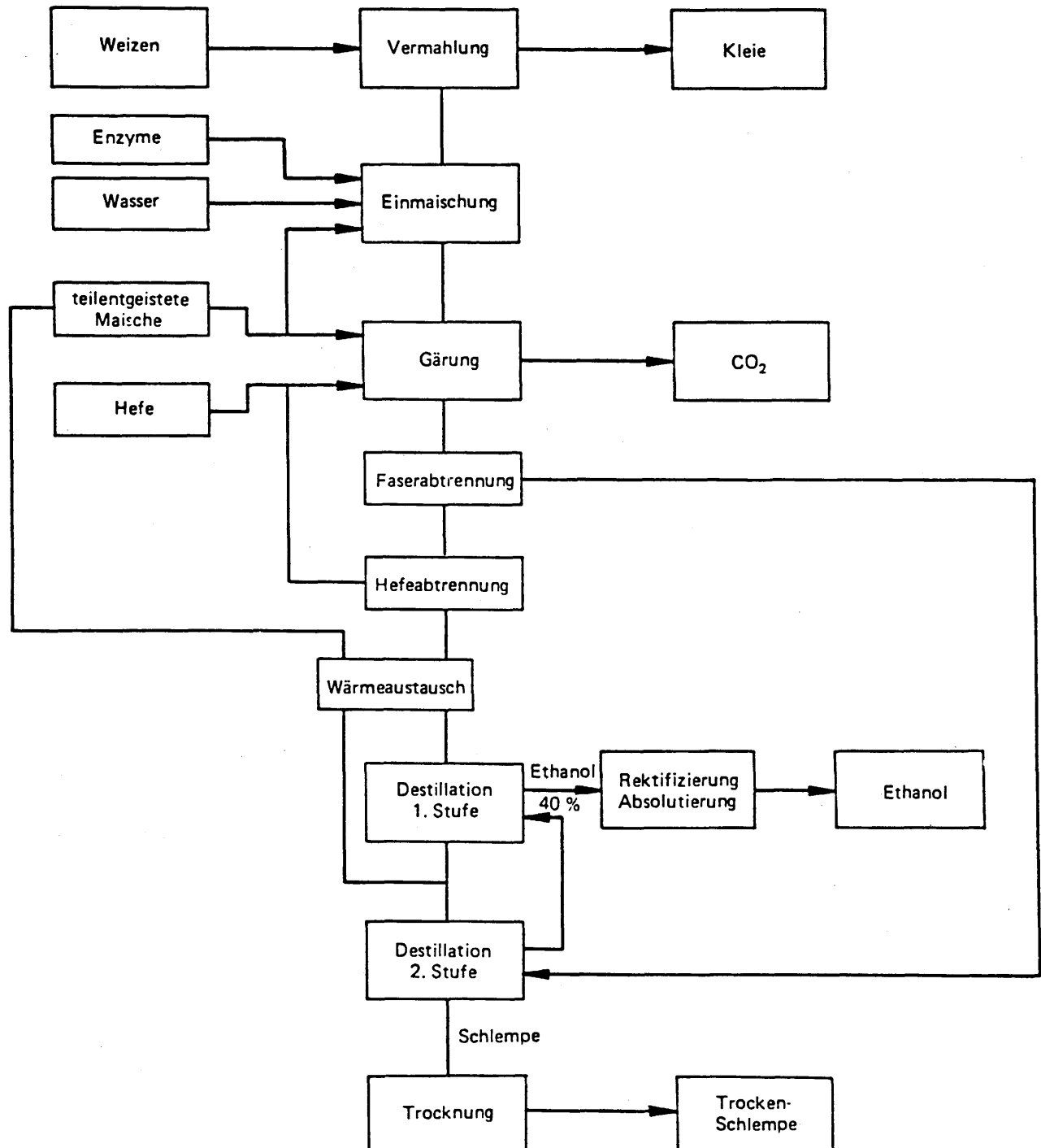
Verfahrensschema für die Ethanolgewinnung in einer Mehrstoffanlage

Abbildung 2-9

Verfahrensschema für die Ethanolgewinnung nach dem Biostilprozeß

- bis zu 10 Vol.-% (z.B. Gasohol in USA),
- bis zu 22 Vol.-% (in Brasilien),
- spezielle Otto-Motoren:
 - 85 Vol.-% wasserfreies Ethanol und 15 Vol % Benzin (M-100-Konzept),
 - 100 Vol.-% wasserhaltiges Ethanol (96 % Alkohol, 4 % Wasser - E-100-Konzept),
- vorhandene Dieselmotoren: Beimischung von wasserfreiem Ethanol zum Dieselmotorkraftstoff
 - 5 bis 10 Vol.-% Ethanol,
 - bis 25 Vol.-% Ethanol bei Zugabe von Lösungsvermittlern,
- spezielle Dieselmotoren:
 - bis zu 90 Vol.-% Ethanol beim Zwei-Kraftstoff-Prinzip,
 - 100 Vol.-% Ethanol in Dieselmotoren mit Fremdzündung,
 - 90 Vol.-% Ethanol mit 10 Vol.-% Zündbeschleuniger.

Bei einer Zumischung von mehr als 5 Vol.-% Alkohol tritt beim Otto-Kraftstoff ein spürbarer Kraftstoffmeherverbrauch ein. Aufgrund der hohen Oktanzahl ermöglichen Alkohole in Benzinmotoren eine höhere Verdichtung und erhöhen damit den Wirkungsgrad um etwa 20 %. Ein tendenzieller Wirkungsgradanstieg ist auch bei Kraftstoffgemischen zu erwarten. Beim Einsatz von Ethanol in Dieselmotoren ist nur ein geringerer Wirkungsgradanstieg zu erwarten, da Dieselmotoren bereits einen höheren Wirkungsgrad aufweisen. Bei einer Beimischung von Ethanol zu Benzin gemäß EG-Richtlinien vom 05.12.1985 (EG-Richtlinie 85/536) konkurriert Ethanol mit den sauerstoffhaltigen Komponenten (z.B. Methanol) und Lösungsvermittlern (z.B. Tertiärbutanol, Isobutanol, Isopropanol) auf Erdölbasis, die derzeit eingesetzt werden.

Neben dem Kraftstoffsektor könnte Ethanol theoretisch auch in der chemischen Industrie eingesetzt werden (siehe Kapitel 2.2.1.5).

2.3.1.4 Entwicklungsmöglichkeiten

Die denkbaren Einsatzbereiche von Ethanol zur energetischen Verwendung sind weitgehend bekannt, und der Einsatz im Kraftstoffbereich dürfte auch in Zukunft im Mittelpunkt des Interesses stehen. Die Erschließung dieses Absatzpotentials ist weniger ein technisches als vielmehr ein ökonomisches Problem. Neben dem Erdölpreis sind die Chancen für Ethanol in diesem Bereich vor allem abhängig von der Weiterentwicklung der Motorkonzepte (insbesondere im Hinblick auf Kraftstoffeinsparung und anderen Kraftstoffersatz) und von dem zukünftigen Verkehrsaufkommen und -konzepten.

2.3.2 Produktlinie Öle

2.3.2.1 Anbau und Züchtung

Zur Ölgewinnung für energetische Zwecke kommt in der Bundesrepublik Deutschland nur der Raps als ertragsreichste Ölfrucht in Frage. Aus EG-Sicht ist außerdem noch die Sonnenblume von Bedeutung.

Für die energetische Verwendung steht die Steigerung des Ölertrages durch ertragssteigernde technische Fortschritte und Züchtungsfortschritte unter Vernachlässigung von Qualitätsanforderungen im Vordergrund.

2.3.2.2 Gewinnung der Inhaltsstoffe

Die Ölgewinnung in den Ölmühlen unterscheidet sich nicht von den Gewinnungsverfahren für chemisch-technische Verwendungen (vgl. Kapitel 2.2.3.2).

2.3.2.3 Konversion und Anwendungsbereiche

Bei der energetischen Verwendung von Pflanzenölen wird vor allem der Kraftstoffbereich diskutiert. Handelsübliche pflanzliche Öle (z.B. Raps-, Soja-, Palm- oder Sonnenblumenöl) lassen sich unter praktischen Bedingungen nicht in konventionellen Dieselmotoren als Kraftstoff einsetzen. Ein Einsatz von Pflanzenölen ist erreichbar, wenn entweder eine Anpassung der Motoren an den Kraftstoff oder eine Anpassung des Kraftstoffs an die Motoren erfolgt.

Für die Verwendung von (rohem) Rapsöl als Reinkraftstoff stehen zwei Motorkonzeptionen zur Verfügung bzw. sind in der Entwicklung:

- Vorkammermotor,
- Direkteinspritzer-Motor (Elsbett-Motor).

Eine Umrüstung vorhandener, nicht pflanzenöltauglicher Dieselmotoren ist möglich, allerdings mit hohen Kosten verbunden.

Pflanzenöle können durch einen chemischen Verarbeitungsschritt — die Umesterung — in ein Folgeprodukt mit teilweise stark veränderten technischen Eigenschaften umgewandelt werden. Aus Rapsöl entsteht durch die Zugabe von Methanol Rapsölmethylester (Rapsölester) und Glycerin. Rapsölester kann in jedem beliebigen Verhältnis mit Dieselmotorkraftstoff gemischt werden und ist weitgehend problemlos in jedem herkömmlichen, am Markt befindlichen Dieselmotor einsetzbar. Der Konversionsschritt der Veresterung verteuert den Kraftstoff um 0,20 bis 0,30 DM pro Liter gegenüber dem rohen Rapsöl, andererseits entstehen keine Umrüstkosten für den Motor. Rapsölester verursachen ein Kraftstoffmeherverbrauch von bis zu 8 % (wegen niedrigerem, volumenbezogenen Heizwert). Ein weiterer Nachteil dürften Absatzprobleme beim anfallenden Glycerin sein.

Ein weiterer Einsatzbereich für Rapsöl eröffnet sich im Schmierstoffbereich, der z.B. die Sägeketten-

Schmiermittel, die Hydrauliköle, die Motor- und Getriebschmiermittel sowie sonstige Einsatzfelder umfaßt. Der Schmierstoffbereich stellt nur bedingt eine energetische Verwendung dar und kann auch schon der technischen Verwendung (vgl. Kapitel 2.2.3.4) zugeordnet werden.

2.3.2.4 Entwicklungsmöglichkeiten

Zur Zeit besteht im Kraftstoffbereich für Rapsöl gegenüber dem herkömmlichen Dieselmotorkraftstoff ein Wettbewerbsdefizit. Der abgabefreie Preis für Dieselmotorkraftstoff beträgt etwa 0,35 DM pro Liter (1988/89), die Bereitstellungskosten für Rapsöl betragen etwa 1,80 DM pro Liter zuzüglich Kosten für die Motorumrüstung von 0,35 bis 0,40 DM pro Liter bzw. Kosten für die Rapsölveresterung von 0,20 bis 0,30 DM pro Liter³¹⁾. Für die längerfristigen Wettbewerbsbedingungen wird erwartet, daß die zukünftigen Kosten für Pflanzenölester immer noch um ca. 1/3 über denen von Ethanol liegen werden³²⁾.

Günstige Entwicklungschancen bestehen im Einsatzbereich Schmierstoffe (Kettenschmier- und Hydrauliköle). Dies beruht vor allem auf einer besseren Umweltverträglichkeit, da es sich im Bereich der Sägekettenschmieröle um eine Verlustschmierung handelt. Entsprechend haben bereits die Bundesländer ihren Forstverwaltungen den Einsatz von Sägekettenschmierölen auf der Basis von nachwachsenden Rohstoffen vorgeschrieben. Durch Undichtigkeiten und andere technische Fehler gelangt ein großer Teil des verwendeten Hydrauliköls unvermeidlich in die Umwelt. Bei einem heutigen Marktvolumen von etwa 100.000 t pro Jahr könnte sich hier ein wichtiges Einsatzgebiet für pflanzlich erzeugte Öle ergeben. Ähnliches gilt für die Öle, die im Betonbau bei der Verschalung oder im Bergbau bei Bohrungen verwendet werden, da diese Öle ebenfalls in die Umwelt gelangen.

3. Abschätzung der Wettbewerbsstellung

Zunächst wird im Kapitel 3.1 ein Überblick gegeben, in welchen Größenordnungen Chancen für die Produktion und den Absatz von nachwachsenden Rohstoffen gesehen werden. Die denkbaren Absatzpotentiale knüpfen direkt an die Entwicklungsmöglichkeiten an, wie sie im Kapitel 2. jeweils für die Produktlinien beschrieben werden. Im folgenden Kapitel 3.2 wird dann diskutiert, von welchen Faktoren die Ausschöpfung des Absatzpotentials abhängt. Es wird auf die Entwicklungstendenzen dieser Faktoren eingegangen und angegeben, ob sie verbessernd oder verschlechternd auf die Wettbewerbsfähigkeit nachwachsender Rohstoffe wirken. Im Kapitel 3.3 wird die Einschränkung auf die nachwachsenden Rohstoffe, die in der FAL-Studie untersucht wurden und auf die sich die weitere Berichterstattung im wesentlichen stützt, begründet. Um die Vielzahl der Faktoren, die die Wettbewerbsstellung

beeinflussen, im Rahmen der Technikfolgen-Abschätzung betrachten zu können, werden im nächsten Schritt (Kapitel 3.4) mögliche Annahmen zu Szenarien zusammengefaßt. Eine Auswahl der von der FAL³³⁾ für die Enquete-Kommission erarbeiteten Szenarien werden referiert. Schließlich wird dargestellt, welche Wettbewerbsfähigkeit und Produktionsmengen für nachwachsende Rohstoffe sich auf der Basis dieser Szenarien ergeben (Kapitel 3.5).

3.1 Denkbare Absatzpotentiale

Anknüpfend an die Entwicklungsmöglichkeiten (in Kapitel 2.) werden im folgenden die denkbaren Absatzmengen für nachwachsende Rohstoffe beschrieben. In die verfügbaren Angaben fließen technische Entwicklungsaussichten und ökonomische Überlegungen ein. Die Angaben gehen in der Regel davon aus, daß die nachwachsenden Rohstoffe der Industrie zu Weltmarktpreisen zur Verfügung stehen. Zunächst werden die einzelnen Produktlinien untersucht, anschließend erfolgt eine zusammenfassende Darstellung.

3.1.1 Chemisch-technische Verwendung

3.1.1.1 Produktlinie Zucker

Unter den Preisbedingungen der alten Chemiezuckerregelung mit Produktionserstattungen, die die Zucker-Preisdifferenzen zwischen EG- und Weltmarkt nicht vollständig abdeckten, bewegte sich die chemisch-technische Zucker Verwendung innerhalb der EG-10 seit 1978/79 auf einem Niveau von etwa 60 000 bis 82 000 t pro Jahr. Bedeutendste Verwendungsbereiche waren die Herstellung von Antibiotika, Sorbitol und Lävulose, Milchsäure und Copolymeren für die Polyurethanherstellung.

Durch die seit Juli 1986 geltende neue Chemiezuckerregelung, bei der nach einer dreijährigen Übergangszeit Zucker für chemisch-technische Zwecke zu weltmarktähnlichen Preisbedingungen bereitgestellt wird, wurden die Wettbewerbsbedingungen für den Zuckereinsatz in konventionellen und neuen Einsatzbereichen wesentlich verbessert. Nach den statistischen Erhebungen stieg die chemisch-technische Zuckerverwendung in der EG-10 von 89 200 t in 1985/86 innerhalb der EG-12 auf 120 600 t in 1986/87, auf 180 400 t in 1987/88 bzw. 189 000 t in 1988/89. Allerdings sind ca. 1/3 dieser Verbrauchsänderungen auf die EG-Erweiterung und Änderungen der erstattungsfähigen Produkte zurückzuführen. Dennoch hat sich der um diese Einflußfaktoren bereinigte Zuckerverbrauch³⁴⁾ im o.g. Zeitraum verdoppelt, was im wesentlichen den verbesserten Preisbedingungen zugerechnet werden kann.

Von den o.g. Verwendungsbereichen wurde der Zuckereinsatz in stärkerem Maße nur bei der Milch-

³¹⁾ BUND, LÄNDER (1989): a.a.O., S. 138 f.

³²⁾ KLEINHANSS, W. (1988): a.a.O., S. 20.

³³⁾ MEINHOLD, K. et al. (1987): a.a.O., S. 71 ff.

³⁴⁾ KLEINHANSS, W., BUCHHOLZ und SOMMER, (1989): The use of sugar in the chemical industry. Studie im Auftrag der EG-Kommission, (unveröffentlicht).

säure- und Polyurethanherstellung ausgeweitet. Starke Verbrauchssteigerungen vollzogen sich insbesondere bei der Herstellung von Aminosäuren und Zitronensäure, bei denen zuvor fast ausschließlich Melasse als Kohlenhydratressource zum Einsatz gelangte. Begünstigt wurde diese Entwicklung durch die zwischen 1983 und 1988 unter Weltmarktbedingungen günstige Wettbewerbsfähigkeit von Zucker gegenüber Melasse als auch durch die steigenden Kosten der Abwasserbehandlung der melassebasierenden Verfahren in Ländern mit verschärften Umweltauflagen. Neuinvestitionen zielen deshalb verstärkt auf die Verwendung reinerer Rohstoffe wie Zucker bzw. Glucose³⁵⁾ ab. In Verwendungsbereichen, in denen bisher ausschließlich Stärke bzw. Glucose zum Einsatz gelangte, ist Zucker insbesondere in die Enzymherstellung vorgedrungen. Neben seiner Preiswürdigkeit sind die Ursachen insbesondere in seiner höheren Reinheit zu suchen, aufgrund derer die in bestimmten Verwendungsbereichen von Enzymen unerwünschten Bräunungsreaktionen vermieden werden können. Intensive Forschungsanstrengungen gelten der Herstellung von Biotensiden und Biopolymeren, die sich jedoch erst längerfristig im Zuckerverbrauch niederschlagen dürften.

Entgegen den zu einem früheren Zeitpunkt durchgeführten Potentialabschätzungen, die bereits für das Jahr 1990 in der EG einen Zuckerverbrauch von 540 000 t (s. Tabelle 3-1) prognostizierten, ist heute davon auszugehen, daß die insbesondere im Bereich Biopolymere und biologisch abbaubare Kunststoffe erwarteten Absatzpotentiale erst längerfristig ausgeschöpft werden können. Ursache dafür sind ihre bislang höheren Herstellungskosten, die ohne eine die Verwendung biologisch abbaubarer Kunststoffe begünstigende Umweltschutzgesetzgebung auf dem Markt nicht durchgesetzt werden können. Bestrebungen der Unternehmen zielen deshalb heute weniger auf die Substitution von Massenkunststoffen als auf die Erschließung neuer, auf der Spezifität von Biopolymeren aufbauender Verwendungsbereiche ab (Humanmedizin, Erdölexploration, Pflanzen- und Umweltschutz).

Während klassische chemische Verfahren erst dann eine größere Bedeutung bei der Zuckerverwendung erlangen dürften, wenn es gelingt, Zucker z.B. mittels enzymatischer Verfahren so zu transformieren, daß einstufige chemische Verfahren mit hoher Selektivität angewendet werden können, dürften mittelfristig insbesondere biotechnologische Verfahren die größere Bedeutung erlangen. Insbesondere in fermentativen Verfahren sind Zucker und Glucose unterschiedlicher Reinheitsgrade weitgehend substituierbar. Sowohl aus Umweltschutzgründen, aber auch wegen der größeren Spezifität der Prozesse und höheren Qualitätsanforderungen der Endprodukte richtet sich die Chemieindustrie zunehmend auf die Verwendung reinerer Zucker anstelle der früher verwendeten Melasse aus. Neben ihrer Preiswürdigkeit spielen spezifische Qualitätseigenschaften wie z.B. die schnellere Fermentierbarkeit von Glucose oder die höhere Reinheit von Weißzucker

³⁵⁾ Glucose ist ein aus Stärke gewonnener Zucker.

Tabelle 3-1

Voraussichtliche Verwendung von Zucker in der Industrie der EG (12) unter Weltmarktpreisbedingungen in t.

Verwendungsart	Jahr		
	1990 ^{a)} , ^{a)}	1995 ^{a)}	2000
Organische Chemikalien:			
– Zitronensäure	150 000	–	–
– Antibiotika	48 000	–	–
– andere	32 000	–	–
sonstige Chemikalien*)	310 000	–	–
Gesamt	540 000	640 000**)	730 000**)

^{a)} Überwiegend für die Herstellung von biologisch abbaubaren Kunststoffen.

^{**)} Eigene Berechnung, bei Annahme einer durchschnittlichen Wachstumsrate von 2,7 % p. a. (1990–2000).

eine Rolle. Die Verwendung von Zucker weist insbesondere in jenen Verfahren Vorteile auf, in denen die Endprodukte nicht über chemische Fällung zu gewinnen sind (Milchsäure) bzw. Bräunungsreaktionen (Maillard Reaktion) zu vermeiden sind.

Weitere Abschätzungen der Absatzpotentiale für die Produktlinie Zucker erwarten etwa bis zum Jahr 2000 ein Marktpotential für die Europäische Gemeinschaft von etwa 500 000 t Zucker jährlich³⁸⁾ und für die Bundesrepublik Deutschland von etwa 120 000 t³⁹⁾ (vgl. Tabelle 3-4).

3.1.1.2 Produktlinie Stärke

Die europäische Stärkeindustrie verarbeitete 1982 annähernd 10 Mio t Pflanzenmaterial (Weizen, Mais, Kartoffeln) und stellte daraus etwa 3,6 bis 3,8 Mio t native und modifizierte Stärke sowie Stärkeverzuckerungsprodukte her⁴⁰⁾. Davon gingen 2,0 Mio t in die Ernährungs- bzw. Futtermittelindustrie, während der Rest (ca. 1,8 Mio t) im chemisch-technischen Bereich verwendet wurde.

Ausgehend von unterschiedlichen Angaben des Stärkeeinsatzes für die Jahre 1982 und 1984 kommen die Einzelautoren zu unterschiedlichen zukünftigen Einsatz- bzw. Absatzvolumina, deren Ausmaß von einzelnen, sehr spezifisch wirkenden Faktoren abhängig ist. Hier sind die Preisbedingungen für Stärke, die Substitutionsbeziehungen zu Konkurrenzprodukten und neue Herstellungs- und Weiterverarbeitungsverfahren für Stärke beispielhaft zu nennen, deren Einfluß auf das Absatzvolumen von Stärke im folgenden näher erläutert wird.

³⁶⁾ CEFIC (1985): Use of agricultural raw materials in the European chemical industry; zitiert in Kleinhanss, W. (1988): a.a.O.

³⁷⁾ JEUB, G.J. (1987): a.a.O., S. 78.

³⁸⁾ GROSSKOPF, W. (1986): a.a.O., S. 24; BUND, LÄNDER (1989): a.a.O., S. 20.

³⁹⁾ GROSSKOPF, W. (1986): a.a.O., S. 24.

⁴⁰⁾ REXEN, F. und L. MUNCK (1984): Cereal crops for industrial use in Europe. Hrsg. The Commission of the European Communities, S. 73 ff. JEUB, G.J. (1987): a.a.O., S. 6 ff.

Mit der Einführung der Industriestärkeregelung hat sich das Einsatzvolumen von Stärke insbesondere in der Papierindustrie erhöht. Abschätzungen des zukünftigen Einsatzpotentials liegen zum Einsatzbereich Papier und Pappe bei REXEN und MUNCK (1984)⁴¹⁾ mit 1,55 Mio t für das Jahr 2000 deutlich höher als die Angaben der EG-Kommission (siehe Tabelle 3-2). In diesen Abschätzungen sind die Ausschöpfungen des technisch möglichen Einsatzpotentials nur partiell berücksichtigt.

Die Stagnation des Absatzpotentials von Stärke im Textilbereich, die heutige Verbrauchszahlen bis ins Jahr 2000 festlegt, ist auf den Ersatz von stärkehaltigen Schlichten und Appreturen (Faser- und Gewebefestiger) durch qualitativ hochwertige synthetische Appreturen zurückzuführen. Stärke kann sich im Textilbereich nur behaupten, wenn ihre anwendungstechnischen Nachteile beseitigt werden.

Im Klebstoffbereich wird durch die Steigerung des Stärkeanteils in den zur Sperrholz- und Spanplattenherstellung verwendeten Klebern ein geringfügig zusätzliches Absatzpotential gesehen.

Im Verwendungsbereich der chemisch-pharmazeutischen Industrie werden 85 % der eingesetzten Stärke in Form von Glucose verwendet. Diese Glucose wird als Grundbaustein für weitergehende chemische und biotechnologische Umwandlungen eingesetzt. Als Nährsubstrat für biotechnologische Verfahren ist Stärke in einer Größenordnung von 70 % durch andere Zuckerarten substituierbar.

Infolge der bereits erzielten und noch erwarteten technischen Fortschritte in der Biotechnologie wird im chemisch-technischen Bereich ein zunehmender Einsatz von Stärke erwartet. Insbesondere scheint die Produktion von Aminosäuren (Lysin) Entwicklungsfähig zu sein.

Im Kunststoffbereich, einem Teilbereich des chemisch-technischen Verwendungsbereichs, ist der Einsatz von Stärke als Komponente oder Additiv von der Preisentwicklung petrochemischer Grundstoffe abhängig, er wird allerdings auch von verbesserten

Qualitätseigenschaften der Endprodukte infolge der Stärkeverwendung wie z.B. biologische Abbaubarkeit, verringerte Entflammbarkeit oder Einsparmöglichkeit von gesundheitsgefährdenden Stoffen wie Formaldehyd beeinflusst. Darüber hinaus werden Stärkeabbauprodukte zur Herstellung von Tensiden (Wasch- und Kosmetikrohstoffe) verwendet. Zusätzlich wird Stärke als temporäres Bindemittel in Brikkettierprozessen eingesetzt. Dies vermindert die Emission schädlicher Stoffe beim Verbrennen dieser Briketts.

Über den Einsatz von Stärke als Füllstoff oder als Additiv in der Kunststoffindustrie eröffnen sich Einsatzmöglichkeiten, die allein nach heutigem Forschungs- und Entwicklungsstand Mitte der 90er Jahre ein zusätzliches Absatzpotential von ca. 1,3 Mio t Stärke schaffen würden⁴²⁾. Darüber hinaus gibt es aussichtsreiche Entwicklungen zur Herstellung neuer polymerer Werkstoffe ausschließlich aus nachwachsenden Rohstoffen (Stärke, Cellulose).

Neben der Abschätzung von 2,9–3,6 Mio t Absatzpotential für Industriestärke zum Jahr 2000 (vgl. Tabelle 3-2) finden sich in der Literatur niedrigere Erwartungswerte, und zwar von 2,6 Mio t ebenfalls für die Europäische Gemeinschaft⁴³⁾. Das entsprechende Absatzpotential für die Bundesrepublik Deutschland wird mit 860 000 t angegeben⁴⁴⁾. Die FAL-Studie geht von einem etwas höheren Absatzpotential von 970 000 t Stärke für die Bundesrepublik Deutschland (Jahr 2000) aus⁴⁵⁾.

3.1.1.3 Produktlinie Öle und Fette

Die Angaben über das derzeitige und das zukünftige Absatzpotential von Ölen und Fetten differieren bei verschiedenen Autoren deutlich voneinander. Ausgehend von einem Verbrauch, der für das Jahr 1982 (EG-10) mit etwa 1,65 Mio t angegeben wird, könnten unter Ausnutzung eines hohen technischen Fortschrittes in der Pflanzenzüchtung und infolge günstiger Preisverhältnisses (z.B. Ethylenpreis > Sojaöl-

⁴²⁾ JEUB, G.J. (1987): a.a.O., S. 11 ff.

⁴³⁾ GROSSKOPF, W. (1986): a.a.O., S. 24.

⁴⁴⁾ a.a.O., S. 24.

⁴⁵⁾ MEINHOLD, K. et al. (1987): a.a.O., S. 115.

⁴¹⁾ REXEN, F. und L. MUNCK (1984): a.a.O., S. 83 ff.

Tabelle 3-2

Derzeitige und zukünftige industrielle Nutzung von Stärke (in 1000 t), EG (10)

Einsatzbereich	1982*	1982**	1984***	1995**	2000*	2000***
Papier und Pappe	754	890	800	1 115–1 300	900–1 550	1 300
Textilien	–	60	62	–	–	62
Klebstoffe	–	90	88	–	–	135
Chem. und Pharma-Industrie	364	400	350	485–2 300 ^{b)}	–	990–1 650
Sonstige	182	190 ^{a)}	390	340– 355	–	457
Insgesamt	1 300	1 630	1 690	1 940–3 955	–	2 944–3 604

*) nach REXEN und MUNCK, S. 73 ff.

**) nach JEUB, S. 6 ff.

***) nach KLEINHANSS, S. 27

a) incl. Baustoffe

b) incl. Kunststoffindustrie

preis) im Jahr 1995 Verbrauchszahlen von etwa 2,3 Mio t erreicht werden⁴⁶⁾.

Andere Untersuchungen nehmen für das Jahr 1982 einen Öl- und Fettverbrauch von etwa 1,8 Mio t für die Länder der Europäischen Gemeinschaften (EG-10) als Bezugsbasis und errechnen mit Hilfe einer durchschnittlichen Wachstumsrate von 2,7 % p.a. für das Jahr 1995 ein Absatzpotential von etwa 2,5 Mio t⁴⁷⁾. Dieses Absatzpotential könnte bei gleicher Wachstumsrate bis ins Jahr 2000 auf etwa 2,9 Mio t gesteigert werden. Die Entwicklung des Absatzpotentials hängt in den o.a. Untersuchungen von verschiedenen Faktoren ab, zu denen z.B. die Produktion spezieller Pflanzenöle mit chemischer Spezifität, die Ausschöpfung ertragssteigernder Fortschritte in der Pflanzenzucht und das Preisverhältnis zu synthetisch hergestellten Produkten auf Erdölbasis zählen.

Weitere Untersuchungen geben den Verbrauch der Länder innerhalb der Europäischen Gemeinschaften (EG-10) an Ölen und Fetten für das Jahr 1981 mit etwa 1,7 Mio t an⁴⁸⁾. Hierbei wird dieses Absatzpotential in verschiedene Verwendungsbereiche aufgeteilt (siehe Tabelle 3-3).

Tabelle 3-3

Absatz von Ölen und Fetten in verschiedenen Verwendungsbereichen

Verwendungsbereich	Absatz in t
Wasch- und Reinigungsmittel, Kosmetika	685 100
Kunststoffe, Weichmacher, Gummi, Textilhilfsstoffe	375 700
Farben	227 800
Lebensmittelhilfsstoffe	193 800
Metallbearbeitung, Flotation und Schmiermittel	181 900
Sonstiges	35 700
Insgesamt	1 700 000

Aufgrund nicht ausgelasteter Anlagenkapazitäten und infolge der Entwicklung neuer Absatzmärkte für Produkte, die aus natürlichen Ölen und Fetten abgeleitet werden, wird mit einer Steigerung des Absatzes an Ölen und Fetten von 1 % bis 2 % p.a. gerechnet. Demzufolge ist im Jahr 2000 ein Absatzpotential von etwa 2,0 bis 2,6 Mio t an natürlichen Ölen und Fetten denkbar.

In Ergänzung zu den bisher aufgeführten Untersuchungen wird der heutige Verbrauch an Ölen und Fetten für die Länder Westeuropas mit etwa 2,7 Mio t angegeben⁴⁹⁾. Folglich könnte das Absatzpotential an Ölen und Fetten im Jahr 2000 bei einer mittleren

Wachstumsrate von 3 % p.a. bei etwa 3,8 Mio t eingeordnet werden (vgl. Tabelle 3-4).⁵⁰⁾

Für die Bundesrepublik Deutschland wird bei Ölen und Fetten ein Absatzpotential von 1,3 Mio t erwartet⁵¹⁾. Die FAL-Studie legt für das Jahr 2000 ein Absatzpotential von 420 000 t Rapsöl und 420 000 t Leinöl zugrunde⁵²⁾.

3.1.2 Energetische Verwendung

3.1.2.1 Produktlinie Zucker und Stärke (Bioethanol)

Das Absatzpotential von Bioethanol richtet sich nach verschiedenen Faktoren, wie z.B. den Beimischungsanteilen von Ethanol im Vergaserkraftstoff, der Entwicklung des Kraftstoffbedarfs und der Marktdurchdringung von Ethanol. Folglich könnte bei einem zur Zeit entsprechend den EG-Richtlinien höchstzulässigen Anteil von 5 % Vol. Ethanol im Vergaserkraftstoff, bei einem Benzinverbrauch im Jahr 1987 von 95 Mio t in den Ländern der Europäischen Gemeinschaften und bei einer 100 % Marktdurchdringung ein momentanes Absatzpotential von 6,35 Mio m³ Bioethanol errechnet werden⁵³⁾. Dies würde bei einer alleinigen Produktion von Bioethanol aus Zuckerrüben einem EG-weiten Flächenbedarf von 1,27 Mio ha Zuckerrübenanbaufläche entsprechen⁵⁴⁾.

Bei der Abschätzung des Absatzpotentials auf dem Kraftstoffsektor sind folgende Kriterien zu beachten

- die zukünftige Entwicklung der Rohölpreise,
- die Entwicklung des mengenmäßigen Absatzes aller derjenigen Produkte, die heute aus Erdöl hergestellt werden,
- die weitere Entwicklung im Motorbau sowie bei der Kraftstoffherstellung und
- die zukünftigen Normen bezüglich der Kraftstoffqualitäten⁵⁵⁾.

Bei den derzeitigen Normen — Zumischung von 5 Volumenprozent Ethanol zum Kraftstoff — errechnet sich für die Bundesrepublik Deutschland ein maximales Absatzpotential von etwa 1 Mio t Ethanol im Kraftstoffsektor⁵⁶⁾. Das in der FAL-Studie vorgegebene Absatzpotential von 926 000 m³ Ethanol (für die Bundesrepublik Deutschland)⁵⁷⁾ entspricht dieser Einschätzung.

3.1.2.2 Produktlinie Öle

Im Energiebereich bietet der Kraftstoffsektor die Möglichkeit, Rapsöl alternativ zum Dieselöl einzusetzen. Dieser Verwendung stehen allerdings ökonomische

⁴⁶⁾ JEUB, G.J. (1987): a.a.O., S. 130.

⁴⁷⁾ KLEINHANSS, W. (1988): a.a.O., S. 46.

⁴⁸⁾ SCHLIEPHAKE, D. et al. (1986): Nachwachsende Rohstoffe. Hrsg.: Verbindungsstelle Landwirtschaft-Industrie e.V., Essen, Teil II Natürliche Öle und Fette, S. 39 ff.

⁴⁹⁾ BAUMANN, H. et al. (1988): Natürliche Fette und Öle — nachwachsende Rohstoffe für die chemische Industrie. Angewandte Chemie 100 (1988), S. 41–62.

⁵⁰⁾ HIRSINGER, F. (1989): mündliche Mitteilung.

⁵¹⁾ GROSSKOPF, W. (1986): a.a.O., S. 24.

⁵²⁾ MEINHOLD, K. et al. (1987): a.a.O., S. 115.

⁵³⁾ THIER, E. (1988): Bioethanol — Daten, Fakten, Fachausdrücke. Hrsg.: Landwirtschaftliche Arbeitsgruppe Bioethanol und Biogas, Bonn, S. 103.

⁵⁴⁾ THIER, E. (1988): a.a.O., S. 119 f., bei einem mittleren Zuckerrübenanbau von 500 dt/ha; eigene Berechnungen.

⁵⁵⁾ MEINHOLD, K. et al. (1987): a.a.O., S. 114.

⁵⁶⁾ BUND, LÄNDER (1989): a.a.O., S. 121. Diese Menge könnte mit einer Fläche von etwa 250 000 ha Zuckerrüben oder etwa 600 000 ha Getreide erzeugt werden.

⁵⁷⁾ MEINHOLD, K. et al. (1987): a.a.O., S. 115.

Tabelle 3-4

Absatzpotentiale (t pro Jahr) verschiedener nachwachsender Rohstoffe

Produktlinie	Absatzpotentiale (t pro Jahr)						
	D-2 000 ¹⁾	D ~ 2 000 ²⁾	EG ~ 2 000 ³⁾	EG ~ 2 000	EG-2 000 ⁵⁾	EG-2 000 ⁶⁾	EG 2 000
Zucker	—	120 000	500 000	540 000 ³⁾	—	730 000	—
Stärke	970 000	860 000	2 600 000	~ 2 600 000 ⁴⁾	2 944 000	1 940 000	—
					—	—	
					3 604 000	3 955 000 ^{6a)}	
Öle, Fette	840 000 ^{1a)}	1 300 000	3 500 000	—	2 900 000	2 300 000 ^{6a)}	3 800 000 ⁷⁾
Ethanol	926 000 ^{1b)}	1 000 000	5 000 000	~ 4 000 000 ⁴⁾	—	—	6 350 000 ^{8) 1b)}

1) MEINHOLD, K. et al. (1987)

1a) Öle, Fette hier nur Rapsöl und Leinöl

1b) m³ pro Jahr

2) GROSSKOPF, W. (1986)

3) BUND, LÄNDER (1989)

4) BUNDESREGIERUNG (1986)

5) KLEINHANSS (1988)

6) JEUB (1987)

6a) Angabe für 1995

7) HIRSINGER

8) THIER (1988)

mische Gründe entgegen, da nach der momentanen Preissituation das Rapsöl erst bei einer 3- bis 4fachen Preiserhöhung des Dieselloils konkurrenzfähig eingesetzt werden könnte. Bei Verwendung von Rapsöl anstatt Dieselloil im Kraftstoffbereich müßte entweder der Dieselmotor an den neuartigen Kraftstoff oder das Rapsöl mit Hilfe der Konversion (Umesterung) an die Anforderungen des Dieselmotors angepaßt werden. Die Beimischung von Rapsöl bzw. Rapsölester zum Dieselmotor wird im Bereich von 5 % Vol. in Erwägung gezogen. Dies hätte bei einem momentanen Verbrauch an Dieselmotor von etwa 16 Mio t⁵⁸⁾ innerhalb der Bundesrepublik Deutschland einen Rapsölabsatz von etwa 800 000 t zur Folge.

Würde allein der in der Landwirtschaft der Bundesrepublik Deutschland im Jahr 1988 verbrauchte Dieselmotor von etwa 1,3 Mio t⁵⁹⁾ durch Rapsöl vollständig ersetzt, so würden zur Erzeugung dieser Rapsölmenge etwa 1,2 Mio ha Anbaufläche benötigt⁶⁰⁾. Dies entspricht etwa 10 % der landwirtschaftlich genutzten Ackerfläche⁶¹⁾. Demgegenüber wurde 1988 auf einer Fläche von 384 000 ha Raps für den Ernährungssektor angebaut. Fruchtfolgeprobleme, die durch einen derart verstärkten Energierapsanbau zu erwarten sind, werden in Kap. 6.1 erläutert.

3.1.3 Zusammenfassende Darstellung

Bei der Abschätzung von Absatzpotentialen für nachwachsende Rohstoffe können nur Größenordnungen verdeutlicht werden. Es handelt sich um vage bzw. grobe Abschätzungen. Die zuvor bei den einzelnen Produktlinien näher erläuterten Angaben sind in der Übersicht 3-1 zusammengefaßt. Deutlich wird, daß bei den Angaben für die Europäische Gemeinschaft und für Öle und Fette in der Bundesrepu-

⁵⁸⁾ MINERALÖLWIRTSCHAFTSVERBAND (1987): Mineralölzahlen 1987, S. 29.

⁵⁹⁾ BUNDESREGIERUNG (1989): Agrarbericht 1989, S. 113.

⁶⁰⁾ EUROSTAT (1988): Pflanzliche Erzeugung, vierteljährliche Statistik, 1/88, S. 29; bei einem mittleren Rapsertag von 30,1 dt/ha, einer mittleren Ölausbeute von 40 % und einem spezifischen Gewicht des Rapsöls von 0,9 kg/l; eigene Berechnungen.

⁶¹⁾ BUNDESREGIERUNG (1989): Agrarbericht 1989, Materialienband Tabelle 12.

blik Deutschland große Schwankungsbreiten bestehen.

Übersicht 3-1**Größenordnung der Absatzpotentiale für nachwachsende Rohstoffe etwa zum Jahr 2000**

	Bundesrepublik Deutschland	Europäische Gemeinschaft
Zucker	120 000	500 000 – 730 000
Stärke	860 000 – 970 000	2 500 000 – 4 000 000
Öle, Fette	840 000 – 1 300 000	2 000 000 – 3 800 000
Ethanol	1 000 000	4 000 000 – 6 350 000

Angaben in t bzw. m³ (für Ethanol) pro Jahr

Quelle: Eigene Zusammenstellung nach Tabelle 3-4

In die vorliegenden Abschätzungen der Absatzpotentiale gehen Einschätzungen sowohl hinsichtlich technischer Fortschritte bei Anbau, Konversion und im Anwendungsbereich nachwachsender Rohstoffe als auch hinsichtlich veränderter ökonomischer Rahmendaten (Preisverhältnisse, Preisstabilität, Versorgungssicherheit usw.) ein. Sie sind mit entsprechenden Unsicherheiten behaftet und dürfen nicht als Vorhersagen zur zukünftigen Entwicklung betrachtet werden. Es handelt sich um optimistische Schätzungen, die in etwa die Obergrenze der erreichbaren Absatzmengen nachwachsender Rohstoffe im Laufe des Jahrzehnts abstecken⁶²⁾.

3.2 Wettbewerbsfähigkeit und Produktionsmenge bestimmende Faktoren

Die Faktoren, von denen die Ausschöpfung der denkbaren Absatzpotentiale (Kapitel 3.1) abhängt und die die Wettbewerbsfähigkeit und Absatzmenge nachwachsender Rohstoffe beeinflussen, werden nachfolgend diskutiert. Zunächst wird versucht, eine Systematik zu erstellen und einen Überblick zu geben (Übersicht 3-3). Anschließend wird für jeden

⁶²⁾ GROSSKOPF, W. (1986): a.a.O., S. 23; HENRICHSMAYER, W. (1986): Auswirkungen auf die Agrarstruktur. In: Expertenkolloquium „Nachwachsende Rohstoffe“, 14./15.10.1986 in Bonn, Bd. 2, S. 31.

Übersicht 3-2

Abschätzung der Absatzpotentiale für nachwachsende Rohstoffe

Die Absatzpotentiale werden von der Entwicklung der technischen Möglichkeiten zum Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen und von ökonomischen Rahmendaten beeinflusst. Bei den vorliegenden Abschätzungen des Absatzpotentials (siehe Übersicht 3-1) werden beide Einflüßbereiche berücksichtigt, da eine systematische Trennung kaum erreichbar ist. Es handelt sich um grobe Abschätzungen mit entsprechenden Unsicherheiten. Die verfügbaren Zahlenangaben sind als optimistische Schätzungen zu betrachten und dürften die Obergrenze der erreichbaren Absatzmengen bis zum Jahr 2000 darstellen.

Faktor diskutiert, welche Entwicklungstendenz erwartet werden kann und wie sich diese auf die Wettbewerbsfähigkeit nachwachsender Rohstoffe auswirkt.

Übersicht 3-3

Die Wettbewerbsfähigkeit von nachwachsenden Rohstoffen beeinflussende Faktoren**1. Rahmendaten im Agrarsektor (Angebotsseite)**

- 1.1 Entwicklung der Kosten für die Produktion von nachwachsenden Rohstoffen durch die
 - allgemeine technisch-organisatorische Entwicklung in der Landwirtschaft
 - durch die technische Entwicklung bei der Produktion von nachwachsenden Rohstoffen
 - Entwicklung der Betriebsmittelpreise
- 1.2 Entwicklung der Nahrungsmittelpreise
 - Weltagrarpreise
 - EG-Binnenmarktpreise
- 1.3 Wirtschaftlichkeit konkurrierender Standorte
 - weltweit
 - Europäische Gemeinschaft
- 1.3 Konkurrierende Flächenansprüche
 - nicht-landwirtschaftliche Produktion von nachwachsenden Rohstoffen (z. B. Forstwirtschaft)
 - Flächenbedarf für Naturschutz, Freizeit usw.

2. Rahmendaten im Energie- und Chemiesektor (Nachfrageseite)

- 2.1 Entwicklung der Energiepreise
 - Erdölpreis als Leitgröße
- 2.2 Preisentwicklung bei zu substituierenden Chemieprodukten
 - Erdölpreis
 - Einfluß von Verbundproduktionen
- 2.3 Innovationen bei der Konversion und Verwendung nachwachsender Rohstoffe

Fortsetzung Übersicht 3-3

2.4 Entwicklung der Wirtschaftlichkeit konkurrierender Techniken

- Energie- und Rohstoffeinsparung
- anderer regenerativer Energien
- anderer Technikentwicklungen und Anwendungen im chemisch-technischen Bereich

2.5 Kosten der Umstrukturierung von Produktionsstrukturen**3. Umweltpolitische Randbedingungen**

- Umweltauflagen für die Agrarproduktion
- Umweltauflagen im Bereich Konversion
- umweltpolitische Maßnahmen im Bereich Energie und Chemie
- Präferenzen der Konsumenten für natürliche bzw. umwelt- und gesundheitsschonende Produkte.

3.2.1 Rahmendaten im Agrarsektor*Produktivität der Landwirtschaft*

Technisch-organisatorische Fortschritte in der Landwirtschaft wirken kostensenkend pro Ertrags-einheit bzw. erhöhend auf den Deckungsbeitrag. Soweit diese Fortschritte allgemein in der Landwirtschaft anwendbar sind, verändern sie die Wettbewerbsstellung zwischen Nahrungsmittelproduktion und nachwachsenden Rohstoffen nicht, verbessern aber die Wettbewerbsfähigkeit der nachwachsenden Rohstoffe gegenüber zu substituierenden Produkten. Die Wettbewerbsfähigkeit nachwachsender Rohstoffe gegenüber der Nahrungsmittelproduktion wird dagegen durch technische Entwicklungen verbessert, die sich speziell auf NR beziehen. Als Beispiele hierfür sind besondere züchterische Fortschritte und Verbesserungen der Anbautechnik bei bestimmten nachwachsenden Rohstoffen zu nennen, die sich aufgrund der bisherigen Vernachlässigung dieser Pflanzenarten eröffnen.

Das Ausmaß von Produktionskostensenkungen durch Züchtungsfortschritte ist mit Unsicherheiten verbunden. Der Zeithorizont beträgt durchschnittlich über 20 Jahre, vom Beginn einer Neuzüchtung bis zur Einführung dieser neuen Sorte. Daher werden Zweifel angemeldet, ob innerhalb des Betrachtungszeitraums von 10 Jahren schon merkliche Produktionserhöhungen aufgrund von Pflanzenzüchtungen realisiert werden können. Bis zum Jahr 2000 dürften sich danach auch biotechnologische Verfahren noch nicht wesentlich auswirken. Im Jahr 1990 gab es noch keine einzige kommerziell erhältliche oder genutzte Pflanze, die mit Hilfe biotechnologischer Methoden gezüchtet wurde. Die meisten Prognosen gehen derzeit davon aus, daß die ersten Effekte der Biotechnologie im Bereich der Pflanzenproduktion erst nach dem Jahr 2000 zu erwarten sind.⁶³⁾

⁶³⁾ JOCHEM, E. et al. (1990): Kommentargutachten (Komm.-Drs. 11/74) zum Berichtsentwurf „Nachwachsende Rohstoffe“ (AG „Landwirtschaft“ Arbeitspapier 11/55), S. 5.

In der FAL-Studie sind Projektionen für die Entwicklung der Erträge und des dafür erforderlichen Einsatzes an Betriebsmitteln vorgenommen worden⁶⁴). Diese Entwicklung der Erträge und des Betriebsmitteleinsatzes sind nicht nur vom technischen Fortschritt abhängig, sondern werden weiterhin von den ökonomischen Rahmendaten des Agrarsektors (Preis-Kosten-Verhältnis) beeinflusst, so daß eine Differenzierung nach agrarpolitischen Szenarien (vgl. Kapitel 3.4) notwendig wurde. Ausgewählte Ergebnisse für einzelne Fruchtarten werden in der Tabelle 3-5 wiedergegeben. Diese Projektionen sind außerdem von Bedeutung für die Abschätzung der Angebotsüberschüsse und der Umweltbelastungen.

Der Betriebsmitteleinsatz in der Landwirtschaft ist abhängig von den Preisen für die industriellen Vor-

leistungen. Damit beeinflusst die Entwicklung der Energiepreise nicht nur die Wettbewerbsfähigkeit substituierender Produkte (siehe Kapitel 3.2.2), sondern auch die Kosten in der Agrarproduktion, insbesondere über die Preise für Treibstoffe und Stickstoffdünger. Preisprojektionen der FAL-Studie für landwirtschaftliche Betriebsmittel bei gleichbleibenden und steigenden Energiepreisen (Steigerung von + 2,7 % pro Jahr) gibt die Tabelle 3-6 wieder.

Diese industriellen Vorleistungen (Dünge-, Pflanzenbehandlungsmittel, Energie) nehmen etwa 30 % der Aufwendungen für alle landwirtschaftlichen Betriebsmittel ein⁶⁵). In der Pflanzenproduktion ist dieser Anteil allerdings erheblich höher als im gesam-

⁶⁴) MEINHOLD, K. et al. (1987): a.a.O., S. 137 ff.

⁶⁵) BUNDESREGIERUNG (1990): Agrarbericht 1990, Materialienband, Tabelle 29.

Tabelle 3-5

Durchschnittserträge sowie Dünger- und Pflanzenschutz aufwendungen ausgewählter Fruchtarten in der Bundesrepublik Deutschland

Fruchtart	Ertrag dt/ha	N kg/ha	P ₂ O ₅ kg/ha	K ₂ O kg/ha	CaO kg/ha	Pflanzenschutz DM/ha
Winterweizen						
Heute	55.1	141	83	150	100	175
2000-1	80.	240	121	200		273
2000-2	72.	183	100	173		210
Wintergerste						
Heute	50.9	115	78	135	100	131
2000-1	74.	172	110	180		204
2000-2	67.	141	93	156		158
Körnermais						
Heute	60.4	160	130	190	100	175
2000-1	87.	240	158	249		273
2000-2	79.	183	126	206		210
Winterraps						
Heute	26.5	189	104	236	100	124
2000-1	37.4	244	131	279		193
2000-2	33.	215	116	257		149
Speisekartoffeln						
Heute	293.9	140	111	250	100	173
2000-1	500.	180	154	333		265
2000-2	500.	180	154	333		265
Stärkekartoffeln						
Heute	330.	120	105	270	100	200
2000-1	660.	200	165	430		301
2000-2	600.	170	140	360		288
Zuckerrüben						
Heute	497.2	177	146	355	100	293
2000-1	660.	212	180	405		443
2000-2	600.	190	155	370		410
Ethanolrüben						
Heute	497.2	177	146	355	100	293
2000-1	700.	260	189	418		443
2000-2	640.	207	142	370		410
Öllein						
Heute	16.	40	80	100		100
2000-1	25.	70	100	120		156
2000-2	24.	65	95	115		120

Quelle: MEINHOLD, K. et al. (1987): a. a. O., S. 139f.

Tabelle 3-6

Preise für Energie und industrielle Vorleistungen

Jahr		Ø 1981–1984	2000	2000
Preisniveau für Energie			gleichbleibend	steigend
Erdöl	DM/t	582	582	936
Dieselöl	DM/t	1 231	1 231	1 656
Strom	DM/MWh	202	202	294
Stickstoffdünger	DM/t	1 734	1 734	2 231
Phosphordünger	DM/t	1 512	1 512	1 608
Kalidünger	DM/t	577	577	639

Quelle: MEINHOLD, K. et al. (1987): a.a.O., S. 111.

ten Sektor. Außerdem wirken sich die Preisänderungen auf die Herstellungskosten von Vorleistungen landwirtschaftlicher Herkunft (z.B. Futtermittel und Saatgut) aus. Bei den geringen Rentabilitätsmargen der Pflanzenproduktion können deshalb relativ geringfügige Preisänderungen für industrielle Vorleistungen einen bedeutenden Einfluß auf die Wettbewerbsfähigkeit ausüben. Bei der energetischen Verwendung nachwachsender Rohstoffe werden diese Kosteneffekte jedoch durch die gleichzeitig verbesserten Produktpreise überkompensiert.

Die technische Entwicklung in der Landwirtschaft verändert weiterhin die Arbeitswirtschaft und den Maschineneinsatz in der Pflanzenproduktion. Arbeit und Kapital stellen austauschbare Faktoren dar, deren Einsatz sich im Prinzip an den jeweiligen Kosten (Minimalkostenkombination) orientiert. Inwieweit die technisch möglichen Skaleneffekte durch produktivere Maschinen, die Arbeitskraft ersetzen, ausgenutzt werden, ist von einer Reihe von Faktoren — insbesondere von der Agrarstruktur — abhängig. Die Projektion von Technikausstattung und Arbeitsbedarf in der Pflanzenproduktion muß daher wiederum szenarienabhängig sein⁶⁶⁾. Die Projektion der FAL-Studie für ausgewählte Fruchtarten ist der Tabelle 3-7 zu entnehmen. Hinzuweisen ist, daß die Agrarstruktur und die daraus abzuleitenden Strukturdaten nicht Ergebnisse von Modellberechnungen sind, sondern als Annahmen gesetzt wurden.

Für das einkommensorientierte Szenario (Szenario 2000-1) wird eine Technologiestufe angenommen, die als „2 ha Parzellentechnologie“ umschrieben werden kann. Es wird also davon ausgegangen, daß auch bei einer einkommensorientierten Agrarpolitik der heute und in der Vergangenheit zu beobachtende strukturelle Wandel weitergeht und gegenüber der heutigen durchschnittlichen Parzellengröße von etwa 1 ha bis zum Jahr 2000 eine ungefähre Verdopplung erreicht wird. Damit wäre ein Arbeitseinsatz verbunden, der am Beispiel des Getreidebaus von ca. 16 auf ca. 11 Schlepper- und Erntemaschinenstunden fallen würde. Im marktorientierten Szenario

(Szenario 2000-2) wird davon ausgegangen, daß ein beschleunigter Strukturwandel eintritt, so daß eine durchschnittliche Parzellengröße von 5 ha unterstellt werden kann. Danach würde sich am Beispiel des Getreidebaus der Schleppereinsatz nochmals von 11 auf ca. 8 Stunden verringern⁶⁷⁾. Aus betriebswirtschaftlicher Sicht ist der Übergang von der heute betriebenen Mechanisierungsstufe zu einer höheren Stufe immer dann sinnvoll, wenn eine entsprechende Auslastung der leistungsfähigeren Maschinen erreicht werden kann. Es kommt dann zur Kostensenkung, weil die variablen Kosten für die Maschinen mit größerer Leistungsfähigkeit geringer ansteigen als deren Fixkosten abnehmen.

Agrarpreise

Von der Angebotsseite her ist preisbestimmend für nachwachsende Rohstoffe, welche Preise für eine alternative Verwendung als Nahrungsmittel zu erzielen sind. Die Abschätzung der Entwicklung der Nahrungsmittelpreise spielt also eine wichtige Rolle für die Aussagen zur Wettbewerbsfähigkeit nachwachsender Rohstoffe.

Bei den Weltmarktpreisen wird in der FAL-Studie eine jährliche Senkungsrate von 2 % (bzw. 1 % bei steigenden Energiepreisen) angenommen⁶⁸⁾. Dabei handelt es sich um eine Trendfortschreibung. Das langfristige Sinken der Agrarpreise wird aufgrund der weiteren technischen Fortschritte in der Agrarproduktion erwartet. Es ist umstritten, ob das Weltmarktpreisniveau entsprechend dieser Annahme bis zum Jahr 2000 um real 30 % absinken kann. Es erscheint fraglich, inwieweit die aktuellen Weltmarktpreise noch kostendeckend sind bzw. wie stark sie bereits subventioniert sind und welche weiteren Preissenkungsspielräume sie vor diesem Hintergrund noch aufweisen dürften⁶⁹⁾. An der Weltmarktpreisannahme der FAL-Studie kann weiterhin kritisiert werden, daß sie für beide Szenarien gleichermaßen gilt. Bei einer marktorientierten Agrarpolitik ist zu erwarten, daß sie in eine internationale Liberalisierung der Agrarmärkte eingebunden ist. Dies würde zu steigenden Weltmarktpreisen führen. So kommt eine andere Studie für diesen Fall z.B. zu einer Erhöhung der Weltmarktpreise für Getreide um 15 % bis zum Jahr 2000⁷⁰⁾. Eine Vereinfachung besteht in der FAL-Studie zusätzlich darin, daß die Struktur der Weltagrarpreise als konstant vorausgesetzt wird. Dies widerspricht der bisherigen Entwicklung und hätte Folgen für die berechnete Struktur der Produktionsmengen nachwachsender Rohstoffe und würde ggf. deren Flächen- und Subven-

⁶⁷⁾ a.a.O., S. 142.

⁶⁸⁾ a.a.O., S. 104, 106.

⁶⁹⁾ PASCHEN, H. et al. (1987): Kommentargutachten zur Studie „Möglichkeiten und Grenzen beim Anbau regenerativer Rohstoffe für Energieerzeugung und chemische Industrie“. In: Materialienband IV zur BT-Drucksache 10/6801, S. 426.

⁷⁰⁾ HENRICHSMEYER, W. et al. (1989): Mittel- und langfristige Abschätzung der Folgewirkungen alternativer landwirtschaftlicher Entwicklungspfade, Studie für die Enquete-Kommission „Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung“ des 11. Deutschen Bundestages, Kommissionsdrucksache 11/66, S. 33.

⁶⁶⁾ MEINHOLD, K. et al.: a.a.O., S. 141 ff.

Tabelle 3-7

Annahmen zur Technikausstattung und Arbeitswirtschaft bei dem Anbau ausgewählter Fruchtarten in den untersuchten Szenarien

Merkmal		Szenario		
		Heute	2000-1	2000-2
Parzellengröße ¹⁾	ha	1	2	5
Schleppergröße ¹⁾	kW	40	55	70
Winterweizen				
Ertrag	dt/ha	55,1	80,0	72,0
Mähdrescherschnittbreite	(SF) ²⁾ m	2,6	3,0	5,0
Mähdrescherstunden	h/ha	2,0	1,6	1,0
Schlepperstunden	h/ha	12,7	7,8	5,1
Arbeitsbedarf	h/ha	14,7	9,4	6,1
Winterraps				
Ertrag	dt/ha	26,5	37,4	33,0
Mähdrescherschnittbreite	(SF) ²⁾ m	2,0	3,0	3,0
Mähdrescherstunden	h/ha	2,8	1,4	1,8
Schlepperstunden	h/ha	17,9	14,3	8,1
Arbeitsbedarf	h/ha	20,7	15,7	9,9
Zuckerrüben				
Ertrag	dt/ha	497,2	660,0	600,0
Zuckerrübenvollernter	Typ	1reihig ³⁾	2reihig ³⁾	2reihig ²⁾
Zuckerrübenvollernterstunden	ha/ha	8,8	4,7	3,4
Schlepperstunden	h/ha	30,5	19,1	9,2
Arbeitsbedarf	h/ha	35,5	25,0	15,3
Speisekartoffeln				
Ertrag	dt/ha	293,9	500,0	500,0
Kartoffelvollernter	Typ	1reihig	1reihig	2reihig ²⁾
Kartoffelvollernterstunden	h/ha	12,0	9,5	4,9
Schlepperstunden	h/ha	37,6	23,4	11,4
Arbeitsbedarf	h/ha	64,0	23,4	16,3

¹⁾ gilt für alle Fruchtarten²⁾ Selbstfahrer³⁾ gezogene Maschinen

Quelle: MEINHOLD, K. et al. (1987): a. a. O., S. 143

tionsbedarf verändern⁷¹⁾. Zusammenfassend läßt sich festhalten, daß die Annahme der FAL-Studie günstig für die nachwachsenden Rohstoffe ist, da die konkurrierende Flächenverwendung für Nahrungsmittel unrentabler wird⁷²⁾.

Im nächsten Schritt ist zu fragen, wie sich die Agrarpreise in der EG in Zukunft entwickeln werden. Dies ist in starkem Maße eine agrarpolitische Entscheidung. Deshalb sind die Binnenmarktpreise ein zentrales Element der Szenarienbildung (siehe Kapitel 3.3). Der grundsätzliche Zusammenhang ist, daß je stärker die Binnenmarktpreise fallen, dies um so günstiger für die Wettbewerbsfähigkeit nachwachsender Rohstoffe ist.

Standortkonkurrenz

Wenn sich die Wettbewerbsstellung nachwachsender Rohstoffe verbessert, dann gilt dies nicht nur für

die Bundesrepublik Deutschland, sondern entsprechend der Rahmenbedingungen für die gesamte Europäische Gemeinschaft bzw. weltweit. Bei global günstigen Rahmenbedingungen für nachwachsende Rohstoffe haben flächenreiche Standorte und Länder mit günstiger Agrarstruktur Wettbewerbsvorteile. In der EG dürfte dann die Nahrungsmittelproduktion weiterhin im Vordergrund stehen⁷³⁾. Die Vorzüglichkeit von Standorten bedeutet jedoch nicht, daß die entsprechende Agrarproduktion (bzw. Produktion von nachwachsenden Rohstoffen) nur an diesen Standorten erfolgt. Daraus können nur Hinweise auf die Schwerpunkte der Produktion und das Produktionsniveau an verschiedenen Standorten gewonnen werden.

Bei den Konkurrenzbeziehungen innerhalb der Europäischen Gemeinschaft ist auf Wettbewerbsvorteile durch relativ günstige klimatische Bedingungen und relativ niedrige Lohnkosten in Spanien, Portugal und Griechenland hinzuweisen⁷⁴⁾. Bei der Pro-

⁷¹⁾ JOCHEM, E. et al. (1987): Kommentargutachten zur Studie „Möglichkeiten und Grenzen beim Anbau regenerativer Rohstoffe für Energieerzeugung und chemische Industrie“. In: Materialienband IV zur BT-Drucksache 10/6801, S. 400.

⁷²⁾ vgl. JOCHEM, E. et al. (1987): a.a.O., S. 400.

⁷³⁾ SCHRADER, J.V. (1986): Nachwachsende Rohstoffe: Zu Fragen der Außenwirtschaft. In: Expertenkolloquium „Nachwachsende Rohstoffe“, 14./15.10.1986 in Bonn, Bd. 1, S. 85.

⁷⁴⁾ JOCHEM, E. et al. (1987): a.a.O., S. 398.

duktion von Getreide, Zuckerrüben und Kartoffeln bestehen Standortvorzüglichkeiten in den nördlichen Regionen mit fruchtbaren Böden, bei der Produktion der öl- und eiweißhaltigen Rohstoffpflanzen vornehmlich in den südlichen Regionen der EG⁷⁵⁾. Im allgemeinen werden die Wettbewerbsnachteile der bundesrepublikanischen Landwirtschaft, die derzeit insbesondere aufgrund der Agrarstruktur bestehen, nicht grundsätzlich verändert.

Die Untersuchungen der FAL-Studie sind auf die Bundesrepublik Deutschland beschränkt. Aufgrund der begrenzten Bearbeitungszeit für die Studie und der komplexen Fragestellungen war diese Eingrenzung, die in Absprache mit der Enquete-Kommission erfolgte, unumgänglich. Es ist allerdings darauf hinzuweisen, daß diese Eingrenzung tendenziell zu einer Überschätzung der inländischen Nachfrage bzw. Produktion von nachwachsenden Rohstoffen führt⁷⁶⁾.

Flächenkonkurrenz

Aus einer zukünftigen Abnahme der Bevölkerung und eines im wesentlichen unveränderten Pro-Kopf-Verbrauchs von Nahrungsmitteln ergibt sich eine Verminderung des inländischen Absatzpotentials im Nahrungsbereich⁷⁷⁾. Wenn zusätzlich mit einer marktorientierten Agrarpolitik mittels Preissenkungen die Agrarüberschüsse abgebaut werden, dann führt dies zum Ausscheiden von erheblichen Flächen aus der Agrarproduktion. In der FAL-Studie stehen diese Flächen zu Opportunitätskosten von Null DM für den Abbau nachwachsender Rohstoffe zur Verfügung. Diese Annahme ist aber nur zulässig, wenn keine anderen bzw. nicht-landwirtschaftlichen Flächenansprüche auftreten werden. So ist zukünftig mit einem zunehmenden Flächenbedarf für den Landschafts- und Naturschutz zu rechnen. Außerdem könnten sinkende Boden- und Pachtpreise infolge niedriger Agrarpreise eine erhebliche Nachfrage nach Land für nicht-landwirtschaftliche Zwecke mobilisieren. Ein Vergleich mit der derzeitigen Situation im Nordosten der USA zeigt, daß sich dort bei vergleichbarer Bevölkerungsdichte und vergleichbarer natürlicher Standortgunst, aber geringerem Agrarpreinsniveau, ein erheblicher Teil der Landnutzung nicht mehr in der Form traditioneller Agrarproduktion zur Erzielung möglichst hoher Einkommen vollzieht, sondern die Landnutzung dort vorrangig der Einkommens- und Freizeitverwendung dient⁷⁸⁾.

Schließlich könnten noch neue Produktionsrichtungen und -verfahren, insbesondere sehr extensive Tierhaltung, um die freiwerdenden Flächen konkurrieren. Diese Anmerkungen führen dazu, daß in der FAL-Studie das Auftreten von Brachflächen überschätzt, damit die Kosten des Anbaus nachwachsen-

der Rohstoffe unterschätzt und somit die Wettbewerbsstellung nachwachsender Rohstoffe zu günstig eingeschätzt sein könnte.

Produktivität der Rohstoffgewinnung und der Konversion

Die Verfahren zur Verarbeitung nachwachsender Rohstoffe basieren überwiegend auf einer längeren technischen Tradition. Nach derzeitigem Wissensstand sind im Bereich der Zucker-, Stärke-, Ethanol- und auch Ölgewinnung zwar keine sprunghaften technischen Innovationen bis 2000 zu erwarten, jedoch werden durch Verfahrensoptimierung, Verfahrensanpassung und Verbesserungen einzelner Details der Verfahrensschritte und der Gesamtprozesse weitere betriebswirtschaftliche Vorteile zu erzielen sein⁷⁹⁾. Diese Kostensenkungen führen tendenziell zu einer verbesserten Wettbewerbsfähigkeit nachwachsender Rohstoffe. In der FAL-Studie werden diese Produktivitätsfortschritte berücksichtigt, indem einheitlich fortschrittliche Technologien der Rohstoffgewinnung und Konversion unterstellt werden. Dabei handelt es sich um Technologien, die bereits heute Stand der Technik und somit für die Praxis verfügbar bzw. umsetzbar sind, was nicht bedeutet, daß sie bereits heute in der Praxis angewendet werden.

3.2.2 Rahmendaten im Energie- und Chemiesektor

Energiepreise

Die Wettbewerbsfähigkeit nachwachsender Rohstoffe ist entscheidend abhängig von der Preisentwicklung der Produkte im Energie- bzw. Chemiesektor, die die nachwachsenden Rohstoffe ersetzen sollen. Zukünftige Energiepreise stellen also direkt für den Energiesektor bzw. indirekt für den Chemiesektor — aufgrund der wichtigen Rolle der Petrochemie — einen zentralen Faktor dar. Der Erdölpreis kann dabei als Leitgröße für die Energiepreise angesehen werden.

Die Studie der FAL geht bei ihren Berechnungen von zwei unterschiedlichen Energiepreisentwicklungen aus, die zum einen den Erdölpreis ausgehend von 582 DM/t (Basis 1981-84) bis zum Jahr 2000 als konstant ansieht bzw. zum anderen bei einer jährlichen Energiepreissteigerung von + 2,7 % den Erdölpreis zum Jahr 2000 um 60 % auf 936 DM/t ansteigen läßt⁸⁰⁾.

Die Erwartungen an zukünftige Energie- und Erdölpreise sind stark umstritten. Je nach gewählter Ausgangsbasis und Steigerungsrate ergeben sich sehr unterschiedliche Preisprojektionen von Erdöl. Beispielshaft verdeutlicht dies die Abbildung 3-1, die unterschiedliche Ausgangspositionen für Preisprojektionen in Verbindung mit unterschiedlichen Annahmen über die Preisentwicklung darstellt, so daß am Ende des Betrachtungszeitraums im Jahr 2000 der Erdölpreis zwischen 30 und 85 Dollar/Barrel diffe-

⁷⁵⁾ LEE, J. (1986): The impact of technology on the alternative uses of land. FAST, Occasional paper, Nr. 85; zitiert in Kleinhanss, W. (1988): a.a.O., S. 7.

⁷⁶⁾ vgl. JOCHEM, E. et al. (1987): a.a.O., S. 398.

⁷⁷⁾ MEINHOLD, K. et al. (1987): a.a.O., S. 103.

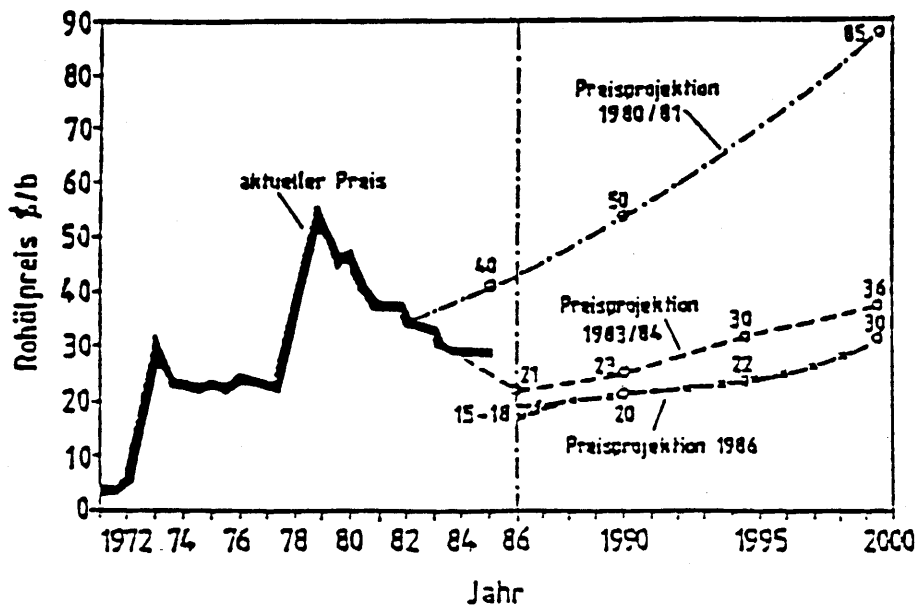
⁷⁸⁾ ISERMEYER, F. (1987): Kommentargutachten zur Studie „Möglichkeiten und Grenzen beim Anbau regenerativer Rohstoffe für Energieerzeugung und chemische Industrie“. In: Materialienband IV zur BT-Drucksache 10/6801, S. 383.

⁷⁹⁾ MEINHOLD, K. et al. (1987): a.a.O., S. 145.

⁸⁰⁾ MEINHOLD, K. et al. (1987): a.a.O., S. 108 ff.

Abbildung 3-1

Abgelaufene und prognostizierte Preisentwicklung für Erdöl



Quelle: SCHÜRMANN, H. J. (1989): a. a. O., S. 235 ff.

riert⁸¹). Nach neuesten Prognosen wird ausgehend von dem Erdölpreis von 14,8 Dollar/Barrel im Jahre 1988 für das Jahr 2000 ein Preis von 16,6 Dollar/Barrel erwartet. Erst danach wird mit einem stärkeren Preisanstieg auf 25 Dollar/Barrel im Jahr 2010 gerechnet⁸²). Dabei wird nicht ausgeschlossen, daß es innerhalb des Betrachtungszeitraums zu erheblichen kurzfristigen Preisschwankungen kommen kann.

Durch den hohen Ausgangspreis bzw. zusätzlich durch die angenommene Preissteigerung wird in der FAL-Studie die Wettbewerbsfähigkeit von Bioethanol im Jahre 2000 vermutlich überschätzt⁸³). Dementsprechend dürfte die für 2000 ermittelte Produktionsmenge nachwachsender Rohstoffe zu hoch ausgefallen sein. In der weiteren Berichterstattung wird darauf noch eingegangen (siehe auch Kapitel 3.4.1).

Umstritten sind weiterhin Annahmen zum Verhältnis von Erdöl- und Ethanolpreis. In der FAL-Studie wird davon ausgegangen, daß der Benzinpreis (ab Raffinerie, vor Steuern) um 40 % über dem Rohölpreis und der erzielbare Ethanolpreis um ca. 30 % über dem Benzinpreis liegt⁸⁴). Die Kritik lautet, daß zum einen die Preisrelation zwischen Erdöl- und Benzinpreis bei steigenden Erdölpreisen nicht stabil

ist, sondern sich verringert. Außerdem sei das Preisverhältnis schon für heute zu hoch angesetzt⁸⁵). Das Preisverhältnis zwischen Benzin- und Ethanolpreis, versehen mit einem Zuschlag für Ethanol als Oktanzahlverbesserer bzw. Lösungsvermittler, wird ebenfalls in dieser Höhe als nicht gerechtfertigt angesehen⁸⁶). Von Seiten der Mineralölindustrie wird sogar davon ausgegangen, daß die Beimischung von Ethanol erst dann wirtschaftlich interessant ist, wenn der Ethanolpreis unter dem Benzinpreis liegt⁸⁷). Diese Argumentation führt dazu, daß der Ethanolpreis deutlich zu hoch angesetzt ist und damit die Wettbewerbsfähigkeit von Bioethanol zusätzlich überschätzt wird, mit entsprechenden Auswirkungen bei den errechneten ökonomischen Ergebnissen für Ethanol der FAL-Studie.

Als Beimischung zum Kraftstoff steht Ethanol in Konkurrenz zu den sauerstoffhaltigen Komponenten und Lösungsvermittlern, die derzeit dem Benzin beigemischt werden (ebenfalls bis zu 5 % gemäß EG-Richtlinie 85/536). Als sauerstoffhaltige Komponente ist dies vor allem Methanol, das günstig hergestellt werden kann (auf Erdölbasis)⁸⁸) und dessen Preis heute etwa 60 % des Benzinpreises beträgt⁸⁹).

⁸¹) SCHÜRMANN, H.J. (1986): Entwicklungstendenzen in der Energieversorgung — ein aktueller Rückblick und ein offener Vorblick. Zeitschrift für Energiewirtschaft, Heft 4, S. 235-249.

⁸²) MASUHR, K.P. et al. (1989): Die energiewirtschaftliche Entwicklung in der Bundesrepublik Deutschland bis zum Jahr 2010, Untersuchung von PROGNOSEN und Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft, Basel, S. 128.

⁸³) JOCHEM, E. et al. (1987): a. a. O., S. 400; PASCHEN, H. et al. (1987): a. a. O., S. 429.

⁸⁴) MEINHOLD, K. et al. (1987): a. a. O., S. 111, 115 f.

⁸⁵) PASCHEN, H. et al. (1987): a. a. O., S. 428.

⁸⁶) a. a. O., S. 428 f.

⁸⁷) GIERE, H.-H. (1986): Kurzvortrag zur Technik und Ökonomie von Energieträgern (Schwerpunkt: Bioethanol) aus der Sicht der Mineralölindustrie. In: Expertenkolloquium „Nachwachsende Rohstoffe“, 14./15.10.1986 in Bonn, Bd. 1, S. 41.

⁸⁸) Methanol wird derzeit zum Großteil aus der Verarbeitung von Raffinerierückständen gewonnen. Methanol läßt sich weiterhin auf der Basis von Kohle, Erdgas und Holz herstellen.

⁸⁹) GIERE, H.-H. (1986): a. a. O., S. 42.

Preise chemischer Produkte

Für die chemischen Grundstoffe, die auf Erdölbasis hergestellt werden, gelten die zuvor unter Energiepreisen getroffenen Aussagen. Zusätzlich ist zu berücksichtigen, daß die chemische Produktion durch Koppel- und Verbundproduktionen charakterisiert ist. Wenn nachwachsende Rohstoffe einzelne Grundstoffe ersetzen sollen, bedeutet dies einen Eingriff in komplexe Produktionsprozesse und -linien. Entsprechend groß ist der Spielraum in der Preisgestaltung und Wettbewerbsfähigkeit der zu substituierenden chemischen Grundstoffe.

Bei den Konkurrenzbeziehungen zu (petro-)chemischen Produkten verliert der Erdölpreis um so mehr an Bedeutung, je weiter die durch NR zu substituierenden Produkte von chemischen Grundstoffen entfernt sind, bedingt durch die hohe Wertschöpfung in der chemischen Industrie.

In der Öl- und Fettchemie besteht zu mineralischen Kohlenstoffträgern eine relativ klare Abgrenzung in bestimmte Einsatzbereiche, die durch die hohen Preisunterschiede und durch Qualitätseigenschaften bedingt sind. Die Produktlinie Öle und Fette steht deshalb vor allem in Konkurrenzbeziehungen zu tierischen Fetten (z.B. Talg) und zu Pflanzenölen aus Ländern der Dritten Welt. Die Pflanzenzüchtung zu Ölpflanzen in der EG ist bestrebt, neben qualitätsbestimmenden Faktoren auch die ertragsbestimmenden Faktoren der rohstoffliefernden Pflanzen zu steigern, damit neue, züchterisch überarbeitete Pflanzensorten an europäische Klimaverhältnisse angepaßt werden und die Anbauwürdigkeit erlangen⁹⁰). Aus unternehmerischer Sicht wird aufgrund der starken Importabhängigkeit bei Pflanzenölen eine Diversifizierung der Rohstoffquellen und ein verstärkter inländischer Anbau angestrebt, um die Rohstoffsicherheit zu erhöhen⁹¹). Es ist allerdings zu fragen, auf welche Reaktionen und Veränderungstendenzen auf dem internationalen Öl- und Fettmarkt diese Strategie treffen würde.

Innovationen bei Konversion und Verwendung nachwachsender Rohstoffe

Im chemisch-technischen Bereich erweitern neue Verwendungen und Produkte, die spezifisch auf die nachwachsenden Rohstoffe zugeschnitten sind, die NR-Absatzchancen. Einerseits gilt dies für technische Entwicklungen bei der Inhaltsstoffgewinnung und -umwandlung, insbesondere im Hinblick auf Verbesserungen bzw. neue Wege bei der Stoffausbeute und der Stoffumwandlung sowie der Minimierung von Nebenprodukten, Hilfsstoffen und Rückständen aus den Umwandlungsprozessen. Biotechnologische Produktionsverfahren werden in diesem Zusammenhang stark an Bedeutung gewinnen⁹²). Andererseits trifft dies für neue Produkte zu, deren spezifische Eigenschaften durch die Rohstoffbasis nachwachsender Rohstoffe bedingt sind. Umweltei-

genschaften (z.B. biologische Abbaubarkeit) und Ersatz von humantoxikologisch bedenklichen Stoffen (z.B. Asbest) sind dabei u.a. von großer Relevanz (siehe auch 3.2.3).

Zu unterscheiden ist die Spezialitätenproduktion (z.B. Immuntoxine) durch biotechnologische Verfahren auf der Basis von Massenrohstoffen (Zucker bzw. Stärke), die Herstellung von Spezialitäten (z.B. Inulin) auf der Basis von Spezialrohstoffen. Bei ersterer liegt die hohe Wertschöpfung bei der chemischen Industrie, bei letzterer besteht teilweise nur ein geringes Produktionspotential, aber die hohe Wertschöpfung erfolgt bei der landwirtschaftlichen Rohstofferzeugung.

Entwicklung konkurrierender Techniken

Neben den nachwachsenden Rohstoffen bestehen z.T. erhebliche Entwicklungspotentiale bei Techniken der Energie- und Rohstoffeinsparung sowie bei anderen regenerativen Energien (insbesondere Solarenergie). Diese Techniken konkurrieren direkt mit nachwachsenden Rohstoffen zur energetischen Verwendung und werden deren Wettbewerbsfähigkeit und Nachfrage beeinflussen. Auf Entwicklungspotentiale und Kostentendenzen der regenerativen Energiequellen und der Energieeinsparung wird im Bericht der Enquete-Kommission zum Thema „Bedingungen und Folgen von Aufbaustrategien für eine solare Wasserstoffwirtschaft“ eingegangen.

Die Enquete-Kommission hatte exemplarische Prozesse der Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung unter begrenzten Zeit- und Arbeitskapazitäten durchzuführen. Daher war ihr eine Verknüpfung der TA-Prozesse und eine vergleichende Bewertung nachwachsender Rohstoffe mit anderen regenerativen Energien und Energieeinsparungskonzepten nicht möglich. Die Problematik dieser Eingrenzung ist ihr bewußt. Bei der Betrachtung der Folgewirkungen ist daher zu berücksichtigen, daß durch die isolierte Untersuchung der nachwachsenden Rohstoffe deren Möglichkeiten tendenziell überschätzt werden.

Eine zusätzliche Eingrenzung besteht darin, daß auch andere, konkurrierende Technikentwicklungen im chemisch-technischen Bereich nicht einbezogen werden. Beispielsweise könnte zu biologisch abbaubaren Kunststoffen aus Stärke eine alternative Techniklinie in dem vollständigen Recycling von Kunststoffen bestehen. Dies wären nicht nur konkurrierende Techniklinien im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit, sondern sie wären auch in ihrer Bewertung auf Umwelt- und Ressourcenschonung zu vergleichen. Wegen der über die Literatur kaum zugänglichen Datenbasis zu chemischen, petrochemischen bzw. auf NR aufbauenden Prozessen ist die Bearbeitung dieser Fragenkomplexe mit besonderen Schwierigkeiten verbunden. Durch den Ausschluß solcher Betrachtungen ergeben sich zusätzliche Unsicherheiten bei den Aussagen zu nachwachsenden Rohstoffen.

⁹⁰) BUND, LÄNDER (1989): a.a.O., S. 166.

⁹¹) vgl. GROBKOPF, W. (1986): a.a.O., S. 20.

⁹²) PRÄVE, P. (1986): Konversionstechnik Chemie — Biotechnik. In: Expertenkolloquium „Nachwachsende Rohstoffe“, 14./15.10.1986 in Bonn, Band 2, S. 75 ff.

3.2.3 Umweltpolitische Rahmenbedingungen**Agrarproduktion**

Die ökologischen Auswirkungen der derzeitigen Agrarproduktion sind umstritten und haben zu deutlichen Konflikten mit den Umweltansprüchen der Öffentlichkeit geführt. Verschärfte Umweltauflagen für die Landwirtschaft sind zukünftig im wesentlichen als Begrenzungen spezieller Bodennutzungsarten und Nutzungsintensitäten zu erwarten⁹³. In der Diskussion sind z.B. verstärkte Bewirtschaftungsauflagen für Landschafts-, Naturschutz- und Wasserschutzgebiete bis zur Stickstoffbesteuerung. Generell würde dies eine Erhöhung landwirtschaftlicher Produktionskosten bedeuten und damit auch die Wettbewerbsfähigkeit nachwachsender Rohstoffe verringern.

Konversion

Im Bereich Inhaltsstoffgewinnung und Konversion bestehen insbesondere bei der Zucker-, Stärke- und Ethanolgewinnung Umweltprobleme durch organische und anorganische Reststoffe im Abwasser. Je nach den Anforderungen an die Abwasserreinigung entstehen entsprechende Kosten, die sich wiederum auf die Wettbewerbsfähigkeit auswirken. Abgemildert wird dies dadurch, daß bei den Umwelttechnologien ebenfalls technische Fortschritte zu erwarten sind.

Energie und Chemie

Umweltpolitische Maßnahmen im Bereich Energie und Chemie können die Wettbewerbsfähigkeit nachwachsender Rohstoffe erheblich beeinflussen. Verschärfte Umweltauflagen stehen insbesondere für die Luftschadstoff- und CO₂-Problematik sowie für das Müllproblem zur Diskussion. Neben nachwachsenden Rohstoffen könnte dies aber auch die Wettbewerbsfähigkeit anderer alternativer Technologien begünstigen (siehe 3.2.2).

Präferenzen der Verbraucher

„Natürliche“ Produkte werden von Verbrauchern verstärkt nachgefragt. Die Produktion nachwachsender Rohstoffe könnte insbesondere dort profitieren und Impulse erhalten, wo für den Verbraucher die Rohstoffgrundlage im Produkt sichtbar, spürbar und erkennbar wird (z.B. „Bio-Baustoffe“, „Bio-Kunststoffe“ usw.). Gegenwärtig gilt entsprechendes nur für geringe Mengen der verwendeten nachwachsenden Rohstoffe. Bisher gehörten oftmals die Grundstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen zu Produktionsstoffen, die dem Verbraucher nicht direkt erkennbar sind⁹⁴).

3.2.4 Zusammenfassende Darstellung

Abschließend erfolgt eine kurze, zusammenfassende Darstellung der Aussagen, die zuvor zu den einzelnen Faktoren, die die Wettbewerbsfähigkeit nachwachsender Rohstoffe beeinflussen, getroffen wurden (Übersicht 3-4).

⁹³) HENRICHSMEYER, W. (1989): a.a.O., S. 4 f., 20 f.

⁹⁴) GROSSKOPF, W. (1986): a.a.O., S. 18

Übersicht 3-4**Annahmen und Aussagen zur Wettbewerbsfähigkeit nachwachsender Rohstoffe**

- Die Entwicklungstendenzen der wichtigsten Faktoren, die die Wettbewerbsfähigkeit nachwachsender Rohstoffe beeinflussen, sind:
 - technisch-organisatorische Fortschritte in der landwirtschaftlichen Produktion werden die Wettbewerbsfähigkeit von NR tendenziell verbessern;
 - die Agrarpreise in der EG sind im wesentlichen politisch bestimmt und gestaltbar (daher zentrales Element der Szenarien, Kapitel 3.3);
 - die Fortschreibung der Tendenz sinkender Weltagrarpreise begünstigt nachwachsende Rohstoffe; allerdings ist diese Aussage angesichts der Bestrebungen zur Liberalisierung des Weltagrarhandels umstritten;
 - die Konkurrenz von Anbaustandorten in der EG und weltweit begrenzt das Anbaupotential für nachwachsende Rohstoffe in der Bundesrepublik Deutschland, verbessert aber die Chancen für nachwachsende Rohstoffe insgesamt;
 - um die aus der Nahrungsmittelproduktion ausscheidende landwirtschaftliche Nutzfläche treten nicht-landwirtschaftliche Flächenansprüche in Konkurrenz zu nachwachsenden Rohstoffen;
 - die Energie- und Erdölpreise werden bis zum Jahr 2000 vermutlich nicht drastisch steigen; damit wird sich die Wettbewerbsstellung der durch nachwachsende Rohstoffe zu substituierenden Produkte nicht entscheidend verschlechtern (von Bedeutung insbesondere für die energetische Verwendung und chemische Grundstoffe);
 - der Verbund- und Koppelcharakter chemischer Produktion erschwert das Eindringen nachwachsender Rohstoffe in diese Märkte;
 - verschärfte Umweltauflagen, die die landwirtschaftliche Produktion und die Konversion betreffen, verschlechtern tendenziell die Wettbewerbsfähigkeit; verschärfte Umweltauflagen im Bereich Energie und Chemie können die Wettbewerbsfähigkeit nachwachsender Rohstoffe deutlich verbessern.
 - die Vielfalt der Faktoren und die Unsicherheiten bei ihrer Abschätzung und Quantifizierung führen zu erheblichen Einschätzungsspielräumen bei der zukünftigen Wettbewerbsstellung nachwachsender Rohstoffe.

Fortsetzung Übersicht 3-4

- Die in der FAL-Studie getroffenen Annahmen zu den die Wettbewerbsfähigkeit beeinflussenden Faktoren sind insgesamt als begünstigend für nachwachsende Rohstoffe anzusehen. Dies gilt insbesondere für die zukünftigen Energie- und Erdölpreise, den Ethanolpreis sowie die Weltagrarpreise. Dadurch ist insbesondere die Wettbewerbsfähigkeit von Bioethanol zu positiv eingeschätzt worden. Durch die Beschränkung auf bestimmte Produktlinien (siehe Kapitel 3.3) wird das Potential der nachwachsenden Rohstoffe tendenziell unterschätzt, die Struktur der NR-Produktion verzerrt eingeschätzt. Durch die Einschränkung der Untersuchung auf die Bundesrepublik Deutschland mußten konkurrierende Standorte in der EG und in Drittländern unberücksichtigt bleiben, was zu einer Überschätzung der inländischen Wettbewerbsfähigkeit von nachwachsenden Rohstoffen führt. In der Summe dürfte der Einsatz der untersuchten nachwachsenden Rohstoffe bis zum Jahr 2000 tendenziell überschätzt sein. Für die nachfolgend zu behandelnden positiven wie negativen Folgewirkungen bedeutet dies, daß sie vermutlich geringer ausfallen werden.
- Mit nachwachsenden Rohstoffen konkurrierende Technikentwicklungen in den Bereichen Energie- und Rohstoffeinsparung, andere regenerative Energien sowie Rohstoff- und Produktsubstitution in der Chemie sind nicht untersucht worden. Diese Eingrenzung des Untersuchungsgegenstandes ist problematisch. Sie führt tendenziell zu einer zu positiven Einschätzung der Möglichkeiten nachwachsender Rohstoffe.
- Die größten Chancen für nachwachsende Rohstoffe, die Wettbewerbsfähigkeit zu erreichen und die Produktionsmenge auszudehnen, werden in den Anwendungsbereichen gesehen, wo nachwachsende Rohstoffe spezielle Eigenschaften für den chemischen Produktionsprozeß bzw. die Endprodukte mitbringen.
- Die Wettbewerbsfähigkeit von nachwachsenden Rohstoffen kann durch politische Maßnahmen erhöht werden. Dies kann durch die Verteuerung der zu substituierenden Produkte, z.B. mittels Steuern bzw. Abgaben, oder durch die Subventionierung nachwachsender Rohstoffe geschehen. Entsprechende Maßnahmen müssen aufgrund der Wettbewerbsverhältnisse längerfristig angelegt sein. Soweit dies aus umweltpolitischen Gründen angestrebt wird, sind negative ökologische Folgen der nachwachsenden Rohstoffe (insbesondere bei Anbau und Konversion) gegen die angestrebten positiven ökologischen Effekte im Absatzbereich (bei den Endprodukten) abzuwägen.

3.3 Auswahl der analysierten nachwachsenden Rohstoffe

Nachwachsende Rohstoffe stellen von den für die landwirtschaftliche Produktion in Frage kommenden Pflanzenarten, über die verschiedenen Konversionswege, bis zu den zahlreichen Anwendungsbe-
reichen (wie im vorhergehenden Kapitel 2. gezeigt) ein äußerst vielfältiges Technologiefeld dar. Aufgrund der zeitlichen Restriktionen und der vielfältigen Aufgabenstellungen der Enquete-Kommission war es unvermeidlich, eine Eingrenzung des Untersuchungsfeldes vorzunehmen. Die Bearbeiter der von der Enquete-Kommission der 10. Wahlperiode in Auftrag gegebenen Studie⁹⁵⁾ schränkten dementsprechend — in Absprache mit der Enquete-Kommission — ihre Analyse ein auf die pflanzlichen Rohstoffe,

- „— die von der einheimischen Landwirtschaft bereitgestellt werden können⁹⁶⁾,
- die dort im Hauptfruchtanbau in Konkurrenz gegenüber den Nahrungs- und Futtermittelpflanzen stehen,
- deren Produktionstechnik soweit entwickelt ist, daß im Rahmen der nächsten 15 Jahre die Einführung in die landwirtschaftliche Praxis möglich erscheint,
- für deren Inhaltsstoffe sich am Markt Verwertungschancen erkennen lassen und
- deren Absatzpotential groß genug ist, um einen nennenswerten Anteil landwirtschaftlicher Produktionsfaktoren, die zukünftig nicht mehr für die Nahrungsmittelerzeugung benötigt werden, auf sich zu ziehen.“⁹⁷⁾

Ausgehend von der landwirtschaftlichen Produktion wurden nach diesen Kriterien die Getreidearten einschließlich Mais, die Kartoffel, die Rübe, der Raps und der Öllein in die Untersuchungen einbezogen⁹⁸⁾.

Zwischen den Einzelbereichen der Rohstofferzeugung, der Rohstoffisolierung, der Rohstoffkonversion und letztlich der Produktverwendung bestehen komplexe Zusammenhänge. Deren gegenseitige Abhängigkeiten sollten für unterschiedliche Rahmenbedingungen mittels verschiedener Szenarien untersucht werden. Diese Vorgehensweise verlangt allerdings umfangreiches, abgesichertes Datenmaterial, das zum Zeitpunkt der Untersuchung nur für die ausgewählten Pflanzenarten verfügbar war.

⁹⁵⁾ MEINHOLD, K. et al. (1987): a.a.O.

⁹⁶⁾ Die Auswahlkriterien und damit die Beschränkung der Untersuchung, insbesondere die Eingrenzung auf die Bundesrepublik Deutschland und auf die heute genutzten Rohstoffpflanzen, führten dazu, daß zukünftige Entwicklungslinien und Chancen von nachwachsenden Rohstoffen in anderen (insbesondere südlichen) Ländern der Europäischen Gemeinschaft nur unzureichend behandelt werden können. Auf die Problematik der Einschränkungen wurde schon im Kapitel 3.2 ausführlicher eingegangen.

⁹⁷⁾ a.a.O., S. 10.

⁹⁸⁾ a.a.O., S. 134 ff.

Die Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung zu nachwachsenden Rohstoffen, wie sie von der FAL durchgeführt wurde, behandelt daher vorrangig die

- Produktlinie Stärke (chemisch-technische Verwendung),
- Produktlinie Öl (chemisch-technische Verwendung),
- Produktlinie Zucker und Stärke (Bioethanol — energetische Verwendung).

Die Produktlinie Industriezucker wurde nicht weiter untersucht, da den denkbaren Absatzpotentialen (siehe Kapitel 3.1.1.1) bedeutend größere Produktionsüberschüsse an Zucker (C-Zucker-Produktion) in der Bundesrepublik Deutschland und in der EG gegenüberstehen. Deshalb werden infolge der Industriezuckererzeugung keine Veränderungen in der landwirtschaftlichen Produktion auftreten und zusätzliche Kapazitäten für die Zuckergewinnung sind nicht zu erwarten⁹⁹⁾.

Die Produktlinie Pflanzenfasern (Flachs) wurde nicht behandelt, da der Markt für Textilfasern sehr begrenzt ist (geschätzt ca. 10 000 t jährlich in der Bundesrepublik Deutschland¹⁰⁰⁾) und im technischen Verwendungsbereich zahlreiche ungeklärte Fragen der Produktbereitstellung und -qualität sowie der Konkurrenzsituation zu Importfasern existieren.

Da die Enquete-Kommission von Problem Darstellungen der Landwirtschaft ausgegangen ist, wurde die Produktion nachwachsender Rohstoffe im Bereich Forstwirtschaft (Holz als Brennstoff- oder Zelluloselieferant) ebenfalls ausgeschlossen.

Schließlich ist darauf hinzuweisen, daß aus den genannten Gründen auf eine vergleichende Betrachtung von konkurrierenden Nicht-NR-Technologien verzichtet werden mußte.

Übersicht 3-5

Auswahl der analysierten nachwachsenden Rohstoffe

In der Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung zu nachwachsenden Rohstoffen ist die Analyse in der FAL-Studie auf bestimmte pflanzliche Rohstoffe beschränkt worden nach den Kriterien:

- Anbau in der Bundesrepublik Deutschland möglich,
- im Hauptfruchtanbau in Konkurrenz zu Nahrungs- und Futtermittelpflanzen stehend,
- für die Inhaltsstoffe Verwertungschancen am Markt erkennbar und
- im Absatzpotential groß genug, um erkennbare Auswirkungen erwarten zu lassen.

Deshalb werden in diesem Bericht vorrangig

- die Produktlinie Stärke (chemisch-technische Verwendung),

Fortsetzung Übersicht 3-5

- die Produktlinie Öl (chemisch-technische Verwendung) und
- die Produktlinie Zucker und Stärke (Bioethanol — energetische Verwendung),

basierend auf der landwirtschaftlichen Produktion von Getreide (einschließlich Mais), Kartoffeln, Rüben, Raps und Öllein behandelt.

Insbesondere die Einschränkung auf die Bundesrepublik Deutschland und auf heute genutzte sowie anbautechnisch und züchterisch weit entwickelte Pflanzenarten ist dabei problematisch. Es kann deshalb von diesem Bericht nicht erwartet werden, daß alle eventuellen Chancen und Wirkungen von nachwachsenden Rohstoffen vollständig erfaßt sind.

3.4 Agrarpolitische Szenarien

3.4.1 Begründung und Vorgehensweise

Der Umfang des zukünftigen Anbaus nachwachsender Rohstoffe und seine Folgen ist abhängig von der politischen, ökonomischen, sozialen und ökologischen Entwicklung der Landwirtschaft und der Gesamtgesellschaft. Bei den zuvor behandelten Faktoren zur Wettbewerbsfähigkeit wurde schon deutlich, daß die notwendigen Annahmen sich nicht wissenschaftlich exakt bestimmen lassen und teilweise umstritten sind. Um die Unsicherheit zukünftiger Entwicklungen einzufangen, wurden in der FAL-Studie Szenarien gebildet (Übersicht 3-6).

Übersicht 3-6

Zielsetzung der Szenarien

Die Szenarien sollen alternative Zukunftsbilder im Hinblick auf die Bedingungen der Technik, der Politik, des wirtschaftlichen und sozialen Umfelds der Landwirtschaft und der Ausprägung der natürlichen Umwelt im Zusammenhang mit der Landbewirtschaftung darstellen. Sie sind keine Prognosen wahrscheinlicher Zukunftsentwicklungen, sondern angenommene Abbildungen der Zukunft, die dazu dienen, die Konsequenzen gesetzter Bedingungen und die Folgen des Anbaus und der Verarbeitung nachwachsender Rohstoffe zu analysieren. Denn die Rohstoffproduktion und -verarbeitung kann nicht losgelöst von den wirtschaftlich-sozialen Bedingungen, politisch-administrativen Regelungen und technischen Entwicklungen sowie natürlichen Umweltverhältnissen betrachtet werden. Die alternativen Szenarienbedingungen werden als Ecklösungen (Extremvarianten) formuliert, um das Spektrum der unsicheren Zukunftsbedingungen abstecken zu können, die direkt oder indirekt für den Komplex der nachwachsenden Rohstoffe von Bedeutung sind.

⁹⁹⁾ a.a.O., S. 189.

¹⁰⁰⁾ BUND, LÄNDER (1989): a.a.O., S. 70.

Quelle: MEINHOLD, K. et al. (1987): a.a.O., S. 71.

Unsicherheiten über zukünftige Entwicklungen bestehen insbesondere in folgenden Bereichen:

— Versorgung mit Energieträgern und mit Rohstoffen zur Herstellung chemischer Grundprodukte:

Die Knappheitsverhältnisse für industrielle Rohstoffe und hierbei insbesondere für fossile Energieträger können sich in Zukunft extrem unterschiedlich entwickeln, da sie weltweit von einer Vielzahl angebots- und nachfragebedingter Faktoren bestimmt werden¹⁰¹).

Die FAL-Studie unterscheidet eine Variante A (konstant bleibende Realpreise für Energieträger und Rohstoffe auf dem Niveau von 1985) und eine Variante B (deutlich höhere Rohölpreise im Jahr 2000 im Vergleich zu 1985). Da eine relativ hohe Ausgangsbasis für die Energiepreise gewählt wurde und die Annahmen umstritten sind (siehe Kapitel 3.2.2), werden in diesem Bericht im weiteren nur die Ergebnisse für gleichbleibende Energie- und Rohstoffpreise (Variante A) berichtet. Hinzuweisen ist gerade bei diesem Bereich auf die Notwendigkeit von Sensitivitätsanalysen, um die Auswirkungen von veränderten Rahmenbedingungen (Parametern) auf die (Modell-)Ergebnisse veranschaulichen zu können.

— Sicherheit der Nahrungsmittelversorgung:

Die Weltagrarmärkte sind wegen einer Vielzahl von Unsicherheitsfaktoren des Angebots und der Nachfrage im Zusammenwirken mit protektionistischen Maßnahmen der meisten am Welthandel beteiligten Länder durch stark wechselnde Knappheitsverhältnisse gekennzeichnet. Es wird unterstellt, daß der Vermeidung von Versorgungsengpässen und der Sicherung eines Mindestangebots an Nahrungsmitteln eine hohe politische Priorität zukommt. In der Szenariokonstruktion der FAL-Studie wird diesem Sicherheitsanliegen in der Weise Rechnung getragen, indem durch die Setzung von Nebenbedingungen bei einer Reihe von Grundnahrungsmitteln (Getreide, Zucker, Milch u.a.) die Inlandsproduktion den Inlandsbedarf nicht unterschreitet (Selbstversorgungsgrad = 100 %).

Diese Annahmensetzung ist problematisch. Die Versorgungssicherheit als krisensichere Nahrungsmittelversorgung ist neben dem Umfang landwirtschaftlicher Produktion ebenso entscheidend von der Verfügbarkeit von Betriebsmitteln (z.B. Dünger, Kraftstoff) und anderen Faktoren abhängig. Angesichts des EG-Agrarmarktes ist eine Abgrenzung auf Selbstversorgung der Bundesrepublik Deutschland nur modellmäßig, aber nicht in der Realität möglich. Schließlich stellt die Annahme für das marktorientierte Szenario eine gewisse Inkonsistenz dar¹⁰²).

¹⁰¹) MEINHOLD, K. et al. (1987): a.a.O., S. 72.

¹⁰²) CONRAD, J. (1987): Kommentargutachten zur Studie „Möglichkeiten und Grenzen beim Anbau regenerativer Rohstoffe für Energieerzeugung und chemische Industrie“. In: Materialienband IV zur BT-Drucksache 10/6801, S. 329; ISERMEYER, F. (1987): a.a.O., S. 361; PASCHEN, H. et al. (1987): a.a.O., S. 431.

— Wirtschafts- und agrarpolitische Bedingungen:

Die Reaktionen der Politik auf Datenänderungen der Wirtschaft sind schwer vorhersehbar. Durch eine schrittweise erfolgende Veränderung der Agrarmarktregelungen versucht der Staat als politischer Entscheidungsträger darauf zu reagieren, daß die Produktions- und Angebotsbedingungen landwirtschaftlicher Unternehmen unterschiedlich sind und die Angebotsreaktion der Landwirte für die Agrarpolitiker unsicher ist. Ein weiterer Unsicherheitsmoment für die Abschätzung der zukünftigen EG-Agrarpolitik ergibt sich dadurch, daß Änderungen der Marktregelungen allein von der EG-Kommission vorgeschlagen und von den Mitgliedsländern mehrheitlich, bei Grundsatzentscheidungen sogar einstimmig, beschlossen werden. Dabei kommen die unterschiedlichen Interessen der Mitgliedsländer auf kaum vorher bestimmbare Weise zum Tragen. Welchen Weg die EG-Agrarmarktpolitik als Ergebnis der Konsenssuche der Mitgliedsländer im Zusammenspiel mit der Europäischen Kommission in Zukunft geht, ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt unsicher aber von großer Bedeutung für die Wettbewerbsbeziehungen zwischen Nahrungsmittelerzeugung und der Produktion nachwachsender Rohstoffe. Durch die Setzung extrem unterschiedlicher Agrarmarktbedingungen in den Szenarien werden die agrarpolitischen Unsicherheiten berücksichtigt¹⁰³).

Die alternativen Entwicklungsrichtungen sind:

- eine vorwiegend einkommensorientierte Preispolitik bei unbegrenzten Absatzgarantien sowie flankierenden umweltpolitischen Maßnahmen,
- eine vorwiegend marktorientierte Preispolitik mit direkten Einkommensübertragungen an die Landwirte sowie flankierenden umweltpolitischen Maßnahmen¹⁰⁴).

Die in der FAL-Studie gebildeten Subvarianten:

- einkommensorientiertes Szenario - Version II: Absatzgarantie nur für Inlandnachfrage¹⁰⁵) und
- marktorientiertes Szenario - Version I: Beibehaltung von Exporterstattung und Produktionsbeihilfen¹⁰⁶)

werden hier nicht berücksichtigt und beschrieben, weil sie keine typische Ausprägung (bzw. eine gewisse Inkonsistenz) des jeweiligen Szenarios darstellen und die Auswirkungen der nachwachsenden Rohstoffe bei weit auseinanderliegenden agrarmarktpolitischen Bedingungen dargestellt werden sollen.

Ebenfalls nicht weiter eingegangen wird auf das Szenario einer umweltorientierten Agrarpolitik¹⁰⁷), da in der FAL-Studie dieses Szenario aus

¹⁰³) MEINHOLD, K. et al. (1987): a.a.O., S. 73.

¹⁰⁴) a.a.O., S. 78.

¹⁰⁵) a.a.O., S. 84.

¹⁰⁶) a.a.O., S. 89 f.

¹⁰⁷) a.a.O., S. 95 ff.

Zeitgründen nur qualitativ beschrieben, aber nicht quantifiziert und in den Folgeuntersuchungen berücksichtigt wurde. Außerdem müßten bei einem umweltorientierten Szenario (mit einer entsprechenden Extensivierung der Agrarproduktion) in die Untersuchung vermutlich weitere Rohstoffpflanzen (vgl. 3.3), die besonders für den extensiven Anbau geeignet sind bzw. jeweils nur ein geringes Produktionspotential bewirken, einbezogen werden. Weiterhin würden sich spezielle Problemkonstellationen insbesondere dann ergeben, werden parallel zur Umweltorientierung der Agrarpolitik eine ‚Ökologisierung‘ der Chemie- und Energiepolitik, die vermehrt auf nachwachsende Rohstoffe zurückgreift, erfolgen würde, da in diesem Fall voraussichtlich eine enorme Flächenkonkurrenz (zur Nahrungsmittelproduktion) entstehen würde.

— Technische Bedingungen bei Produktion und Verarbeitung:

Zur technischen Entwicklung wird in der FAL-Studie angenommen, daß bis zum Jahr 2000

- bei den höherwertigen Nahrungspflanzen nur wenig Umsetzungsmöglichkeiten neuer Erkenntnisse der Biotechnologie zu erwarten sind, und daß mit einer Fortsetzung der bisherigen Produktivitätstrends zu rechnen ist,
- bei den Industriepflanzen aufgrund der Vernachlässigung der züchterischen Bearbeitung in den letzten Jahrzehnten mit relativ stärkerer Produktivitätszunahme im Vergleich zu den Nahrungspflanzen zu rechnen ist,
- bei der Verarbeitungstechnologie und Konversion nachwachsender Rohstoffe der heute bekannte, neueste Stand der Technik in der Praxis zum Zuge kommen wird¹⁰⁸⁾.

Zusätzlich werden in Abhängigkeit von den agrarpolitischen Bedingungen folgende Unterschiede in den Entwicklungstendenzen gesehen:

- Vorwiegend ertrags- und intensitätssteigernde technische Fortschritte in der Pflanzenproduktion bei günstigen Preis-Kosten-Relationen, dem zugeordnet geringer Strukturwandel und niedrigere Mechanisierungsstufen,
- gemäßigt ertragssteigernde und aufwandsneutrale technische Fortschritte bei ungünstigen Preis-Kosten-Relationen, dem zugeordnet stärkerer Strukturwandel und höhere Mechanisierungsstufen¹⁰⁹⁾.

Hinsichtlich der zukünftigen wirtschaftlich-gesellschaftlichen, (agrar-)politischen und technischen Bedingungen sind weitere alternative Entwicklungen denkbar. Die freie Kombination aller denkbaren Varianten würde zu einer unübersehbaren Vielzahl von Szenarien führen. Dies wird dadurch eingeschränkt, daß die Szenarien in sich weitestgehend konsistent sein und deutlich unterscheidbare Varianten der möglichen Bandbreite darstellen sollen. Die FAL

weist darauf hin, daß neben objektiv gesichertem Wissen auch subjektive Einschätzungen in die Szenariokonstruktion einfließen, da das Wissen um Wirkungszusammenhänge immer beschränkt bleiben wird¹¹⁰⁾.

Die ausgewählten Szenarien „einkommensorientierte Agrarpolitik“ (Szenario 2000-1) und „marktorientierte Agrarpolitik“ (Szenario 2000-2) werden im folgenden ausführlich beschrieben (siehe Übersicht 3-7 und Kapitel 3.4.2) und in der Folgenanalyse der nachwachsenden Rohstoffe über die für diese Szenarien errechneten bzw. abgeleiteten Auswirkungen berichtet. Die Berechnungen auf der Grundlage dieser Szenarien sind in der FAL-Studie jeweils ohne und mit nachwachsenden Rohstoffen durchgeführt worden.

Schließlich ist noch darauf hinzuweisen, daß die Szenarien dieses Berichts (aus der FAL-Studie) nicht mit den von der Enquete-Kommission erarbeiteten „landwirtschaftlichen Entwicklungspfaden“ (zu denen ein getrennter Bericht vorgelegt wird) übereinstimmen. Eine solche Abstimmung war aufgrund der unterschiedlichen Bearbeitungszeitpunkte und Fragestellungen nicht möglich. Gemäß des Einsetzungsbeschlusses war es im Untersuchungsfeld „Nachwachsende Rohstoffe“ die Aufgabe der Enquete-Kommission, die in der 10. Wahlperiode begonnene Arbeit abzuschließen. Parallel dazu ist in der Zwischenzeit die Diskussion um Szenarien und landwirtschaftliche Entwicklungspfade in der Enquete-Kommission und darüber hinaus vorangeschritten.

3.4.2 Beschreibung der Szenarien

3.4.2.1 Szenario „einkommensorientierte Agrarpolitik“ (Szenario 2000-1)¹¹¹⁾.

„Im wesentlichen werden diesem Szenario die bisherigen Entwicklungen im Agrarsektor zugrunde gelegt.

Wirtschaftliche und gesellschaftliche Bedingungen

Es wird davon ausgegangen, daß sich die Rohstoffe und Energieträger nicht weiter verknappen. Sie sind vergleichsweise preisgünstig verfügbar... Aus dem allgemein zunehmenden Wohlstandsniveau resultieren wachsende Einkommensansprüche der Landwirte. Außerdem sind günstige Beschäftigungsmöglichkeiten für ausscheidende Landwirte vorhanden.

Agrarpolitische Bedingungen

Bei wachsendem Wohlstand akzeptiert die Gesellschaft weiter steigende Ausgaben für die Agrarpolitik. Die Landwirte können demzufolge weiterhin eine einkommensorientierte Preispolitik durchsetzen. Die Verbraucher akzeptieren hohe Nahrungsmittelpreise, weil bei wachsendem Einkommen die Nahrungsmittelausgaben nur einen geringen Anteil an den Verbrauchsausgaben haben. Zur Durchsetzung einkommensorientierter Agrarpreise ist bei tendenziell sinkenden Weltmarktpreisen ein wachsender

¹⁰⁸⁾ a.a.O., S. 75.

¹⁰⁹⁾ a.a.O., S. 78 ff.

¹¹⁰⁾ a.a.O., S. 76.

¹¹¹⁾ a.a.O., S. 82 ff.

Szenarienbeschreibung für den Zeitraum bis zum Jahr 2000

	Szenario 2000-1	Szenario 2000-2
Bezeichnung	„einkommensorientierte Agrarpolitik“	„marktorientierte Agrarpolitik“
wirtschaftliche Bedingungen	hohes gesamtwirtschaftliches Wachstum, hohe Nutzungskosten für Arbeit, hoher Einkommensanspruch, niedrige Preise bei Energie-, Industrie- und Agrarrohstoffen, niedrige Weltmarktpreise für Agrarprodukte	wie 2000-1
agrarpolitische Zielprioritäten	Priorität für Einkommenssicherung durch Preisstützung	Priorität für Effizienz und kostengünstige Versorgung
agrarpolitische Maßnahmen	aktive Preispolitik, Angebotsdrosselung, (Flächenstillegung, Quotensysteme) Außenhandelsschutz hoch	restriktive Preispolitik, Einkommenstransfers Außenhandelsschutz niedrig
technische Bedingungen der Agrarproduktion	Ertragssteigerung, steigender Vorleistungseinsatz, geringe Rate des Strukturwandels und mechanisch-technischer Fortschritte	Ertragssteigerung geringer, vorleistungssparende technische Fortschritte, erhöhte Rate des Strukturwandels und mechanisch-technischer Fortschritte
technische Bedingungen der Verarbeitung/Konversion	einheitlich in allen Szenarien: effiziente, kapitalintensive Großtechnologie nach heutigem Stand des Wissens	

Quelle: MEINHOLD, K. et al. (1987): a. a. O., S. 80.

Außenschutz notwendig. Das hoch gestützte Agrarpreinsniveau bietet Anreize zu fortgesetzter Intensitäts- und Produktionssteigerung. Bei leicht sinkender Nachfrage nach Agrarprodukten im Inland entstehen daher zunehmende Marktüberschüsse...

[Die] zunehmenden Marktüberschüsse werden mit Ausnahme der durch Quoten geregelten Märkte (Zuckerrüben, Milch) mit Hilfe von Exporterstattungen exportiert. Förderungsbedürftige Betriebszweige der Inlandsproduktion (Futterhülsenfrüchte, Raps) werden mit Produktionsbeihilfen gestützt. Die wachsenden Marktordnungsausgaben werden aus dem Staatshaushalt finanziert. [Es] ist mit der vollen Nutzung der verfügbaren Flächenkapazitäten für die Nahrungsmittelproduktion zu rechnen. Die Gesellschaft akzeptiert diese Situation, da sie das Ziel verfolgt, auf diese Weise möglichst viele landwirtschaftliche Existenzen zu erhalten. Mögliche Handelskonflikte mit Agrarexportländern werden politisch gering bewertet...

Technische Bedingungen der Agrarproduktion und -verarbeitung

Da bei hohen gestützten Agrarpreisen weiterhin ein Anreiz besteht, die Erträge je Flächeneinheit zu erhöhen, wird der Einsatz ertragssteigernder und -sichernder Vorleistungen weiterhin gesteigert. Der durch diese Art der Agrarpolitik induzierte technische Fortschritt führt zu erhöhten Faktorproduktivitäten. Technische Fortschritte in der Nahrungsmit-

telverarbeitung schlagen voll zugunsten der Verbraucher durch (Verbraucherpreissenkung bei geringer Preiselastizität der Nachfrage).

Wirkungen auf die Umwelt und flankierende umweltpolitische Maßnahmen

Natur- und Umweltschutzmaßnahmen betreffen lediglich den Einfluß auf den Umfang der für Natur- und Wasserschutz verwendeten Flächen, nicht aber die Intensität der landwirtschaftlich genutzten Fläche. Zwar wäre innerhalb dieses Szenarios auch eine Steuerung der Intensität aus Umweltgründen denkbar, hier wird jedoch davon ausgegangen, daß eine derartige Umweltpolitik angesichts der „starken Stellung“ der Interessenverbände der Landwirte der Umweltpolitik nur geringe Priorität eingeräumt wird. Folgende Umweltwirkungen sind zu erwarten:

- stärkerer Stoffaustrag durch weitere Intensivierung (Nitrat-Belastung des Grundwassers, Reststoffe von Pflanzenbehandlungsmitteln usw.),
- weitere Intensivierung auf landwirtschaftlich genutzten Flächen (Melioration, z.T. Grünlandumbruch bei Quotierung von Milch und Rindfleisch), Reduzierung der Artenvielfalt,
- Umweltfolgen durch Fruchtfolgenverengung, Spezialisierung und regionale Konzentration.

Dadurch können beispielsweise umweltpolitische Maßnahmen erforderlich werden, wie

- Ausweisung von Naturschutz- und Wasserschutzgebieten,
- Nutzung stillgelegter Flächen als Lebensraum für bedrohte Tierarten (für umweltgerechte Stilllegung von Flächen in Intensivgebieten sind hohe Ausgleichszahlungen erforderlich) usw.¹¹²⁾.

Anbau nachwachsender Rohstoffe

Der Anbau nachwachsender Rohstoffe dürfte in diesem Szenario vor allem als Instrument der „Überschußbeseitigung“ zu betrachten sein. In diesem Sinne konkurriert er mit anderen dazu geeigneten Alternativen. Er dürfte dann an Bedeutung gewinnen, wenn dafür geringere staatliche Aufwendungen erforderlich sind als für andere Alternativen. Mit Hilfe von Subventionen (an Landwirte oder Verarbeiter gezahlt) kann er dann in das landwirtschaftliche Anbauprogramm eingeführt werden, wenn sich dadurch die gesamtwirtschaftlichen Ausgaben für die Agrarpolitik reduzieren. Der subventionsgestützte Anbau nachwachsender Rohstoffe wäre daher in diesem Szenario vor allem unter zwei Zielen zu sehen: einen Beitrag zur langfristigen „krisenfreien“ Versorgung mit Rohstoffen zu leisten und Einkommensmöglichkeiten für landwirtschaftliche Produktionsfaktoren, die in der Nahrungsmittelproduktion nicht mehr gebraucht werden, zu eröffnen...”

3.4.2.2 Szenario „marktorientierte Agrarpolitik“ (Szenario 2000-2)¹¹³⁾.

Eine grundlegende Umorientierung der Agrarpolitik wird in diesem Szenario konzipiert.

„Wirtschaftliche und gesellschaftliche Bedingungen

Wie im Szenario 2000-1 werden gleichbleibende Energie- und Rohstoffpreise, hohe Wachstumsraten des Sozialprodukts und entsprechend hohe Lohnansprüche für die Landwirte unterstellt. Im Gegensatz zum Szenario 2000-1 setzt sich in der Wirtschaftspolitik ein anderes ordnungspolitisches Konzept durch, das der marktwirtschaftlichen Lenkung größere Spielräume überläßt und zu einem Abbau dirigistischer Marktinterventionen des Staates führt. Verbraucher und Steuerzahler akzeptieren Einkommensübertragungen an einzelne gesellschaftliche Gruppen nur noch im Rahmen allgemein anerkannter Gerechtigkeitsvorstellungen einer sozialen Marktwirtschaft. Das Ziel der Arbeitsplatzsicherung in strukturschwachen Branchen verliert an Gewicht.

Agrarpolitische Bedingungen

Die Landwirte können keine sektorspezifischen Sonderinteressen durchsetzen oder haben die Grenzen der Möglichkeiten einer einkommensorientierten Agrarpreispolitik erkannt und akzeptiert. Es kommt zu einer grundlegenden Korrektur der bisherigen Agrarmarktpolitik. Die Preispolitik wird vor-

rangig am Markt orientiert (Abbau der Preisstützung, Beibehaltung der Stabilisierungsfunktion der Agrarpreispolitik). Defizite in der Zielerreichung des landwirtschaftlichen Einkommensziels werden durch direkte Einkommensübertragungen nach sozialen Kriterien abgebaut...

Für Exporterstattungen bzw. Produktionsbeihilfen werden keine Haushaltsmittel mehr zur Verfügung gestellt. Exporte in Drittländer sind nur noch dann zu erwarten, wenn der Exporterlös die variablen und fixen Kosten der Produktion abdeckt...

In der Übergangsphase der marktorientierten Agrarpolitik ist auch bei schrittweise gesenkten Stützungspreisen mit wachsenden Einkommensproblemen der Landwirte zu rechnen, da die bisherigen Investitions- und Berufsentscheidungen unter der Erwartung höherer Preise getroffen wurden und nicht oder nur bedingt reversibel sind. Es kann davon ausgegangen werden, daß sich das gesenkte Agrarpreinsniveau weniger auf die Produktionsintensität der guten Standorte auswirkt (Erträge und Vorleistungsintensitäten steigen weiter an), sondern dazu führt, daß vermehrt Grenzflächen aus der Produktion fallen. Besonders auf ertragsschwachen Standorten ergibt sich dadurch ein großer Bedarf an sozialbegründeten Anpassungshilfen (personengebundene Einkommens-transfers, Umschulungshilfen, vorzeitiges Altersruhegeld). Darüber hinaus gibt es Regionen, in denen das Brachfallen landwirtschaftlicher Nutzflächen und Betriebsaufgaben aus regionalpolitischen oder ökologischen Gründen nicht erwünscht ist. Hier kann es erforderlich werden, die Bewirtschaftung durch direkte (flächenbezogene) Einkommens-transfers aufrechtzuerhalten.

Der Strukturwandel beschleunigt sich und führt zu einer erhöhten Betriebsaufgabe. Die Folgen sind sinkende Pacht- und Bodenpreise, größere Betriebs- und Schlaggrößen mit entsprechenden Konsequenzen für die Technik. Beim Außenhandel mit Agrarprodukten ist mit folgenden Wirkungen zu rechnen:

- Der Außenhandelsschutz wird reduziert (gemessen durch die Preisdifferenz Inland zu Weltmarkt),
- die Exporterstattungen sinken,
- die Konfliktpotentiale mit Handelspartnern werden reduziert,
- der störende Einfluß auf den Märkten in der Dritten Welt wird vermindert.

Technische Bedingungen der Agrarproduktion und der -verarbeitung

Die für die Landwirtschaft veränderten Preis-Kosten-Verhältnisse haben einen erheblichen Einfluß auf die Richtung, in der factorsparende technische Fortschritte realisiert werden. Es wird davon ausgegangen, daß vorleistungssparende Fortschritte leichter in die Praxis umgesetzt werden können. Denn bei real sinkenden Agrarpreisen und weitgehend produktionsneutralen Einkommensübertragungen sinkt der Anreiz zur Ertrags- und Intensitätssteigerung im Vergleich zu einer Einkommenspoli-

¹¹²⁾ Diese ggf. zu ergreifenden umweltpolitischen Maßnahmen wurden nicht bei den Modellberechnungen berücksichtigt.

¹¹³⁾ a.a.O., S. 89 ff.

tik mit hoch gestützten Produktpreisen. Dieser Grundannahme wird dadurch Rechnung getragen, daß die Ertrags- und Aufwandsniveaus der Produktionsverfahren deutlich niedriger angesetzt werden als im Szenario 2000-1. Im Vergleich zur Ist-Situation führen Züchtungsfortschritte aber noch zu Ertragszunahmen.

Der verstärkte Betriebsgrößenstrukturwandel (Abwanderung von Arbeitskräften, Flächenaufstockung und größere Parzellen bei der Bewirtschaftung der verbleibenden Betriebe) wirkt sich im Bereich des mechanisch-technischen Fortschritts dahingehend aus, daß höhere Mechanisierungsstufen zum Zuge kommen und der Arbeitsbedarf je Flächeneinheit sinkt (größere Schlepper, größere Arbeitsbreiten der Bestell-, Pflege- und Erntemaschinen der Produktionsverfahren).

Auf den modernen Stand der Technik bei der Verarbeitung von Nahrungsmitteln und bei der Konversion nachwachsender Rohstoffe hat das hier unterstellte agrarpolitische Konzept der Marktorientierung keinen spezifischen Einfluß, so daß für den Bereich Verarbeitung und Konversion die gleichen Technikannahmen gelten wie im Szenario 2000-1.

Wirkungen auf die Umwelt und flankierende umweltpolitische Maßnahmen

Mit der langsamer steigenden Intensität gegenüber der bisherigen Entwicklung steigt auch die intensitätsabhängige Umweltbelastung weiter an, allerdings weniger als im Szenario 2000-1. Die Zunahme der Parzellengrößen im Gefolge des stärkeren Strukturwandels bedeutet, daß sich die Ackerrandstreifen vermindern und der Lebensraum wildlebender Arten beeinträchtigt wird.

Konsequenzen für flankierende umweltpolitische Maßnahmen ergeben sich analog zu Szenario 2000-1, allerdings verändern sich die Schwerpunkte: Da vermehrt mit ungenutzten Flächenkapazitäten an Grenzstandorten zu rechnen ist, dürften gezielte Bewirtschaftungsprämien oder Pflegeprämien zur Offenhaltung der Landschaft notwendig werden.

Anbau nachwachsender Rohstoffe

Wegen der niedrigeren Agrarpreise liegen die Nutzungskosten des Anbaus nachwachsender Rohstoffe ebenfalls niedriger, so daß der evtl. notwendige Subventionsbedarf für nachwachsende Rohstoffe auch geringer ausfallen könnte als im Szenario 2000-1..."

3.4.3 Datensetzung für die Szenarien

3.4.3.1 Rahmenbedingungen

Als szenarienunabhängige, gesamtwirtschaftliche Rahmenbedingungen für den Agrarsektor (Tabelle 3-8) werden die Entwicklung des realen Brutto-sozialprodukts, die daraus abgeleitete Entwicklung der Reallöhne und der Lohnansprüche für Landwirte sowie die Preise für nachwachsende Rohstoffe gesetzt. Die Energiepreise werden als konstant angenommen (vgl. Kapitel 3.4.1 und 3.2.2). Ebenso bleiben die Preise industrieller Vorleistungen unverändert

(siehe Tabelle 3-6). Bei den Weltmarktpreisen für Agrarprodukte wird eine jährliche Änderung von — 2 % aufgrund fortgesetzten Angebotsdrucks durch technische Fortschritte unterstellt¹¹⁴⁾ (vgl. Kapitel 3.2.1).

Die Entwicklung des Inlandverbrauchs an Nahrungsmitteln ergibt sich aus der demographischen Fortschreibung der Bevölkerung und der trendmäßigen Fortschreibung des Pro-Kopf-Verbrauchs (Tabelle 3-9). Dementsprechend nimmt das inländische Absatzpotential des Agrarsektors im Nahrungsbe-reich ab¹¹⁵⁾.

Tabelle 3-8

Rahmenbedingungen für den Agrarsektor in den Szenarien und in der Ist-Situation

	Heute 1980/81–1984/85	Szenario 2000–1 + 2000–2
Wachstumsrate des realen Brutto-sozialprodukts (v. H. p. a.)	1,2	2,5
Index des realen BSP	100	156
Wachstum des Reallohns (v. H. p. a.)	0,7	2,0
Index des Reallohns	100	143
Lohnanspruch für Landwirte ¹⁾ (DM/Jahres-AK)	23 138	33 050
Lohnanspruch je Arbeitsstunde (DM) ²⁾	10,50	15,00
Index der Weltmarktpreise für Energieträger ³⁾	100	100
Index der Weltmarktpreise für Agrarprodukte ⁴⁾	100	70
Preis Ethanol (DM/m ³)	787	760
Preis Stärke A (DM/t)	900	750
Preis Stärke B (DM/t) ⁵⁾	600	420
Preis Rapsöl (DM/t)	1 800	1 281
Preis Leinöl (DM/t)	1 572	1 119

¹⁾ 70 v. H. des gewerblichen Vergleichslohns einschl. Arbeitgeberanteil zur Sozialversicherung

²⁾ bei 2 200 Stunden je Jahresarbeitskraft

³⁾ z. B. Erdölpreis 1980–84: 582 DM/t

⁴⁾ z. B. Weizenpreis 1980–84: 390 DM/t

⁵⁾ Die Stärke der Kategorie B wird überwiegend im Agrarsektor als Futtermittel verwertet.

Quelle: nach MEINHOLD, K. et al. (1987), a. a. O., S. 104, 115.

¹¹⁴⁾ a. a. O., S. 103.

¹¹⁵⁾ a. a. O., S. 103 f.

Tabelle 3-9

Inlandsverbrauch an Nahrungsmitteln in der Ist-Situation und im Jahr 2000

	Verbrauch je Kopf und Jahr (kg)		Gesamtverbrauch pro Jahr ¹⁾ (1 000 t)	
	Ø 1981/82 – 1983/84	2000	Ø 1981/82 – 1983/84	2000
Getreideerzeugnisse	70,7	71	4 327	4 170
Kartoffeln (incl. Stärke) ²⁾	74,6	74	4 566	4 346
Zucker	35,3	34	2 160	1 996
Gemüse	68,5	70	4 192	4 111
Obst	77,6	78	4 749	4 581
Rind- und Kalbfleisch	21,2	22	1 297	1 292
Schweinefleisch	49,6	54	3 035	3 171
Geflügelfleisch	9,5	10	581	587
Sonst. Fleisch	0,1	0,5	6	29
Eier	16,9	17	1 034	998
Milch und Milcherzeugnisse ³⁾	4,6	4,5	282	264
Käse	14,5	16	887	940
Butter	6,8	6,8	416	399
Öle und Fette	15	15	918	881

¹⁾ Zu versorgende Bevölkerung (1 000 Personen) 1984: 61 200, 2000: 58 731²⁾ Stärke für Nahrungszwecke³⁾ bezogen auf MilCHFett

Quelle: MEINHOLD, K. et al. (1987): a.a.O., S. 105.

3.4.3.2 Szenarienabhängige Annahmen

Für die Erzeugerpreise der Agrarprodukte wird angenommen, daß unter einer einkommensorientierten Agrarpolitik (Szenario 2000-1) eine mäßige Realpreissenkung von jährlich – 0,8 % stattfindet, die günstiger als die Preisentwicklung der Vergangenheit ist, und unter einer marktorientierten Agrarpolitik (Szenario 2000-2) die jährliche Senkungsrates der landwirtschaftlichen Erzeugerpreise – 3 % beträgt, um eine Annäherung an das Niveau der Weltmarkt-

preise zu erreichen¹¹⁶⁾. Tabelle 3-10 gibt die Preisentwicklungen und die Preisunterschiede zwischen Inland- und Weltmarkt auf der Großhandelsstufe für beide Szenarien wieder. Die Großhandelspreise im Inland wurden aus den gesetzten Erzeugerpreisen durch Hinzufügen einer szenarienunabhängigen Marktspanne für Handels- und Transportkosten abgeleitet¹¹⁷⁾.

¹¹⁶⁾ a.a.O., S. 106.¹¹⁷⁾ a.a.O., S. 108.

Tabelle 3-10

Inlandspreise und Weltmarktpreise für Agrarprodukte in den Szenarien und in der Ist-Situation (Großhandelspreise, DM/t)

	Heute (1980/81 – 1984/85)		2000–1		2000–2	
	Inland	Weltmarkt	Inland	Weltmarkt	Inland	Weltmarkt
Weichweizen	510	390	447	272	313	272
Roggen	492	–	431	–	306	–
Futtergerste	471	270	413	185	291	185
Braugerste	530	–	464	–	325	–
Hafer	466	260	409	180	288	180
Körnermais	516	310	438	258	317	215
Weißzucker A + B	1 375	557	1 191	395	795	395
Weißzucker C	–	557	–	395	–	395
Rindfleisch (SG)	6 876	–	5 954	2 370	4 008	2 370
Schweinefleisch (SG)	3 756	–	3 252	–	2 188	–
Geflügelfleisch (SG)	2 696	–	2 334	–	1 571	–
Eier	2 610	–	2 260	–	1 441	–
Butter	8 474	3 270	7 737	3 107	4 938	3 107
Magermilchpulver	3 652	1 465	3 162	1 236	2 128	1 236

Quelle: MEINHOLD, K. et al. (1987): a.a.O., S. 109.

3.5 Abschätzung der Wettbewerbsfähigkeit und Produktionsmenge nachwachsender Rohstoffe unter Szenarienbedingungen

3.5.1 Produktionskosten und Wettbewerbsfähigkeit

Produktionskosten

Die Entwicklung der Produktionskosten nachwachsender Rohstoffe wird als erstes in der FAL-Studie untersucht, da sie großen Einfluß auf die Wirtschaftlichkeit bzw. Wettbewerbsfähigkeit der einzelnen Produktlinien haben.

Die Produktionskosten werden aus variablen Spezialkosten, fixen Kosten und Transportkosten errechnet. Das optimale Verhältnis von Anlagengröße und Rohstoffangebot kann mit dem verwendeten, die Landwirtschaft der Bundesrepublik Deutschland insgesamt abbildenden Modellzusatz (Sektor- bzw. Bundeshof-Modell) nicht bestimmt werden. Deshalb werden für alle Produktlinien konstante Transportkosten angesetzt. Die Bewertung von Nebenleistungen (z.B. Rübenblatt) wird nicht einbezogen. Schließlich konnten nicht alle fixen Kosten berücksichtigt werden, da darüber keine vollständigen Informationen vorliegen¹¹⁸⁾.

Die für 1986 aus Berechnungen mit dem Modell erhaltenen Produktionskosten liegen bei etwa 400

¹¹⁸⁾ MEINHOLD, K. et al. (1987): a.a.O., S. 189 ff.

DM/t für Getreide, 75 DM/t für Rüben und 132 DM/t für Kartoffeln (siehe Tabelle 3-11). Damit liegen die Totalkosten um rund 20 % unter den Erzeugerpreisen für „Heute“. Allerdings ist die gegenwärtige Situation der Erzeugerpreise nicht dadurch gekennzeichnet, daß diese um 20 % über den Totalkosten liegen. Deshalb ist von einer systematischen Unterschätzung der Totalkosten auszugehen, die die Aussagen zur Wettbewerbsfähigkeit zugunsten nachwachsender Rohstoffe beeinflußt¹¹⁹⁾.

Die Produktionskosten für agrarische Rohstoffe sinken bis zum Jahr 2000 aufgrund der unterstellten technischen Fortschritte deutlich (Tabelle 3-11 und Abbildung 3-2). Für das Szenario 2000-1 liegen die Kostensenkungen bei Getreide, Raps und Rüben mit 1 bis 1,5 % pro Jahr relativ dicht zusammen. Höhere Kostensenkungen erreichen Öllein und Kartoffeln aufgrund der unterstellten Ertragserwartungen¹²⁰⁾. (Auf die Problematik der diese Ertragserwartungen unterstellten Züchtungsfortschritte ist im Kapitel 3.2.1 unter 'Produktivität der Landwirtschaft' hingewiesen worden.) Im Szenario 2000-2 sinken die Produktionskosten infolge der technisch-mechanischen und technisch-organisatorischen Fortschritte stärker¹²¹⁾.

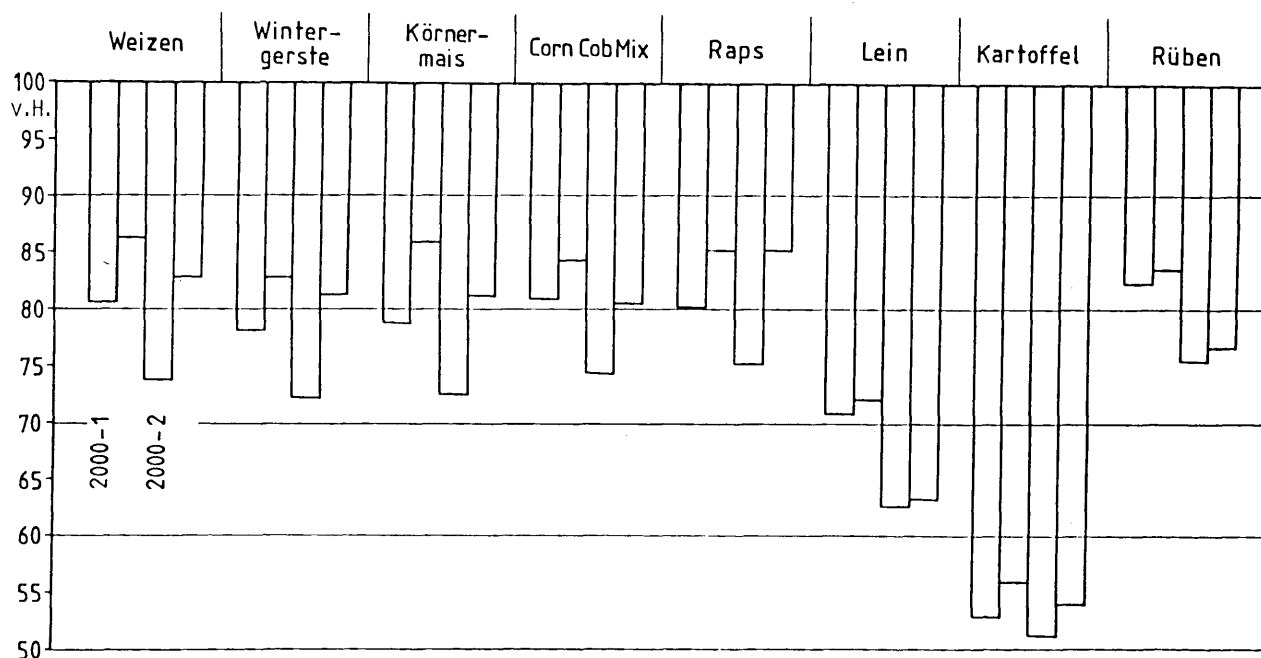
¹¹⁹⁾ PASCHEN, H. et al. (1987): a.a.O., S. 436.

¹²⁰⁾ MEINHOLD, K. et al. (1987): a.a.O., S. 191.

¹²¹⁾ a.a.O., S. 195.

Abbildung 3-2

Entwicklung der Produktionskosten für nachwachsende Rohstoffe (1986 = 100 v.H.)



Quelle: MEINHOLD, K. et al. (1987): a. a. O., S. 192.

Tabelle 3-11

Produktionskosten der in den Szenarien als nachwachsende Rohstoffe verwendeten Agrarprodukte (ohne Kosten von Lagerhaltung und ohne Bewertung von Nebenprodukten)

Merkmal	Kosten Rohstoff frei Anlage (in DM/t)		
	Heute	Szenario	
		2000-1	2000-2
Weizen (58 % Stärke)	386	311	285
Gerste (56 % Stärke)	386	302	279
Körnermais (60 % Stärke)	402	317	291
CCM (32 % Stärke)	216	175	161
Kartoffeln (17,5 % Stärke)	132	70	68
Rüben (16,7 % Zucker)	74	61	56
Raps (31 % Öl)	854	685	644
Lein (37 % Öl)	1038	735	652

Quelle: nach MEINHOLD, K. et al. (1987): a. a. O., S. 190.

Wettbewerbsfähigkeit

Trotz sinkender Produktionskosten erreicht im Szenario 2000-1 keine der Produktlinien die Wettbewerbsfähigkeit (Abbildung 3-3). Die Herstellungskosten liegen um 25 bis 85 % über den Marktpreisen und der Anbau nachwachsender Rohstoffe bleibt damit aus einzelwirtschaftlicher Sicht unrentabel¹²²⁾.

Im Szenario 2000-2 ist die Wettbewerbsfähigkeit nur für die Rapsölproduktion gegeben (Abbildung 3-3). Der erzielbare Gewinn beträgt in diesem Fall 10 DM/t bzw. 25 DM/ha¹²³⁾. Bei den anderen Produktlinien verringert sich die Unterdeckung der Produktionskosten durch die Marktpreise gegenüber dem Szenario 2000-1.

Die Wettbewerbsverhältnisse zwischen den Produktlinien verändern sich bei steigenden Energiepreisen zuungunsten der Stärkeproduktion aus Kartoffeln. Die Ursache sind besonders starke Kostensteigerungen im Konversionsbereich, insbesondere vermutlich bei der Reststoffbeseitigung¹²⁴⁾.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß die FAL-Studie die Produktionskosten tendenziell zu niedrig ansetzt, während die erzielbaren Preise für die untersuchten nachwachsenden Rohstoffe günstiger gesetzt sind (siehe Kapitel 3.2.2), so daß die Abschätzung der Wettbewerbsfähigkeit als tendenziell optimistisch bewertet werden kann.

¹²²⁾ a. a. O., S. 191. Da die Produktionskosten sich für die insgesamt absetzbare Menge errechnen, bezieht sich die Deckungslücke auf die Grenzkosten der letzten absetzbaren Einheit.

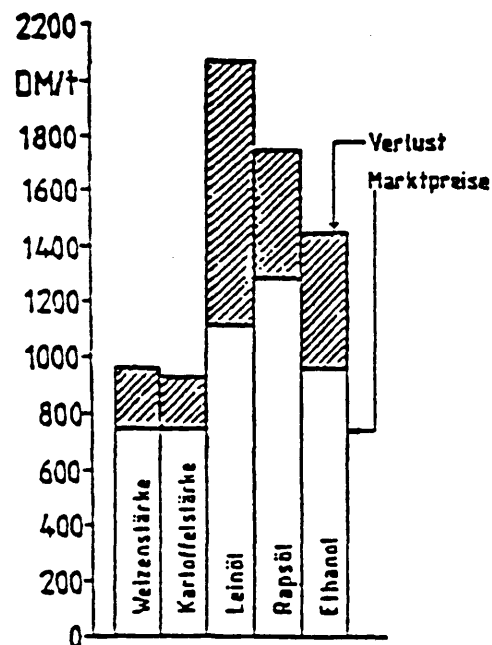
¹²³⁾ a. a. O., S. 193, 195.

¹²⁴⁾ a. a. O., S. 195

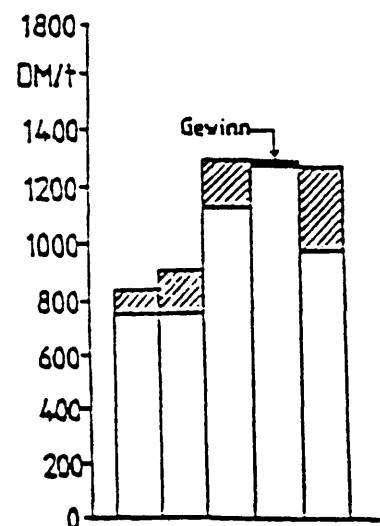
Abbildung 3-3

Produktionskosten und Marktpreise von Energieträgern und chemisch-technischen Grundstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen

Szenario 2000-1



Szenario 2000-2



Quelle: nach MEINHOLD, K. et al. (1987): a. a. O., S. 194.

Übersicht 3-8

Produktionskosten und Wettbewerbsfähigkeit

Die Szenarienannahmen zu Erträgen, Betriebsmitteleinsatz und Faktoranspruch führen dazu, daß die Produktionskosten nachwachsender Rohstoffe deutlich gegenüber der heutigen Situation sinken. Infolge der erwarteten Rate des züchterischen Fortschritts führen überproportional wachsende Erträge bei Öllein und Stärkekartoffeln zu besonders starken Kostensenkungen.

Dies ist eine wichtige, aber nicht ausreichende Voraussetzung zur Erlangung von Wettbewerbsfähigkeit. Unter den Szenarienbedingungen erreichen die betrachteten Produktlinien die Wettbewerbsfähigkeit nicht, mit Ausnahme von Ölraps bei marktorientierter Agrarpolitik. Ursächlich hierfür sind die Preisentwicklungen für Energie und chemische Grundstoffe (Substitutionswert am Markt) und für Agrarprodukte für den Nahrungsmittelbereich.

Dabei ist die Wettbewerbseinschätzung der FAL-Studie noch als relativ optimistisch zu bewerten, da die Produktionskosten tendenziell unterschätzt und die erzielbaren Marktpreise für nachwachsende Rohstoffe (insbesondere für Bioethanol, u.a. aufgrund der erwarteten Energiepreise) tendenziell überschätzt werden.

3.5.2 Produktionsvolumen unter Szenarienbedingungen

In der FAL-Studie wird abgeschätzt, in welchem Umfang die betrachteten Produktlinien für nachwachsende Rohstoffe unter den Szenarienbedingun-

gen im Jahr 2000 zum Anbau gelangen werden (Übersicht 3-9). Die bestimmenden Einflußgrößen hierfür sind die Produktionskosten (siehe Kapitel 3.5.1) und die Marktpreise für nachwachsende Rohstoffe (siehe Kapitel 3.4.3 und 3.2.2) sowie die Agrarpreise. Das Produktionsvolumen wird jeweils für die Fälle mit und ohne Subventionierung des Anbaus nachwachsender Rohstoffe bestimmt.

Bei einkommensorientierter Agrarpolitik (Szenario 2000-1) erfolgt ein Anbau nachwachsender Rohstoffe nur, wenn die Rohstoffe beim Anbau gestützt werden, da sie ansonsten innerhalb der konventionellen landwirtschaftlichen Produktion nicht wettbewerbsfähig sind¹²⁵). Die Subventionierung ist so angelegt, daß alle Produktlinien zum Anbau kommen.

Unter marktorientierter Agrarpolitik (Szenario 2000-2) gelangt Raps zur Ölgewinnung für den technischen Bereich auch ohne staatliche Stützung zum Anbau. Bei Subventionierung dehnt sich der Anbau nachwachsender Rohstoffe bis zur Absatzgrenze der Verarbeitungsprodukte (bis zum gesamten Absatzpotential) aus¹²⁶). Zum größten Teil wird für den NR-Anbau das Flächenpotential genutzt, das durch die marktorientierte Agrarpolitik aus der Nahrungsmittelproduktion ausscheidet¹²⁷.

Eine weniger optimistische Einschätzung der Wettbewerbsfähigkeit (siehe 3.5.1) als in der FAL-Studie

¹²⁵) a.a.O., S. 197.

¹²⁶) a.a.O., S. 204.

¹²⁷) Dabei ist offen, ob die Produktion der nachwachsenden Rohstoffe auf den aus der Nahrungsmittelproduktion ausscheidenden Flächen oder auf Standorten, die ohne NR (Referenzsituation) für die Nahrungsmittelproduktion genutzt würden, erfolgt und damit Standorte der Nahrungsmittelproduktion verlagert.

Übersicht 3-9

Anbau von nachwachsenden Rohstoffen (NR) im Szenario 2000-1 und Szenario 2000-2				
Merkmal		Szenario 2000-1		Szenario 2000-2
Stützung für NR-Anbau		ja	nein	ja nein
Wintergerste	} für Ethanol 1000 ha	103,4	keine Produktion NR	36,3 –
Körnermais				192,5 –
Zuckerrüben		45,1		32,9 –
Kartoffeln		40,9		8,3 –
CCM		26,2		– –
Winterweizen	} für Stärke 1000 ha	208,9	keine Produktion NR	232,1 –
Kartoffeln		16,6		18,3 –
Winterraps	für Rapsöl 1000 ha	279,6	keine Produktion NR	316,9 316,9
Lein	für Leinöl 1000 ha	440,6		459,0 –
Summe NR-Fläche	1000 ha	1 161,3	keine Produktion NR	1 278,1 316,9
davon aus der Nahrungsmittelproduktion ausscheidende AF	1000 ha	0		1 278,1 255,4
nicht genutzte AF	1000 ha	0	0	842,1 1 874,9

Quelle: nach MEINHOLD, K. et al. (1987): a. a. O., S. 198, 205.

würde dazu führen, daß entweder das Produktionsvolumen nachwachsender Rohstoffe niedriger ausfallen oder der Subventionsbedarf (siehe Ausführungen zu Staatsausgaben in Kapitel 4.) sich erhöhen würde.

4. Ökonomische Folgewirkungen

Die Abschätzung der ökonomischen Folgen geht von den in der FAL-Studie bestimmten Produktionsvolumen für nachwachsende Rohstoffe aus (Kapitel 3.5.2). Für die beschriebenen Szenarien (Kapitel 3.4.2) wird dargestellt, welche Veränderungen im Jahre 2000 durch nachwachsende Rohstoffe bewirkt werden bei

- dem Einsatz von industriellen Vorleistungen und Kapital,
- der Außenhandelsbilanz für Agrarprodukte,
- dem landwirtschaftlichen Sektoreinkommen,
- den Staatsausgaben für die Landwirtschaft (Subventionsbedarf)
- und der Verbraucherbelastungen.

Diese Aussagen beruhen auf der FAL-Studie und stellen jeweils Vergleiche zur Situation im Jahr 2000 ohne nachwachsende Rohstoffe dar¹²⁸⁾. Da die Annahmensetzungen der FAL tendenziell günstig für die Wettbewerbsfähigkeit nachwachsender Rohstoffe sind und sich ein entsprechend hohes Produktionsvolumen der untersuchten Produktlinien ergibt, sind die folgenden ökonomischen Auswirkungen im wesentlichen als Beschreibungen von Entwicklungstendenzen zu verstehen. Die Untersuchungsergebnisse der FAL werden teilweise durch Aussagen aus der Literatur ergänzt.

Gesamtwirtschaftliche Auswirkungen — d.h. indirekte ökonomische Folgewirkungen auf Beschäftigung, Einkommen, Strukturentwicklung (in berührten Wirtschaftssektoren) und auf die Staatsausgaben insgesamt — wurden nicht untersucht, und über sie kann daher im folgenden nicht berichtet werden. Entsprechende gesamtwirtschaftliche Analysen wären eine der Fragestellungen, die bei Fortführung des TA-Prozesses zu nachwachsenden Rohstoffen zu untersuchen sind.

4.1 Industrielle Vorleistungen und Kapitalbedarf

4.1.1 Landwirtschaftlicher Bereich

Die Verbrauchsänderungen an landwirtschaftlichen Betriebsmitteln (industriellen Vorleistungen) werden im wesentlichen dadurch bestimmt, ob der Anbau nachwachsender Rohstoffe anstelle der konventionellen Agrarproduktion erfolgt oder aus der Nahrungsmittelproduktion ausscheidende Flächen nutzt. Inwieweit aus der landwirtschaftlichen Produktion ausscheidende Flächen zur Verfügung ste-

hen, ist in den Szenarien sehr unterschiedlich (vgl. Kapitel 3.5.2). Entsprechend unterschiedlich fallen die Verbrauchsänderungen für Betriebsmittel in den Szenarien aus. Das gleiche gilt für die Veränderungen beim Einsatz von fixen und quasi-fixen Produktionsfaktoren (Kapitalbedarf). In der Tabelle 4-1 sind die Veränderungen des Betriebsmittel- und Produktionsfaktoreneinsatzes durch die Produktion nachwachsender Rohstoffe gegenüber der Referenzsituation ohne Rohstoffanbau ausgewiesen. Auf die Veränderungen des Arbeitseinsatzes wird im Kapitel 5. eingegangen.

Bei einkommensorientierter Agrarpolitik (Szenario 2000-1) sind die Veränderungen des Betriebsmitteleinsatzes und des Kapitalbedarfs der Landwirtschaft gering. Die leichte Steigerung der Verbrauchszahlen resultiert vornehmlich aus der Verdrängung von extensivem Getreide (Hafer und Roggen) durch nachwachsende Rohstoffe¹²⁹⁾.

Unter marktorientierter Agrarpolitik (Szenario 2000-2) und Stützung des NR-Anbaus kommt es zu einer erheblichen Steigerung des Einsatzes an Betriebsmitteln und Kapital. Die Unterschiede sind nicht durch die geringfügig höhere Anbaufläche nachwachsender Rohstoffe als im Szenario 2000-1 bedingt, sondern dadurch, daß sich im Szenario 2000-2 mit NR-Stützung die landwirtschaftliche Nutzfläche um die NR-Anbaufläche ausdehnt. Im Szenario 2000-2 ohne Stützung des NR-Anbaus sind die Zuwächse bedeutend geringer, weil das Produktionsvolumen nachwachsender Rohstoffe niedriger liegt (nur Anbau von Raps zur Ölgewinnung).

Der Zunahme der Aufwendungen für Betriebsmittel (industrielle Vorleistungen) durch den NR-Anbau von 168,5 Mio DM im Szenario 2000-1 steht eine Abnahme von 300 Mio DM zur Ist-Situation (1986) gegenüber¹³⁰⁾. Die im Szenario 2000-2 durch den NR-Anbau bewirkten Mehraufwendungen für Betriebsmittel von 2 918,2 Mio DM (bzw. 638,6 Mio DM in der Variante ohne Stützung) können den Rückgang gegenüber 1986 von 6 720 Mio DM bei weitem nicht ausgleichen¹³¹⁾.

Daß auch ein erheblicher Anbau von nachwachsenden Rohstoffen, wie er in der FAL-Studie vorgesehen ist, die zukünftigen Strukturanpassungen der Landwirtschaft nicht ausgleichen kann, wird insbesondere bei den Veränderungen des Kapitalbedarfs deutlich. Im Szenario 2000-1 steht eine Zunahme des Kapitalbedarfs durch NR von 630,9 Mio DM einer Abnahme des landwirtschaftlichen Kapitalstocks von 8,6 Mrd DM im Zeitraum 1986 bis 2000 gegenüber¹³²⁾. Im Szenario 2000-2 ist der NR-bedingte zusätzliche Kapitalbedarf von rund 2,9 Mrd DM mit der Verringerung des Kapitalstocks um 26,6 Mrd DM zu vergleichen¹³³⁾.

¹²⁹⁾ a.a.O., S. 201.

¹³⁰⁾ a.a.O., S. 177.

¹³¹⁾ a.a.O., S. 184.

¹³²⁾ a.a.O., S. 175.

¹³³⁾ a.a.O., S. 181.

¹²⁸⁾ vgl. MEINHOLD, K. et al. (1987): a.a.O., S. 173 ff.

Tabelle 4-1

**Veränderungen des Einsatzes an Betriebsmitteln und Produktionsfaktoren
im landwirtschaftlichen Sektor durch den Anbau nachwachsender Rohstoffe
(gegenüber der Situation ohne nachwachsende Rohstoffe im Jahr 2000)**

Merkmal		Szenario 2000-1	Szenario 2000-2	
Stützung für NR-Anbau		ja	ja	nein
Düngereinsatz				
N	Mio. DM	+ 54,4	+ 322,1	+ 107,4
	v. H.	+ 1,9	+ 18,2	+ 6,1
P ₂ O ₅	Mio. DM	+ 31,0	+ 199,9	+ 47,6
	v. H.	+ 1,8	+ 18,2	+ 4,3
K ₂ O	Mio. DM	+ 23,2	+ 133,1	+ 42,1
	v. H.	+ 2,0	+ 17,2	+ 5,4
Pflanzenschutz	Mio. DM	+ 38,5	+ 2 162,3	+ 418,6
	v. H.	+ 2,4	+ 23,7	+ 4,6
Dieselöl	Mio. DM	+ 21,4	+ 100,8	+ 22,9
	v. H.	+ 1,9	+ 12,3	+ 2,8
Betriebsmittel insgesamt	Mio. DM	+ 168,5	+ 2 918,2	+ 638,6
Landmaschinen				
Schlepper (35 kW/70 kW)	Stück	+ 6 000	+ 15 300	+ 3 700
Kartoffelvollernter	Stück	+ 1 300	+ 400	—
ZR-Vollernter	Stück	+ 600	+ 400	—
Mähdrescher (3 m/5 m)	Stück	+ 200	+ 7 100	+ 1 700
Kapitaleinsatz (Maschinen)	Mio. DM	+ 630,9	+ 2 876,8	+ 601,3
	v. H.	+ 2,9	+ 18,2	+ 3,8

Quelle: nach MEINHOLD, K. et al. (1987): a. a. O., S. 200, 203, 207, 208.

4.1.2 Konversionsbereich

Der Vorleistungs- und Kapitalbedarf für die Konversion nachwachsender Rohstoffe ist in der Tabelle 4-2 ausgewiesen. Die Ergebnisse sind direkt von Umfang und Zusammensetzung der NR-Produktlinien in den Szenarien abhängig.

Bei Stützung des NR-Anbaus liegt der Kapitaleinsatz für die Konversion höher als der für den Anbau. Die

geringen Unterschiede im Vorleistungsbedarf zwischen Szenario 2000-1 und 2000-2 sind durch einen unterschiedlichen Rohstoffeinsatz für die Ethanolgewinnung bedingt¹³⁴⁾. Ohne Stützung des NR-Anbaus (bei Szenario 2000-2) ergeben sich infolge des verringerten Anbaus nachwachsender Rohstoffe auch ein geringerer Kapitaleinsatz und geringere Kosten.

¹³⁴⁾ a. a. O., S. 213 f.

Tabelle 4-2

Vorleistungseinsatz und Kosten für die Konversion nachwachsender Rohstoffe auf Sektorebene

Merkmal		Szenario 2000-1	Szenario 2000-2	
Stützung für NR-Anbau		ja	ja	nein
Hauptprodukte	1 000 t	2 526,5	2 526,5	412,0
Nebenprodukte	1 000 t	2 541,3	2 802,5	625,3
Kapitaleinsatz	Mio. DM	2 958,8	3 055,1	118,6
Kosten für				
– Arbeit	Mio. DM	181,0	177,5	22,8
– Kapital	Mio. DM	236,7	244,4	9,5
– Energie und Hilfsstoffe	Mio. DM	463,8	483,0	22,8
– Erhaltung	Mio. DM	355,1	366,6	14,2
Summe Kosten	Mio. DM	1 236,6	1 271,5	69,3

Quelle: nach MEINHOLD, K. et al. (1987): a. a. O., S. 210, 213.

Übersicht 4-1

Bedarf an industriellen Vorleistungen und Kapital durch nachwachsende Rohstoffe (unter Szenarienbedingungen)

- **Landwirtschaftlicher Bereich:**
Bei einkommensorientierter Agrarpolitik kommt es durch nachwachsende Rohstoffe zu einem leichten Anstieg des Einsatzes von Betriebsmitteln und Kapital, bei marktorientierter Agrarpolitik zu einem deutlichen Anstieg (um rund 20 %). In beiden Szenarien werden dadurch in keiner Weise Verminderungen, insbesondere die Abnahme des Kapitalstocks, die durch Strukturwandel bzw. geringeres Produktionsvolumen bedingt sind, ausgeglichen.
- **Konversion:**
Kapital- und Vorleistungsbedarf für die Konversion sind direkt von Umfang und Zusammensetzung der Produktion nachwachsender Rohstoffe abhängig. Bei Ausschöpfung des betrachteten, denkbaren Absatzpotentials würde sich der Kapitaleinsatz auf rund 3 Mrd DM und die gesamten Kosten auf rund 1,2 Mrd DM belaufen.

4.2 Außenhandelsbilanz für Agrarprodukte

Bei einkommensorientierter Agrarpolitik (Szenario 2000-1) nimmt das Außenhandelssaldo von Agrarprodukten einen Umfang von rund — 4,4 Mrd DM an und ist durch hohe Eiweiß- und Stärkefuttermittelimporte bedingt. Der in diesem Szenario gestützte Anbau von nachwachsenden Rohstoffen vergrößert die negative Agrarhandelsbilanz um etwa 1,8 Mrd DM (Tabelle 4-3). Ursache hierfür ist, daß der NR-Anbau zu einer zusätzlichen Nachfrage nach dem nur begrenzt zur Verfügung stehenden Faktor Boden führt und die dementsprechende Flächennutzung nur durch steigende Importe von Nahrungs- und Futtermitteln ausgeglichen werden kann¹³⁵⁾.

¹³⁵⁾ a.a.O., S. 218.

Die Annahmen zur marktorientierten Agrarpolitik (Szenario 2000-2) führen dazu, daß die Futtermittelimporte zwar zurückgehen, aber durch den Wegfall der staatlichen gestützten Getreideexporte sich der negative Außenhandelssaldo vergrößert. Infolge des Anbaus nachwachsender Rohstoffe verringert sich das Defizit um 713 Mio DM (bzw. um 114 Mio DM in der Variante ohne Stützung des NR-Anbaus)¹³⁶⁾.

Die Aussagen zum Außenhandel sind unter den Vorbehalt zu stellen, daß sich die in der FAL-Studie berechneten NR-Produktionsvolumen realisieren lassen bzw. nicht an wettbewerbsfähigeren Standorten in Drittländern die Produktion und Konversion der nachwachsenden Rohstoffe erfolgt und dann die dort gewonnenen Rohstoffe bzw. Folgeprodukte importiert werden¹³⁷⁾. Tendenziell würde dies bedeuten, daß die Veränderungen der Agrarhandelsbilanz durch nachwachsende Rohstoffe geringer ausfallen würden.

4.3 Landwirtschaftliches Sektoreinkommen

Zur Sektorbilanz werden in den Modellberechnungen der FAL-Studie Kosten und Erlöse der inländischen Agrarproduktion saldiert¹³⁸⁾. Das Faktoreinkommen des Agrarsektors stellt die Summe der Arbeits- und Kapitaleinkommen dar¹³⁹⁾.

¹³⁶⁾ a.a.O., S. 223.

¹³⁷⁾ Auf die Problematik der Eingrenzung der Untersuchung auf die Bundesrepublik Deutschland ist im Kapitel 3.2.1 eingegangen worden. Vgl. auch SCHMITZ, P.M. (1986): Nachwachsende Rohstoffe — Zu Fragen des Binnenmarkts und der EG-Agrarmarktornungen. In: Expertenkolloquium „Nachwachsende Rohstoffe“, 14./15.10.1986 in Bonn, Bd. 2, S. 93.

¹³⁸⁾ Als Kosten werden Importfütterzukauf, gewerbliche Vorleistungen inländischer Herkunft und kalkulatorische Kosten für Arbeit und Kapital angerechnet. Bei der Sektorbilanz wurden die im Optimierungsmodell als Vollkosten zu Wiederbeschaffungswerten angesetzten Kapitalkosten nur zu 50 v.H. angerechnet, da die Landwirte über erhebliche Altbestände an Gebäuden und Maschinen verfügen, die nicht zu Neuwerten finanziert werden müssen und daher bei Vollkostenanrechnung zu einer Unterschätzung der verfügbaren Einkommen führen würden. MEINHOLD, K. et al. (1987): a.a.O., S. 176.

¹³⁹⁾ a.a.O., S. 179.

Tabelle 4-3

Auswirkungen des Anbaus nachwachsender Rohstoffe auf den Außenhandel mit Agrarprodukten (Im Jahr 2000)

Merkmal	Szenario 2000-1	Szenario 2000-2	
		ja	nein
Stützung für NR-Anbau	ja	ja	nein
Außenhandelssaldo bei Agrarprodukten ¹⁾			
– ohne NR Mio. DM	– 4384	– 8432	– 8432
– mit NR Mio. DM	– 6195	– 7719	– 8318
Veränderung durch NR (Differenz) Mio. DM	– 1811	+ 713	+ 114

¹⁾ ohne Genußmittel, Südfrüchte und Fertigprodukte
Quelle: nach MEINHOLD, K. et al. (1987): a. a. O., S. 217, 222.

Sektorbilanz

Bei der Sektorbilanz zeigt sich für die Ist-Rechnung (Zeitpunkt 1986) eine Unterdeckung der Produktionskosten von 2,18 Mrd DM (Zeile (3) der Tabelle 4-4). Inwieweit dieser Betrag als Verlust der Landwirtschaft anzusehen ist, hängt davon ab, welche weiteren, im Sektormodell nicht erfaßten Netto-transferzahlungen der Landwirtschaft zufließen. Die FAL-Studie unterstellt, daß die jeweilige Unterdeckung durch verteilungspolitische Maßnahmen ausgeglichen wird. In den Szenarien wird dies bei der Beurteilung der zukünftigen Einkommenslage berücksichtigt, da diese Transferzahlungen als Besitzstand der Landwirte angesehen werden¹⁴⁰⁾.

In der Sektorbilanz treten die entscheidenden Unterschiede zwischen einkommens- und marktorientierter Agrarpolitik (Szenario 2000-1 und 2000-2) auf. Durch den verstärkten Betriebsstrukturwandel, die Bewirtschaftung größerer Betriebe und Parzellen sowie die rückläufige Produktion im Szenario 2000-2 verringert sich der Kapitalstock um ca. 20 % und der Arbeitskräftebedarf geht auf weniger als die Hälfte der Ist-Situation zurück¹⁴¹⁾. Während bei einkommensorientierter Politik (2000-1) Kosten und Erlöse zunehmen und die Kostenunterdeckung im Agrarsektor sich nur geringfügig vergrößert, halbieren sich bei marktorientierter Politik (2000-2) die Erlöse, während die Kosten nur um etwa ein Drittel sinken, so daß sich die Unterdeckung (Sektorverluste bei Vollkostenrechnung) um über 7 Mrd DM gegenüber 1986 erhöht¹⁴²⁾. Diese Verluste müßten durch zusätzliche Transferzahlungen gedeckt werden, wenn eine 100 %ige Selbstversorgung bei wichtigen Grundnahrungsmitteln aufrechterhalten werden soll (wie in der FAL-Studie unterstellt). Hier ist schon darauf hinzuweisen, daß den notwendigen, zusätzlichen Budgetmitteln (Finanzierung der sektoralen Unterdeckung abzüglich Einsparungen an Exporterstattungen) Entlastungen der Verbraucher ge-

genüberstehen und damit sich ein volkswirtschaftlicher Effizienzgewinn ergibt. Dies wird unter Staatsausgaben (Kapitel 4.4) und Verbraucherbelastung (Kapitel 4.5) wieder aufgegriffen.

Der Anbau nachwachsender Rohstoffe führt zu relativ geringen Veränderungen der Sektorbilanz. Da das gesamte Produktionsprogramm in beiden Szenarien nicht wettbewerbsfähig ist, tritt eine Erhöhung der Kostenunterdeckung ein (siehe Zeile (4) der Tabelle 4-4), die durch die staatliche Stützung des NR-Anbaus ausgeglichen werden muß. Auf die Veränderungen des Subventionsbedarfs wird im folgenden Kapitel „Staatsausgaben“ näher eingegangen. Nur beim NR-Anbau ohne staatliche Stützung (ausschließlich Rapsanbau auf 316 900 ha) ist ein Gewinn von 9,3 Mio DM zu verzeichnen¹⁴³⁾.

Sektoreinkommen

Die Unterschiede im landwirtschaftlichen Faktoreinkommen sind ebenfalls zwischen den Szenarien bedeutend größer als innerhalb der Szenarien durch die Hereinnahme des NR-Anbaus (Zeile (5) und (6) der Tabelle 4-4).

Das Faktoreinkommen je Arbeitskraft steigt von 29 358 DM (1986) im einkommensorientierten Szenario auf 40 022 DM und im marktorientierten Szenario auf 44 615 DM¹⁴⁴⁾. Dazu ist relativierend festzustellen, daß die Einkommen jeweils nur auf den betriebsnotwendig erforderlichen Arbeitsbedarf bezogen wurden, so daß mit Hilfe des gewählten Ansatzes nicht ermittelt werden kann, ob die Differenz aus verfügbaren und nach betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten erforderlichen Arbeitskräften („verdeckte Arbeitslosigkeit“) weiter zunimmt oder abgebaut wird. Der im Modell ermittelte Rückgang der Zahl der Arbeitskräfte in der Größenordnung von — 1,5 bis — 1,9 v.H. pro Jahr legt die Vermutung nahe, daß das Problem der verdeckten Arbeitslosigkeit in der Landwirtschaft unter den Bedingungen des ein-

¹⁴⁰⁾ a.a.O., S. 178.

¹⁴¹⁾ a.a.O., S. 182.

¹⁴²⁾ a.a.O., S. 183.

¹⁴³⁾ a.a.O., S. 223

¹⁴⁴⁾ a.a.O., S. 177, 184.

Tabelle 4-4

**Sektorbilanz und Sektoreinkommen der Landwirtschaft
mit und ohne Anbau nachwachsender Rohstoffe (in Mrd. DM)**

Merkmal	1986	Szenario 2000-1		Szenario 2000-2		
Anbau NR Stützung NR	nein —	nein —	ja ja	nein —	ja ja	ja ²⁾ nein
(1) Kosten	51,69	53,01	53,51	34,55	37,60	35,07
(2) Erlöse	49,49	50,77	50,76	25,13	27,75	25,66
(3) Kostenunter- (–) bzw. Kostenüberdeckung (+)	– 2,18	– 2,23	– 2,75	– 9,42	– 9,85	– 9,41
(4) Veränderung durch NR	—	—	– 0,52	—	– 0,42	+ 0,01
(5) Faktoreinkommen des Agrarsektors ¹⁾	16,47	18,41	18,76	10,44	11,46	10,62
(6) Veränderung durch NR	—	—	+ 0,34	—	+ 1,02	+ 0,18

¹⁾ Faktoreinkommen = Lohnanspruch zuzüglich Zinseinkommen, d.h. Summe aus Arbeits- und Kapitaleinkommen

²⁾ nur Rapsöl

Quelle: nach MEINHOLD, K. et al. (1987): a. a. O., S. 25, 30, 177, 184, 217, 222.

kommensorientierten Szenarios nicht wesentlich abgebaut wird¹⁴⁵⁾. Weiterhin ist zu berücksichtigen, daß die Betriebe aus dem Faktoreinkommen auch Nettoinvestitionen finanzieren müssen, um die Technik den veränderten Bedingungen anzupassen. Damit ist unsicher, ob das zu Konsumzwecken verwendbare Einkommen zu- oder abnimmt¹⁴⁶⁾.

Mit dem Anbau nachwachsender Rohstoffe steigt der Einsatz von Arbeit und Kapital gegenüber der Situation ohne nachwachsende Rohstoffe, so daß dem Sektor zusätzliches Einkommen zufließt (siehe Zeile (6) der Tabelle 4-4). Der Effekt ist im Szenario 2000-2 größer, da der NR-Anbau nicht anstelle der Nahrungsmittelproduktion erfolgt.

Übersicht 4-2

Sektorbilanz und Sektoreinkommen der Landwirtschaft mit und ohne nachwachsende Rohstoffe (unter Szenarienbedingungen)

- Eine einkommensorientierte Agrarpolitik hat zur Folge, daß sich die Sektorbilanz bei leicht steigenden Gesamtkosten und -erlösen faktisch nicht ändert. Nachwachsende Rohstoffe führen, da sie nicht wettbewerbsfähig sind, zu einer erhöhten Kostenunterdeckung, die durch die NR-Subventionierung ausgeglichen werden muß.

Das Faktoreinkommen des Agrarsektors (Summe der Arbeits- und Kapitaleinkommen) steigt und würde sich durch nachwachsende Rohstoffe um zusätzlich 433,5 Mio DM erhöhen.

- Die marktorientierte Agrarpolitik bewirkt durch die erhebliche Verringerung der Produktion, den verstärkten Strukturwandel und die niedrigeren Agrarpreise eine Halbierung der Erlöse bei einer Verringerung der Kosten um rund ein Drittel, so daß die Kostenunterdeckung im Agrarsektor um über 7 Mrd DM steigt. Dafür sind Nettotransferzahlungen an die Landwirtschaft vorzunehmen, die z.T. aus den entfallenden Exporterstattungen und Produktionsbeihilfen finanziert werden können. Der Anbau nachwachsender Rohstoffe mit Stützung bewirkt stärkere Veränderungen der Kosten und Erlöse, da er nicht anstelle der Nahrungsmittelproduktion erfolgt. Die Kostenunterdeckung erhöht sich aber ebenfalls, da die nachwachsenden Rohstoffe in der gesamten Produktionspalette auch im Szenario 2000-2 nicht wettbewerbsfähig sind. Nur beim ungestützten NR-Anbau von Raps zur Ölgewinnung (316 900 ha) ergibt sich ein zusätzlicher Gewinn von 9,3 Mio DM.

Das Faktoreinkommen des Agrarsektors erhöht sich durch den gestützten NR-Anbau um 1 Mrd DM. Dem steht allerdings gleichzeitig eine Verringerung des Faktoreinkommens infolge der marktorientierten Agrarpolitik von 6 Mrd DM von der Ist-Situation bis zum Jahr 2000 gegenüber.

4.4 Staatsausgaben

Die *einkommensorientierte Agrarpolitik* (Szenario 2000-1, zunächst ohne Anbau von NR) bewirkt, daß die für die Agrarpolitik notwendigen Budgetmittel um 3 Mrd DM steigen (Zeile (6) der Tabelle 4-5), um die zusätzlichen Agrarexporte (vor allem Getreide) zu finanzieren. Da in diesem Szenario die nachwachsenden Rohstoffe nicht wettbewerbsfähig sind, werden Staatsausgaben zur Stützung des NR-Anbaus von 1,24 Mrd DM (davon 516,6 Mio DM zum direkten Verlustausgleich (siehe Zeile (4) in Tabelle 4-4) und 719,3 Mio DM zur Deckung der Opportunitätskosten¹⁴⁷⁾ notwendig. Den zusätzlichen Ausgaben stehen Einsparungen bei den Exporterstattungen von 1,38 Mrd DM gegenüber, weil der NR-Anbau die Überschüsse im Nahrungsmittelbereich verringert. Damit ergibt sich eine geringfügige Verbesserung (Einsparung von 139,6 Mio DM) bei den notwendigen Budgetmitteln.

Die FAL-Studie kommt zu der Bewertung, daß „unter der Annahme, die zusätzlich für das NR-Programm beschäftigten Faktoren (Kapital und Arbeit) könnten in anderen Zweigen der Volkswirtschaft nur eine gleiche Verwertung wie in der Rohstoffproduktion erzielen, die Vorteilhaftigkeit des staatlichen Rohstoffprogramms gegenüber der Exportstützung etwa gesichert wäre. Auch bei länger anhaltender Unterbeschäftigung außerhalb der Landwirtschaft, wenn also nicht mit entgangenen Einkommensansprüchen gerechnet werden bräuchte und u.U. sogar Kosten im sozialen Bereich vermindert werden könnten, wäre ein derartiges Programm positiv zu werten. Stünde aber den staatlichen Einsparungen bei den Exporterstattungen von netto 140 Mio DM an anderer Stelle der Volkswirtschaft ein höherer Nutzenentgang gegenüber, so wäre das Programm negativ zu bewerten“¹⁴⁸⁾. Opportunitätskosten für Kapital und Arbeit werden in den Berechnungen der FAL berücksichtigt. Mit dem partiellen Modellansatz für den Agrarsektor können aber keine endgültigen Wertungen über die relative Vorzüglichkeit auf der Ebene der gesamten Volkswirtschaft getroffen werden¹⁴⁹⁾.

Eine andere Wertung nimmt als Ausgangspunkt ihrer Argumentation, daß die volkswirtschaftlichen Kosten der Agrarpolitik durch das Abheben des Binnenpreises vom günstigsten Bezugs- oder Absatzpreis außerhalb der EG, durch verordnete Preisstabilität und die zeitliche, regionale und produktmäßige Verzerrung der Preisrelationen entstehen. Wenn nun Überschüsse bei Festhalten am Preisstützungsniveau für Nahrungsmittel in den Nichtnahrungsmittelbereich umgeleitet werden, dann würde lediglich ein Zugewinn an Exporterlösen aus Nahrungsmittelexporten gegen eine Ersparnis an Importausgaben für fossile und/oder biogene Rohstoffe ausgetauscht, während die angebots- und nachfrageseitigen Wohlfahrtsverluste der Protektion erhalten bleiben, selbst wenn die Staatsausgaben abnehmen. In dieser Sichtweise sprechen sogar einige Argumente

¹⁴⁵⁾ a.a.O., S. 179.

¹⁴⁶⁾ a.a.O., S. 183.

¹⁴⁷⁾ a.a.O., S. 216.

¹⁴⁸⁾ a.a.O., S. 26.

¹⁴⁹⁾ a.a.O., S. 33.

dafür, „daß eine subventionierte Umlenkung der Überschüsse in industrielle Verwendungsbereiche die Ineffizienz erhöht, ohne nachhaltige Überschuß- und Finanzentlastungen im Agrarbereich herbeizuführen. Selbst bei langfristiger Betrachtungsweise sind Zweifel angebracht, insbesondere auch aus ordnungspolitischer Sicht. Bürokratische Eingriffe unterschätzen vermutlich die ungeheure Dynamik ökonomischer und technischer Entwicklungen, von Innovationspotentialen, von Strukturverschiebungen und von Substitutionsmöglichkeiten und erkennen damit verbundene Anpassungserfordernisse zu spät oder können sie politisch nicht, nur verzögert und mit falscher Dosierung durchsetzen. Gerade in diesem Bereich sollte der Wettbewerb nicht noch weiter ausgehöhlt, sondern bewußt als Instrument zur effizienten Suche nach besten Lösungen unserer Energie- und Rohstoffprobleme erhalten werden. Festgeschriebene Subventionen schaffen Besitzstände, wecken Begehrlichkeit bei potentiellen Empfängern und erschweren den Suchprozeß.“¹⁵⁰⁾ Es ist erkennbar, daß diese kritischen Anmerkungen nicht nur für die Subventionierung nachwachsender Rohstoffe gelten, sondern auf einer grundsätzlichen Kritik an einer einkommensorientierten Ausrichtung der Agrarpolitik beruhen.

Bei *marktorientierter Agrarpolitik* (Szenario 2000-2, zunächst ohne Anbau von NR) fallen Exporterstattungen und Produktionsbeihilfen fast vollständig weg (Zeile (1) der Tabelle 4-5). Um die stark steigende Produktionskostenunterdeckung (siehe Zeile (3) der Tabelle 4-4) auszugleichen, werden aber gleichzeitig erhebliche zusätzliche Mittel in Höhe von 7,24 Mrd DM (Zeile (4) der Tabelle 4-5) notwendig. Diese zusätzlichen Transferzahlungen sind voraussichtlich als untere Grenze des Bedarfs anzusehen, wenn die in der FAL-Studie vorgesehenen Einkommensansprüche der Landwirte abgesichert bleiben sollen¹⁵¹⁾. Die staatlichen Zuwendungen aus sozial-

und regionalpolitischen Gründen und Unterstützungen für aus dem landwirtschaftlichen Sektor freigesetzte Arbeitskräfte werden nicht erfaßt¹⁵²⁾. Da das gesamte, betrachtete Produktionsprogramm nachwachsender Rohstoffe auch in diesem Szenario nicht wettbewerbsfähig ist, werden Staatsausgaben von 0,45 Mrd DM erforderlich, insbesondere um die Produktionskostenunterdeckung auf Sektorebene von 423,8 Mio DM auszugleichen¹⁵³⁾. Den zusätzlichen Staatsausgaben stehen in diesem Fall keine Einsparungen bei den Exporterstattungen gegenüber. Bei dem ungestützten Anbau von Raps (letzte Spalte der Tabelle 4-5) treten selbstverständlich keine Veränderungen der Staatsausgaben infolge des NR-Anbaus auf.

Der entstehende Subventionsbedarf für die vorgegebenen NR-Produktionsmengen dürfte zu niedrig eingeschätzt sein, weil sowohl Erzeugung, Verarbeitung und Vermarktung sowie die Abhängigkeit von der staatlichen Stützung erhebliche Risiken beinhalten. Ein NR-Subventionierungsprogramm wird daher nur dann greifen, wenn diese Risiken eine genügend hohe Abdeckung erfahren und im Subventionsbetrag berücksichtigt sind. Dieser Sicherheitszuschlag wird um so höher sein müssen, je längerfristiger die Investitionen in diesem Wirtschaftsbereich festgelegt sind¹⁵⁴⁾. Die konkreten politischen Instrumente zur Stützung nachwachsender Rohstoffe sind in der FAL-Studie nicht abgebildet worden, so daß auch Nebenwirkungen dieser Politik, die in der Regel zu einer Erhöhung des NR-Subventionsbedarfs führen dürften, nicht untersucht werden konnten¹⁵⁵⁾.

¹⁵⁰⁾ SCHMITZ, P.M. (1986): a.a.O., S. 95 f.

¹⁵¹⁾ MEINHOLD, K. et al. (1987): S. 183.

¹⁵²⁾ vgl. WINTZER, D. (1990): Kommentargutachten zum Berichtsentwurf „Nachwachsende Rohstoffe“, Komm.-Drucksache 11/77, S. 5.

¹⁵³⁾ a.a.O., S. 223.

¹⁵⁴⁾ BEUSMANN, V. et al. (1990): Kommentargutachten zum Berichtsentwurf „Nachwachsende Rohstoffe“, Komm.-Drucksache 11/76, S. 13.

¹⁵⁵⁾ ISERMEYER, F. (1990): Kommentargutachten zum Berichtsentwurf „Nachwachsende Rohstoffe“, Komm.-Drucksache 11/75, S. 5.

Tabelle 4-5

Staatsausgaben für die Landwirtschaft mit und ohne Anbau nachwachsender Rohstoffe (in Mrd. DM)

Merkmal	1986	Szenario 2000-1		Szenario 2000-2		
Anbau NR Stützung NR	nein —	nein —	ja ja	nein —	ja ja	ja nein
(1) Exporterstattungen + Produktionsbeihilfen	3,28	6,22	4,84	0,13	0,13	0,13
(2) Veränderung gegenüber 1986	—	+ 2,94	+ 1,56	— 3,15	— 3,15	— 3,15
(3) Veränderung durch NR	—	—	— 1,38	—	0	0
(4) zusätzliche Transferzahlungen	—	+ 0,05	+ 0,05	+ 7,24	+ 7,24	+ 7,24
(5) Staatsausgaben für NR	—	—	+ 1,24	—	+ 0,45	0
(6) Veränderung Budgetmittel gegenüber 1986	—	+ 2,99	+ 2,85	+ 4,09	+ 4,54	+ 4,09
(7) Veränderung Budgetmittel durch NR	—	—	— 0,14	—	+ 0,45	0
(8) Gesamtsumme Budgetmittel	3,28	6,27	6,13	7,37	7,82	7,37

Quelle: nach MEINHOLD, K. et al. (1987): a. a. O., S. 177, 184, 217, 222.

Eine wesentliche Überlegung in der agrarpolitischen Diskussion ist, mit den nachwachsenden Rohstoffen einen Produktionszweig zu fördern, der die derzeitigen Überschüsse verringert. Die sich daran anschließende Überlegung muß sein, inwieweit bei einer erfolgreichen Verringerung der Überschüsse nur Spielraum in der Agrarpreispolitik entsteht und dieser genutzt werden wird. Die Rückwirkungen einer Stützung nachwachsender Rohstoffe auf die landwirtschaftlichen Erzeugerpreise insgesamt sind in den FAL-Berechnungen nicht erfaßt. Die Frage ist also, ob die NR-Subventionierung nicht auch zur Erhöhung anderer Stützungen führt.

Schließlich ist darauf hinzuweisen, daß die staatliche Stützung von NR schwer mit den Grundvorstellungen einer marktorientierten Agrarpolitik (Szenario 2000-2) zu vereinbaren ist. Sollte trotzdem eine solche Politikkombination erfolgen, so ist zu fragen, inwieweit dies nicht ein Umschwenken in eine einkommensorientierte Agrarpolitik (zum Szenario 2000-1) bedeutet.

Neben den bisher behandelten Unsicherheiten, die auf die Modellkonstruktion zurückzuführen sind, ist der Subventionsbedarf für NR erheblich von den erwarteten Rahmenbedingungen abhängig. Die getroffenen Aussagen zur Veränderung der Staatsausgaben infolge nachwachsender Rohstoffe, reagieren besonders empfindlich auf Änderungen der Annahmensetzungen, die in der FAL-Studie insgesamt als günstig für nachwachsende Rohstoffe zu bezeichnen sind. Ein schwächeres Absinken der Weltmarktpreise für Agrarprodukte (vgl. Kapitel 3.2.1) hätte geringere Exporterstattungen zur Folge, würde damit im einkommensorientierten Szenario (2000-1) zu niedrigeren Einsparungen infolge des NR-Anbaus bei den Exporterstattungen führen und damit die Bilanz der durch nachwachsende Rohstoffe veränderten Staatsausgaben negativ belasten. Niedrigere Energiepreise und dadurch niedrigere Marktpreise für nachwachsende Rohstoffe (insbesondere für Bioethanol) würden proportional die Produktionskostenunterdeckung erhöhen und zu einem entsprechenden Anstieg der erforderlichen Staatsausgaben bzw. des Subventionsbedarfs für nachwachsende Rohstoffe führen¹⁵⁶⁾.

Als Ergänzung zu den bisherigen Ausführungen sollen nun Angaben zum Subventionsbedarf einzelner Produktlinien unter den derzeitigen Marktbedingungen referiert werden¹⁵⁷⁾. Eine direkte Vergleichbarkeit mit den Ergebnissen der FAL-Studie ist nicht gegeben, da sich die Angaben auf die EG (FAL-Studie auf die Bundesrepublik Deutschland) und auf den Zeitraum 1986-1995 bzw. 1990 (FAL-Studie auf das Jahr 2000) beziehen sowie unterschiedliche Berechnungsmethoden (Kosten-Nutzen-Analyse für einzelne Märkte bei JEUB — landwirtschaftliches Sektormodell bei der FAL-Studie) verwendet werden. Insbesondere soll damit verdeutlicht werden, in welcher Größenordnung die Stützung der nachwachsenden Rohstoffe unter der derzeitigen Agrarmarktorientierung erfolgt.

¹⁵⁶⁾ vgl. PASCHEN, H. et al. (1987): a.a.O., S. 438.

¹⁵⁷⁾ nach JEUB, G.J. (1987): a.a.O., S. 57, 101, 152.

Die Folgewirkungen der Produktlinie Stärke auf den Staatshaushalt werden durch die neue Marktregelung bestimmt, die einen technischen Einsatz von Stärke innerhalb der EG zu Weltmarktpreisen ermöglicht. Dies führt zu direkten und indirekten Effekten für den Staatshaushalt (Tabelle 4-6):

— direkte Effekte:

- Ausgaben für Stärkesubvention:
Diese Subvention gilt für sämtliche im technischen Bereich eingesetzten Stärkeprodukte und gleicht die Preisdifferenz zwischen EG und Weltmarkt aus. Dies macht im Zeitraum von 1986 bis 1995 Stärkebeihilfen in Höhe von 4,6 Mrd DM notwendig¹⁵⁸⁾.
- Da mehr Getreide aus inländischer Produktion in der Stärkeindustrie eingesetzt wird, können gegenüber der alten Marktregelung, die nur eine Stärkebeihilfe von 2,96 Mrd DM im gleichen Zeitraum gewähren würde, staatliche Haushaltsmittel in Höhe von etwa 400 Mio DM an Exporterstattung eingespart werden.

— indirekte Effekte:

- Der Vitalklebereffekt würde im Falle einer Ausdehnung der Weizenstärkeproduktion zu einer weiteren Einsparung an Exporterstattungen in Höhe von 140 Mio DM durch die Substitution von Importweizen durch inländischen Backweizen und Vitalkleber führen.
- Die Nebenprodukteeffekte erfordern allerdings zusätzliche Haushaltsmittel für Exporterstattungen in Höhe von etwa 250 Mio DM für Exporte von
 - Futtermittel, das durch die Nebenprodukte der Stärkeindustrie verdrängt wird,
 - Vitalkleber unter der Voraussetzung, daß langfristig bei diesem Produkt strukturelle Überschüsse entstehen.

Tabelle 4-6

Veränderung der Staatsausgaben in der EG für den Zeitraum 1986 bis 1995 für die Produktlinie Stärke gegenüber Referenzsituation ohne Produktionsbeihilfen (in Mio. DM)

	Inlandsmais	Weichweizen
Staatsausgaben	+ 4 276	+ 4 798
davon		
– Stärkebeihilfen	+ 4 626	+ 4 626
– Abschöpfungen	+ –	+ 463
– Einsparungen an Exporterstattungen	– 402	– 543
– Ausgaben an Exporterstattungen	+ 52	+ 252

Quelle: JEUB, G. J. (1987): a.a.O., S. 57.

¹⁵⁸⁾ Bei einem Einsatz von 2,55 Mio t Stärke im Jahr 1995 in der chemisch-technischen Verwendung.

Die in Tabelle 4-6 angegebenen Zahlen beziehen sich auf die stärkehaltigen Agrarprodukte Mais und Weizen. Die Kartoffel würde unter gleichen Bedingungen wie Mais und Weizen vergleichsweise eine mittlere Position einnehmen und im gleichen Untersuchungszeitraum Staatsausgaben in Höhe von 4,4 Mrd DM verursachen.

Der aktuelle Stützungsbedarf für stärkehaltige Pflanzen (Wirtschaftsjahre 1986/87 bis 1988/89) wird

- für Weichweizen mit 1 191,— DM/ha,
- für Mais mit 1 632,— DM/ha und
- für Stärkekartoffeln mit 2 977,— DM/ha (einschließlich Prämien an die Kartoffelindustrie)

beziffert¹⁵⁹⁾. Bei der Stärkeerzeugung aus Weizen ist zu berücksichtigen, daß in großen Mengen Nebenprodukte (B-Stärke) anfallen, die meist als Futtermittel verwertet werden und somit in Konkurrenz zu Futtergetreide stehen. Deshalb wird Getreide auf Drittlandsmärkte verdrängt, was zu erhöhten Exporterstattungen führt. Die Gewinnung von Stärke aus Mais ist derzeit insgesamt am vorteilhaftesten.

Die Bereitstellung von Zucker zu einem Weltmarktpreis von 70 DM/100 kg stellt eine wichtige Voraussetzung für die Wettbewerbsfähigkeit der biotechnologischen Produktion von organischen Chemikalien innerhalb der Europäischen Gemeinschaften dar. Bei einer chemisch-technischen Verwendung kann sowohl Rübenzucker als auch Störkezucker zum Einsatz kommen (Tabelle 4-7).¹⁶⁰⁾ Hierbei würde die Bereitstellung von Rübenzucker zum o.a. Gleichgewichtspreis Staatsausgaben in Höhe von 477 Mio DM für den Zeitraum von 1986 bis 1990 verursachen. Zusätzlich würde sich der Rückgang der Zolleinnahmen negativ auf den Staatshaushalt auswirken, so daß letztlich bei einer Rübenzuckerverwendung insgesamt 641 Mio DM staatliche Haushaltsmittel notwendig wären.

Tabelle 4-7

Veränderung der Staatsausgaben in der EG für den Zeitraum 1986 bis 1990 für die Produktlinie Zucker gegenüber Referenzsituation ohne Beihilfen (in Mio. DM)

	Rübenzucker	Störkezucker
Staatsausgaben	+ 641	+ 107
davon		
– Subventionen für Industriezucker	+ 500	+ 227
– Einsparung an Exporterstattungen	– 127	– 327
– Ausgaben an Exporterstattungen	+ 104	+ 43
– Mindereinnahmen aus Importzöllen	+ 164	+ 164

Quelle: JEUB, G. J. (1987): a.a.O., S. 101.

¹⁵⁹⁾ BUND, LÄNDER (1989): a.a.O., S. 41.

¹⁶⁰⁾ Es wird von einem Einsatz von 540.000 t Zucker (Zuckeräquivalent) im Jahr 1990 für die chemisch-technische Verwendung ausgegangen.

Demgegenüber steht die Verwendung von Störkezucker, die infolge der Subventionierung des Industrie-Zuckers staatliche Mittel in Höhe von 227 Mio DM erfordert. Da gleichzeitig Exporterstattungen in Höhe von 327 Mio DM eingespart und andererseits in Höhe von 43 Mio DM ausgegeben werden müssen, errechnen sich letztlich in Verbindung mit den Mindereinnahmen aus Importzöllen staatliche Haushaltsmittel in Höhe von 107 Mio DM. Folglich erfordert die Verwendung von Störkezucker im chemisch-technischen Bereich erheblich geringere staatliche Haushaltsmittel als die Verwendung von Rübenzucker.

In der Produktlinie Öl bietet unter den heutigen marktpolitischen Rahmenbedingungen einzig das Rapsöl die Möglichkeit, kurz- bis mittelfristig als Industrierohstoff zur Verfügung zu stehen. Hierzu sind in Tabelle 4-8 beispielhaft zwei realistisch erscheinende Möglichkeiten der Verwertung von Rapsöl im technischen Bereich aufgezeigt. Dieses Beispiel beinhaltet die Importsubstitution von 300 000 t Talg bzw. Sojaöl einerseits durch derzeitige inländische Rapsölqualitäten (kurzfristiger Aspekt) und andererseits durch höherwertige neue Rapsölqualitäten (mittelfristiger Aspekt).

Tabelle 4-8

Veränderung der Staatsausgaben in der EG bei einer Importsubstitution von 300 000 t Talg bzw. Sojaöl durch Rapsöl aus inländischer Erzeugung (in Mio. DM/Jahr)

	Rapsölqualität	
	derzeitig	höherwertig
Staatsausgaben	+ 107	– 86
davon		
– Erzeugerbeihilfe	+ 232	+ 202
– Verarbeitungsbeihilfe	+ 83	–
– Mindereinnahmen aus Importzöllen	+ 21	+ 23
– Zollrückerstattung	+ 21	+ 23
– Beihilfe an technische Industrie	+ 84	–
– Einsparung an Exporterstattungen	– 334	– 334

Quelle: JEUB, G. J. (1987): a.a.O., S. 152.

Der Staatshaushalt wird bei einer alternativen Nutzung von überschüssigen Getreide-Flächenkapazitäten durch die Erzeugung von Raps zur Verwertung des Öls als Industrierohstoff unter den derzeitigen marktpolitischen Rahmenbedingungen durch die Höhe der Einsparung an Exporterstattungen für Futtergetreide und die notwendigen Beihilfen zur Erzielung der Wettbewerbsfähigkeit bestimmt. In Tabelle 4-8 sind hierzu die Beihilfen sowohl auf der Erzeugerebene gegenüber dem konkurrierenden Getreideanbau als auch auf der Marktebene gegenüber konkurrierenden Fettrohstoffen beispielhaft aufgezeigt. Gleichzeitig sind Importe von pflanzlichen Ölen zu technischen Zwecken zollmäßig begünstigt, so daß in der EG überwiegend importierte Fette und Öle als Industrierohstoffe eingesetzt werden. Hierzu

kommt bei Verwendung von derzeitigen Rapsölqualitäten die denkbare Bereitschaft der verarbeitenden Industrie anstelle von importiertem Talg inländisches Rapsöl einzusetzen, wenn die Wettbewerbsnachteile durch eine Beihilfe von zusätzlich etwa 83 Mio DM ausgeglichen werden. Folglich ergibt sich bei Verwendung von derzeitigen Rapsölqualitäten eine Belastung des Staatshaushaltes von 107 Mio DM/Jahr. Demgegenüber steht bei Verwendung von höherwertigen Rapsölqualitäten ein positiver Staatshaushalt von 86 Mio DM/Jahr, der infolge der Qualitätsverbesserung bei Rapsöl keine Beihilfen auf der Verarbeitungsebene vorsieht.

Angaben zum derzeitigen Stützungsbedarf ölhaltiger Pflanzen (Wirtschaftsjahre 1986/87 bis 1988/89) lauten

- für Erucasäure-haltigen Raps 1 620 DM/ha,
- für Sonnenblumen 1 825 DM/ha und
- für Öllein 1 394 DM/ha¹⁶¹).

Die Angaben zum Stützungsbedarf für Rapsöl als Kraftstoff variieren

- für die direkte Verwendung zwischen 1 930 DM/ha¹⁶² und 2 150 DM/ha¹⁶³) und
- für die Verwendung als Rapsölester zwischen 2 200 DM/ha¹⁶⁴) und 2 540 DM/ha¹⁶⁵).

Der Stützungsbedarf für Bioethanol wird mit rund

- 2 000 DM/ha¹⁶⁶) bis 2 700 DM/ha¹⁶⁷) bei der Rohstoffbasis Weizen bzw.
- 3 400 DM/ha¹⁶⁸) bis 4 080 DM/ha¹⁶⁹) bei der Rohstoffbasis Zuckerrüben

angegeben. Dem stehen Einsparungen bei Exporterstattungen von rund 1 130 DM/ha (Weizen) bzw. 3 340 DM/ha (Zuckerrüben) gegenüber.

Der Subventionsbedarf des Flachsbaus in der Bundesrepublik Deutschland beläuft sich auf 720 DM/ha (bei Substitution von Flachsimporten) bis 4 082 DM/ha (bei Substitution von Asbest)¹⁷⁰).

¹⁶¹) BUND, LÄNDER (1989): a.a.O., S. 58.

¹⁶²) a.a.O., S. 138 f.

¹⁶³) WOLFFRAM, R. (1990): Kommentargutachten zum Berichtsentwurf „Nachwachsende Rohstoffe“, Komm.-Drucksache 11/78, S. 2.

¹⁶⁴) BUND, LÄNDER (1989): a.a.O., S. 138 f.

¹⁶⁵) WOLFFRAM, R. (1990): a.a.O., S. 2.

¹⁶⁶) WOLFFRAM, R. (1990): a.a.O., S. 3.

¹⁶⁷) BUND, LÄNDER (1989): a.a.O., S. 120.

¹⁶⁸) WOLFFRAM, R. (1990): a.a.O., S. 3.

¹⁶⁹) BUND, LÄNDER (1989): a.a.O., S. 120.

¹⁷⁰) WOLFFRAM, R. und C. MUDDERMANN (1990): Flachs-anbau in der BR-Deutschland aus agrarmarktpolitischer Sicht. In: Agrarwirtschaft 39, S. 98-104.

Übersicht 4-3

Staatsausgaben für den Agrarsektor mit und ohne nachwachsende Rohstoffe (unter Szenarienbedingungen)

- Mit steigenden Staatsausgaben für die Landwirtschaft ist unter den getroffenen Annahmen zur Entwicklung der Rahmenbedingungen zu rechnen. Bei einer einkommensorientierten Agrarpolitik werden diese zur Finanzierung von Exporterstattungen (vor allem für Getreide), bei einer marktorientierten Agrarpolitik für Transferzahlungen zur landwirtschaftlichen Einkommenssicherung benötigt.
- Die Stützung des Anbaus nachwachsender Rohstoffe führt in den Berechnungen der FAL-Studie zu keinen entscheidenden Veränderungen bei den Staatsausgaben. Im einkommensorientierten Szenario stehen NR-Subventionen von 1,24 Mrd DM Einsparungen von 1,38 Mrd DM bei den Exporterstattungen gegenüber. Im marktorientierten Szenario sind geringere NR-Subventionen (0,45 Mrd DM) notwendig, da die Agrarpreise niedriger sind. Allerdings werden diese zusätzlichen Staatsausgaben nicht durch Minderausgaben ausgeglichen, da keine Exporterstattungen mehr gewährt werden.
- Zu deutlich steigendem Subventionsbedarf und erhöhten Staatsausgaben für nachwachsende Rohstoffe würde es insbesondere dann kommen, wenn die Weltagrarpreise weniger fallen (geringere Exporterstattungen notwendig) oder die Energiepreise bzw. Marktpreise für nachwachsende Rohstoffe niedriger liegen (erhöhte Produktionskostenunterdeckung muß ausgeglichen werden). Außerdem konnten mit dem Berechnungsmodell unerwünschte Nebeneffekte, Sicherheitszuschläge und anderes nicht erfaßt werden, so daß der Subventionsbedarf systematisch unterschätzt sein dürfte.

Derzeitiger Stützungsbedarf für nachwachsende Rohstoffe

- Die Subventionen bzw. der Subventionsbedarf für nachwachsende Rohstoffe betragen, bezogen auf die Anbaufläche, etwa
 - 1 200 bis 3 000 DM/ha bei der Produktlinie Stärke,
 - 1 400 bis 1 800 DM/ha bei der Produktlinie Öl und
 - 1 400 bis 4 000 DM/ha bei energetischer Verwendung.

4.5 Verbraucher

Das gegenwärtige System der Agrarmarktornungen bedingt durch seine protektionistische Ausrichtung Verbraucherbelastungen, d.h. höhere Ausga-

ben der Konsumenten als bei einem marktwirtschaftlich geregelten System.

Die FAL-Studie hat für beide Szenarien geringere Verbraucherbelastungen gegenüber der Ausgangssituation, d.h. geringe Ausgaben für Nahrungsmittel, errechnet, die bei marktorientierter Agrarpolitik (Szenario 2000-2) mit rund 20 Mrd DM sehr stark ausfallen (Tabelle 4-9). Die genaue Berechnung der Verbraucherentlastungen in der FAL-Studie läßt sich nicht nachvollziehen. Von der Tendenz her wird aber deutlich, daß im marktorientierten Szenario den höheren Staatsausgaben für Transferzahlungen bedeutend größere Entlastungen der Verbraucher gegenüberstehen und damit eine Umorientierung der Agrarpolitik trotz erheblicher sozialer Anpassungsprobleme zu volkswirtschaftlichen Gewinnen zu führen verspricht. Gegenüber den Veränderungen durch die agrarpolitische Ausrichtung führt der Anbau nachwachsender Rohstoffe nur zu relativ geringen Veränderungen der Verbraucherbelastungen.

Tabelle 4-9

**Veränderung der Verbraucherbelastungen
(unabhängig vom Anbau nachwachsender
Rohstoffe) (in Mrd. DM)**

Merkmal	Szenario 2000-1	Szenario 2000-2
Veränderung der Verbraucherbelastung gegenüber 1986	- 3,86	- 19,04
Veränderung der Budgetmittel gegenüber 1986	+ 2,99	+ 4,09
Wohlfahrtseffekt (Saldo aus Veränderungen der Budgetmittel und Verbraucherbelastung)	- 0,87	- 14,95

Quelle: nach MEINHOLD, K. et al. (1987): a. a. O., S. 177, 184.

5. Soziale Folgewirkungen

Zunächst wird auf die zukünftige Entwicklung der Arbeitsplätze in der Landwirtschaft eingegangen und untersucht, welches zusätzliche Potential an Arbeitsplätzen durch nachwachsende Rohstoffe in der Agrarproduktion und Konversion entsteht. Im zweiten Unterkapitel wird die landwirtschaftliche Einkommenssituation und Agrarstruktur mit und ohne nachwachsende Rohstoffe diskutiert. Abschließend wird kurz auf regionale Wirkungen des Anbaus nachwachsender Rohstoffe eingegangen.

Soziale Folgewirkungen umfassen eigentlich mehr. Dazu gehören weiterhin beispielsweise soziale Konfliktfelder (Interessenkonflikte zwischen unterschiedlichen Gruppen und Organisationen, die von NR betroffen sind), Qualifizierungsanforderungen, Verteilungseffekte („Gewinner“ und „Verlierer“ bei NR-Anbau und -Verwendung), Gestaltbarkeit und Machtverteilung, sowie Wandlungen bei Funktion

und Selbstverständnis von Landwirten. Auf diese sozialen Auswirkungen kann aufgrund fehlender Untersuchungen nicht eingegangen werden.

5.1 Arbeitsplatzwirkungen

Arbeitsplatzentwicklung in der Landwirtschaft bei einkommensorientierter Agrarpolitik (Szenario 2000-1)

Bei einkommensorientierter Agrarpolitik (Szenario 2000-1) gehen infolge der Einführung mechanisch-technischer Fortschritte im Agrarsektor bis zum Jahr 2000 rund 100 000 Voll-Arbeitsplätze verloren (Tabelle 5-1)¹⁷¹⁾. Dies entspricht einer jährlichen Abnahmerate von nur 1,5 %, liegt unterhalb des langjährigen Durchschnitts der Abwanderung aus der Landwirtschaft und dürfte somit eher die untere Grenze der durch Generationswechsel bedingten (intergenerativen) Abwanderung darstellen. Der (gestützte) Anbau von nachwachsenden Rohstoffen führt zu einer geringfügigen zusätzlichen Abnahme des Arbeitskräfteeinsatzes in der Agrarproduktion, da aus Wettbewerbsgründen gleichzeitig Verschiebungen in der tierischen Produktion und im Futterbau stattfinden, die z.T. Arbeit freisetzen¹⁷²⁾. Der grundsätzliche Zusammenhang ist, daß keine wesentlichen Arbeitsplatzauswirkungen im Agrarsektor auftreten können, wenn der Anbau von NR anstelle des Anbaus von Nahrungs- und Futtermittelpflanzen erfolgt. Auswirkungen auf den Arbeitskräftebedarf ergeben sich erst, wenn der NR-Anbau auf zusätzlichen Flächen (Verringerung von Brachflächen) erfolgt (siehe Szenario 2000-2).

Für die Rohstoffkonversion kann nur ein geringes zusätzliches Potential an Arbeitsplätzen erwartet werden, selbst wenn durch die Stützung die Absatzgrenzen für alle betrachteten Produktlinien voll ausgeschöpft werden¹⁷³⁾.

Arbeitsplatzentwicklung in der Landwirtschaft bei marktorientierter Agrarpolitik (Szenario 2000-2)

Die marktorientierte Agrarpolitik (Szenario 2000-2) bewirkt einen starken Rückgang der landwirtschaftlich genutzten Fläche und des Produktionsvolumens, verbunden mit einem beschleunigten Betriebsstrukturwandel, der zu größeren Betrieben und Parzellen führt. Die Folge ist eine starke Reduzierung des Arbeitsbedarfs. Die FAL-Studie kommt zu dem Ergebnis, daß unter diesen Bedingungen der Arbeitskräftebedarf des Agrarsektors im Jahr 2000 unter der Hälfte der Ist-Situation liegen wird (Tabelle 5-1)¹⁷⁴⁾.

Dieser Rückgang an Arbeitskräften (AK) entspricht einer jährlichen Abnahmerate von 5,5 bis 6,0 %. Sie liegt damit weit über der Abwanderung von etwa 2 % jährlich, wie sie in den letzten Jahren (1975 bis 1985) stattgefunden hat. Daher ist zu erwarten, daß sich ein zunehmender Druck auf die Arbeitsmärkte

¹⁷¹⁾ MEINHOLD, K. et al. (1987): a.a.O., S. 174.

¹⁷²⁾ a.a.O., S. 202.

¹⁷³⁾ a.a.O., S. 211.

¹⁷⁴⁾ a.a.O., S. 182.

Tabelle 5-1

Arbeitskräftebedarf für den Agrarsektor und für Anbau und Konversion nachwachsender Rohstoffe

Merkmal	1986	Szenario 2000-1		Szenario 2000-2		
Anbau NR	—	nein	ja	nein	ja	ja
Stützung NR	—	—	ja	—	ja	nein
Arbeitskräfte Agrarsektor	561 000	460 000	458 000	234 000	250 900	240 900
Arbeitskräfte Anbau von NR	—	0	— 2 000	0	+ 12 900	+ 2 900
Arbeitskräfte Konversion NR	—	0	+ 2 600	0	+ 2 500	+ 300
Veränderung Arbeitskräfte Agrarsektor gegenüber 1986	—	— 101 000	— 103 000	— 327 000	— 310 100	— 320 100

Quelle: MEINHOLD, K. et al. (1987): a.a.O., S. 175, 181, 203, 208, 210, 213.

durch die Landwirte, die aus dem Agrarsektor ausscheiden müssen, ergibt und erhebliche soziale Folgeprobleme entstehen. Folglich wird staatliches Eingreifen mit sozialpolitischen Maßnahmen (wie vorzeitiges Altersruhegeld, personenbezogene Einkommenstransfers, Umschulungshilfen, regionale Strukturförderung) notwendig.

Der Anbau nachwachsender Rohstoffe, auch bei vollem Produktionsprogramm durch staatliche Stützung, führt zu keiner grundsätzlichen Änderung der Situation. Da bei marktorientierter Agrarpolitik durch den NR-Anbau die landwirtschaftliche Produktion ausgedehnt wird, steigt der Arbeitskräftebedarf im Agrarsektor allerdings um 12 900 AK bzw. 5,6 %¹⁷⁵⁾. Es ist jedoch zu berücksichtigen, daß dieser Arbeitsplatzeffekt mit zusätzlichen Staatsausgaben von 450 Mio DM verbunden ist¹⁷⁶⁾. Ohne Stützung ist das NR-Produktionsvolumen geringer (nur zusätzlicher Rapsanbau) und daher ergibt sich eine Arbeitsplatzzunahme von nur 1,2 %.

Die Auswirkungen auf den Arbeitskräftebedarf sind in der landwirtschaftlichen Produktion deutlich größer als in der Konversion (zusätzlicher Bedarf von 2 500 Arbeitskräften). Die geringen Unterschiede zum Szenario 2000-1 ergeben sich lediglich durch einen unterschiedlichen Rohstoffeinsatz für die Ethanolgewinnung¹⁷⁷⁾.

In der Version ohne Stützung für die NR-Produktion entsteht infolge des verringerten Anbaus nachwachsender Rohstoffe auch ein geringerer Arbeitsbedarf in der Konversion.

Arbeitsplatzentwicklung bei derzeitigen agrarmarktpolitischen Rahmenbedingungen

Die Ergebnisse der FAL-Studie stimmen in ihrer Grundtendenz — das Arbeitsplatzpotential nachwachsender Rohstoffe ist relativ gering und verändert nicht die Entwicklungsrichtung eines abnehmenden Arbeitskräftebedarfs in der Landwirtschaft — mit anderen Untersuchungen überein.

¹⁷⁵⁾ a.a.O., S. 206 ff.

¹⁷⁶⁾ Eine Bewertung wäre erst bei einem Vergleich mit den Effekten anderer sozialpolitischer Maßnahmen möglich.

¹⁷⁷⁾ a.a.O., S. 212 f.

JEUB¹⁷⁸⁾ geht in seinen Untersuchungen auf den zusätzlichen Arbeitskräftebedarf ein, den ein Anbau von nachwachsenden Rohstoffen für eine spätere chemische Verwendung innerhalb der Landwirtschaft der Europäischen Gemeinschaften verursachen würde¹⁷⁹⁾.

Unter z.T. sehr speziellen Voraussetzungen differenziert er diesen Bedarf in einzelne Produktlinien und kommt zu dem Ergebnis, daß unter den gegebenen agrarmarktpolitischen Rahmenbedingungen insgesamt etwa 8 000 bis 11 500 Arbeitskräfte in der EG für den Anbau nachwachsender Rohstoffe benötigt werden. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, daß z.B. die Ölsaatenproduktion zu einer Verringerung der Getreideproduktion führt. Da jedoch die Ölsaatenproduktion in ihrem Arbeitskräfteanspruch direkt mit der Getreideproduktion vergleichbar ist — beide zählen zu den Mähdruschfrüchten — werden EG-weit etwa 6 000 bis 9 000 Arbeitskräfte infolge der verdrängten Getreideproduktion freigesetzt, so daß ein zusätzlicher Bedarf an Arbeitskräften von nur 2 000 bis 2 500 (AK) verbleibt.

JEUB geht weiterhin in seinen Untersuchungen davon aus, daß der Arbeitskräfteanspruch in der Getreideproduktion bei etwa 15 Arbeitskraftstunden pro Hektar liegt. Folglich müßten unter der Voraussetzung, daß die Annahmen der FAL-Studie („2 bzw. 5 Hektar Parzellentechnologie“) zutreffen, die Ergebnisse von JEUB bezüglich des Arbeitskräftebedarfs zusätzlich um etwa 30 % reduziert werden.

HENRICHSMEYER¹⁸⁰⁾ kommt in seinen Untersuchungen zu dem Ergebnis, daß infolge einer Ausdehnung des Anbaus von nachwachsenden Rohstoffen nur ein sehr begrenzter Beitrag zur Bindung von landwirtschaftlichen Arbeitskräften geleistet werden kann. Mit dieser Maßnahme könnten lediglich so viele Arbeitsplätze geschaffen werden, wie in Phasen guter gesamtwirtschaftlicher Beschäftigungslage in einem Jahr aus der Landwirtschaft abgewandert sind. Folglich errechnet er den zusätzlichen Arbeitskräftebedarf in der Landwirtschaft auf etwa 8 500 bis 11 000 Arbeitskräfte.

¹⁷⁸⁾ JEUB, G.J. (1987): a.a.O., S. 59 f., S. 100 f., S. 143 f., S. 159.

¹⁷⁹⁾ Zum angenommenen Produktionsvolumen in den einzelnen Produktlinien siehe Kapitel 3.1.

¹⁸⁰⁾ HENRICHSMEYER, W. (1986): a.a.O., S. 33.

Im Hinblick auf die Konversion kommt JEUB¹⁸¹⁾ in seinen Untersuchungen zu dem Ergebnis, daß bei einer Ausschöpfung des Marktpotentials aller drei Produktlinien (Zucker, Stärke, pflanzliche Öle) im technischen Bereich mittelfristig und EG-weit etwa 6 000 neue Arbeitsplätze entstehen. Hierbei ist allerdings Voraussetzung, daß die Rohstoffe zu Weltmarktpreisbedingungen bereitgestellt werden. Im Zusammenhang mit einer Ausweitung von biotechnologischen Konversionsprozessen, die bis zu 1 500 Arbeitskräfte aufnehmen könnten, muß einschränkend darauf hingewiesen werden, daß dieser Wirtschaftszweig sehr hohe Anforderungen an die Qualifikation der Arbeitskräfte stellt. Außerdem wird erwartet, daß sich die Biotechnologie in den traditionellen Wirtschafts- und Industriezentren konzentriert.

Übersicht 5-1

Arbeitsplatzentwicklungen mit und ohne nachwachsende Rohstoffe (unter Szenariobedingungen)

Im einkommensorientierten Szenario verringert sich die Zahl der landwirtschaftlichen Arbeitsplätze bis zum Jahr 2000 um rund 100 000 AK, im marktorientierten um über 300 000 AK. Der Anbau nachwachsender Rohstoffe schafft im einkommensorientierten Szenario keinen zusätzlichen Arbeitskräftebedarf, im marktorientierten einen Arbeitskräftebedarf von etwa 13 000 AK. Die Unterschiede sind dadurch bedingt, ob der NR-Anbau anstelle oder zusätzlich zur Nahrungsmittelproduktion erfolgt. Ohne staatliche Stützung von NR reduziert sich der Arbeitsplatzeffekt (im Szenario 2000-2) auf rund ein Viertel. Die Arbeitsplatzeffekte der Konversion nachwachsender Rohstoffe sind mit 2 500 zusätzlichen AK bei Ausschöpfung des erwarteten Produktionsvolumens gering.

5.2 Landwirtschaftliche Einkommenssituation und Agrarstruktur

In der FAL-Studie werden Aussagen zur Flächennutzung, zum Arbeitskräftebedarf und zum Faktoreinkommen getroffen. Dagegen können aus den Berechnungsergebnissen keine direkten Aussagen zum Agrarstrukturwandel (Betriebsgrößenstruktur, Zahl der Betriebe, Zahl der Betriebsaufgaben) abgeleitet werden. Lediglich ein verstärkter Strukturwandel im marktorientierten Szenario gegenüber dem einkommensorientierten ist in die Annahmensetzung eingegangen (vgl. Kapitel 3.4.2). Zusätzlich handelt es sich bei den FAL-Ergebnissen um auf Sektorebene aggregierte (Durchschnitts-)Werte, so daß die vielfältigen Verhältnisse in der Landwirtschaft und die daraus sich ergebenden unterschiedlichen Anpassungen der Betriebe an je nach Standort und Betriebsgröße veränderte Rahmenbedingungen

nicht erfaßt werden konnten. Da Arbeitskräftebedarf (Kapitel 5.1) und Faktoreinkommen (Kapitel 4.3) des Agrarsektors schon behandelt wurden, wird hier unter dem Aspekt der sozialen Situation in der Landwirtschaft nur zusammenfassend nochmals auf diese Punkte eingegangen.

Bei einkommensorientierter Agrarpolitik (Szenario 2000-1) steigen die Einkommen der produktionsnotwendigen Arbeitskräfte entsprechend den Vergleichslöhnen. Die in der FAL-Studie berechneten Einkommen sind jeweils nur auf den produktionsnotwendigen Arbeitsbedarf des Sektors, also eine Soll-Größe, bezogen, so daß mit diesem Ansatz keine Aussage getroffen werden kann, wie sich die Differenz aus nach betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten erforderlichen Arbeitskräften und dem tatsächlichen Arbeitskräftebestand („verdeckte Arbeitslosigkeit“) weiter entwickelt¹⁸²⁾. Der betriebswirtschaftlich notwendige Rückgang der Arbeitsplätze — als Folge mechanisch-technischer Fortschritte — liegt mit 1,5 % pro Jahr niedriger als die Abwanderungsraten der Vergangenheit. Die landwirtschaftlich genutzte Fläche verringert sich nur um den Flächenbedarf für nichtlandwirtschaftliche Zwecke und die Ackerlandnutzung erfolgt bis zur Kapazitätsgrenze (siehe Tabelle 5-2).

Damit dürfte sich in diesem Szenario tendenziell der Agrarstrukturwandel der Vergangenheit fortsetzen und zumindest keine neue soziale Problemkonstellation in der Landwirtschaft auftreten. Die problematischen Bereiche dieses agrarpolitischen Ansatzes liegen bei den steigenden Staatsausgaben für den Agrarsektor und ihrer politischen Durchsetzbarkeit sowie bei den staatlichen, administrativen Eingriffen in Agrarmärkte und -produktion. Auf solche Aspekte wird in dem Kommissionsbericht zu den „landwirtschaftlichen Entwicklungspfaden“ ausführlicher eingegangen.

Mit dem gestützten Anbau nachwachsender Rohstoffe erhöht sich das Faktoreinkommen etwas (um etwa 900 DM je Arbeitskraft) und der Arbeitskräftebedarf bleibt faktisch unverändert. Ebenso ändert sich die landwirtschaftlich genutzte Fläche nicht, da der NR-Anbau auf Ackerflächen, die ansonsten für die Nahrungsmittelproduktion genutzt würden, stattfindet. Damit dürften von den nachwachsenden Rohstoffen keine speziellen Einflüsse auf die Agrarstrukturentwicklung ausgehen.

Einkommens- und strukturpolitische Zielsetzungen werden in diesem Szenario durch seine Grundausrichtung abgedeckt. Die Zielrichtung eines Programms zur staatlichen Stützung nachwachsender Rohstoffe wäre unter diesen Bedingungen also die „Überschußverringerung“ bzw. Umleitung vom subventionierten Export zur alternativen, ebenfalls subventionierten Verwendung im inländischen Nahrungsmittelbereich. Nicht abgeschätzt wurde, inwieweit als indirekte Folge ein Spielraum für höhere Nahrungsmittelpreise bzw. entsprechende agrarpolitische Preisbeschlüsse entsteht. Ob dieser Ansatz volkswirtschaftlich sinnvoll ist, dazu wurden schon im Kapitel 4.4 (Staatsausgaben) einige Gesichtspunkte angeführt.

¹⁸¹⁾ JEUB, G.J. (1987): a.a.O., S. 159.

¹⁸²⁾ MEINHOLD, K. et al. (1987): a.a.O., S. 18.

Die marktorientierte Agrarpolitik (Szenario 2000-2) führt zu einer starken Abnahme beim Faktoreinkommen des Agrarsektors und zu mehr als einer Halbierung des Arbeitskräftebedarfs, was einer sehr hohen jährlichen Abwanderung von 5,5 bis 6 % entspricht. Die landwirtschaftlich genutzte Fläche verringert sich um rund ein Drittel, wobei über 2 Mio ha Ackerfläche brachfallen (siehe Tabelle 5-2).

Diese Auswirkungen bedeuten, daß im marktorientierten Szenario ein erheblich beschleunigter Strukturwandel gegenüber der bisherigen Entwicklung eintritt. Der Strukturwandel ist unvermeidbar mit sozialen Härten verbunden und setzt ausreichende außerlandwirtschaftliche Arbeitsplätze voraus. Inwieweit es gelingt, mit staatlichen Transferzahlungen soziale Härten abzufedern, ohne den Strukturwandel zu behindern, und die freiwerdenden Flächen gesellschaftlich gewünschten Nutzungen zuzuführen, also diesen Umstrukturierungsprozeß sozial verträglich zu gestalten, davon hängt die Durchführbarkeit dieser Politikausrichtung ab. Nur dann werden auch die ausgewiesenen, höheren Faktoreinkommen je Arbeitskraft (als im Szenario 2000-1) für die in der Landwirtschaft Verbleibenden zu erreichen sein.

Die beschriebenen Auswirkungen der marktorientierten Agrarpolitik würden durch ein Programm der Stützung des NR-Anbaus abgemildert. Der Arbeitskräftebedarf würde sich leicht erhöhen, das Faktoreinkommen des Agrarsektors um 1 Mrd DM zunehmen und insbesondere die brachfallende Ackerfläche sich stark verringern (Tabelle 5-2). Die geänderte, erhöhte Flächennutzung ist damit die entscheidende strukturelle Auswirkung. Das Verhältnis von geringer Arbeitskräftezunahme und erheblich erhöhter Flächennutzung legt die Schlußfolgerung nahe, daß unter den angenommenen Bedingungen nachwachsende Rohstoffe eine etwas langsamere Abnahme der Anzahl landwirtschaftlicher Betriebe bei verstärktem Betriebsgrößenwachstum bewirken würden. In die selbe Richtung geht die Aussage, daß bei marktorientierter Agrarpolitik der Agrarstrukturwandel am stärksten ausfallen würde in den Regionen mit Anbau nachwachsender Rohstoffe (vor allem Regionen mit guten Ackerbaustandorten und

günstigen Betriebsgrößenstrukturen)¹⁸³. Für Klein- und Mittelbetriebe würde daher die Stützung nachwachsender Rohstoffe keine neuen Entwicklungsmöglichkeiten eröffnen, sondern nur z.T. die weitere Existenz gewährleisten. Die Wettbewerbsposition von größeren gegenüber kleineren Betrieben würde gestärkt, auch aufgabewillige Landwirte als Anbieter von Boden würden profitieren. Wachstumswillige kleinere Betriebe wären entsprechend benachteiligt¹⁸⁴.

Schließlich ist die grundsätzliche Frage zu stellen, ob die Stützung von nachwachsenden Rohstoffen nicht in diesem Szenario im Widerspruch steht zur Grundphilosophie des Zurücknehmens staatlicher Eingriffe in das Marktgeschehen.

Ohne staatliche Stützung haben nachwachsende Rohstoffe (im Szenario 2000-2) keinen merklichen Einfluß auf die Einkommenssituation und die Agrarstrukturentwicklung.

Unter *derzeitigen Rahmenbedingungen* in der EG werden die Folgewirkungen eines Rohstoffanbaus auf die landwirtschaftliche Einkommenssituation von JEUB¹⁸⁵ für einzelne Produktlinien untersucht.

Bei der Produktlinie Stärke ist das Ergebnis¹⁸⁶, daß selbst die subventionierte Bereitstellung von Stärke zu technischen Zwecken in der Landwirtschaft keine unmittelbaren Einkommensänderungen zur Folge hat, da die Erzeugerpreise für stärkehaltige Rohstoffe nicht beeinflußt werden.

Zur Produktlinie Zucker ergibt sich für den Zeitraum von 1986 bis 1990¹⁸⁷, daß innerhalb der Europäischen Gemeinschaften eine erzielbare Rohstoffverwertung beim Ausgangsprodukt Zuckerrüben mit einem Endpreis von ca. 2,10 DM/t (frei Fabrik und incl.

¹⁸³ THOROE, C. (1986): Nachwachsende Rohstoffe — Agrarstrukturelle und soziale Fragen, politische Fragen. In: Expertenkolloquium „Nachwachsende Rohstoffe“, 14./15.10.1986 in Bonn, Bd. 1, S. 103.

¹⁸⁴ BEUSMANN, V. et al. (1990): Kommentargutachten zum Berichtsentwurf „Nachwachsende Rohstoffe“, Komm.-Drucksache 11/76, S. 15.

¹⁸⁵ JEUB, G.J. (1987): a.a.O.

¹⁸⁶ a.a.O., S. 59.

¹⁸⁷ a.a.O., S. 100 ff.

Tabelle 5-2

Flächennutzung mit und ohne nachwachsende Rohstoffe (in 1 000 ha)

Merkmal	1986	Szenario 2000-1		Szenario 2000-2		
Anbau NR Stützung NR	— —	nein —	ja ja	nein —	ja ja	ja nein
Ackerland (ohne NR-Anbau)	7050	6722	5561	4634	4634	4562
Gründland	4021	2900	2900	2298	2298	2298
Anbaufläche NR	—	0	1161	0	1278	317
landwirtschaftliche Nutzfläche insgesamt	11071	9622	9622	6932	8210	7177
nicht genutzte Ackerfläche	0	0	0	2120	842	1875

Quelle: MEINHOLD, K. et al. (1987): a.a.O., S. 175, 181, 198, 205.

Schnitzelvergütung) nicht zur Deckung der variablen Produktionskosten ausreicht. Bei dieser Berechnung ist ein Konkurrenzpreis für Chemiezucker innerhalb der Europäischen Gemeinschaften in Höhe des Weltmarkt-Gleichgewichtspreises von ca. 70,— DM/dt Zucker (Trockensubstanz) vorausgesetzt.

Dieser Gleichgewichtspreis würde beim Ausgangsprodukt Mais einen Erzeugerpreis von ca. 35,— DM/t Mais voraussetzen und damit um etwa 8,— DM/dt bzw. ca. 20 % unter dem erzielbaren Erzeugerpreis zu Interventionspreisbedingungen liegen. Dies führt nach JEUB¹⁸⁸⁾ je nach Standort zu ca. 50 — 100 % niedrigeren Einkommen für die Landwirtschaft.

Folglich kann man die Ergebnisse von JEUB bezüglich der Rohstofflinie Zucker für den Untersuchungszeitraum von 1986 — 1990 so interpretieren und zusammenfassen, daß eine Bereitstellung von Zucker zu Weltmarktpreisniveau bei der Landwirtschaft Einkommensverluste zur Folge hat. Über eine evtl. notwendige Ausgleichserstattung in Form von Einkommensübertragungen macht JEUB jedoch keine näheren Angaben.

Demgegenüber würde der Anbau von Ölsaaten anstelle von Futtergetreide unter den gegebenen agrarpolitischen Rahmenbedingungen die Einkommenslage der Landwirtschaft nicht wesentlich verändern¹⁸⁹⁾.

Hierfür macht der Autor den Sachverhalt verantwortlich, daß sowohl die Ölsaaten als auch die Getreidefrüchte beide zu den Mähdruschfrüchten zählen und somit die Produktionsverfahren sowie ihre Ansprüche an Arbeit und Kapital weitgehend vergleichbar sind. Ausschlaggebend sind bei diesem Ergebnis die momentan bei Ölsaaten gewährten Erzeugerbeihilfen, die unter gleichen Standortbedingungen eine Gleichheit der Deckungsbeiträge¹⁹⁰⁾ gegenüber dem Futtergetreide gewährleisten.

Die Einzelergebnisse der verschiedenen Produktlinien können hinsichtlich einer Industrierohstoffverwendung nach JEUB wie folgt zusammengefaßt werden: Sämtliche Produktlinien bewirken auf der Erzeugerebene (Landwirtschaft) keine bis negative Einkommenswirkungen. Mit gezielten produktbezogenen Subventionen können negative Einkommenswirkungen (siehe Ölsaatenproduktion) durchaus vermieden bzw. beseitigt werden.

HENRICHSMEYER¹⁹¹⁾ geht in seinen Ausführungen zu den Folgewirkungen eines Rohstoffanbaus auf die landwirtschaftlichen Einkommen von Entwicklungstrends der Vergangenheit aus. Diese beschreiben eine Verminderung des Einsatzes landwirtschaftlich Beschäftigter mit 4-5 % pro Jahr über mehrere Jahrzehnte hinweg. Da jedoch infolge einer Verschlechterung der allgemeinen Beschäftigungs-

situation ein Berufswechsel von derzeit in der Landwirtschaft Beschäftigten fast vollständig zum Erliegen kam, ging die Abwanderungsrate im letzten Jahrzehnt auf 1,5 bis 2 % pro Jahr zurück. Hierin sieht HENRICHSMEYER einen Grund für die starke Verschlechterung der landwirtschaftlichen Einkommenssituation. Vor diesem Hintergrund schätzt der Autor die möglichen Einkommenseffekte infolge einer Ausdehnung des Anbaus nachwachsender Rohstoffe als sehr begrenzt ein und beziffert bei Ausschöpfung der Marktpotentiale das zusätzliche Gesamteinkommen des landwirtschaftlichen Sektors mit 3 bis 4 %.

Übersicht 5-2

Landwirtschaftliche Einkommenssituation und Agrarstruktur

Einkommensorientierte Agrarpolitik (Szenario 2000-1)

- Die landwirtschaftlichen Einkommen (der produktionsnotwendigen Arbeitskräfte) entwickeln sich entsprechend den Vergleichslöhnen. Der notwendige Rückgang an Arbeitsplätzen und der Agrarstrukturwandel bewegen sich im Trend der Vergangenheit. Die landwirtschaftliche Nutzfläche verringert sich nur um den Flächenbedarf für nicht landwirtschaftliche Zwecke.
- Der (gestützte) Anbau nachwachsender Rohstoffe erhöht das Einkommen geringfügig, der Arbeitskräftebedarf bleibt faktisch unverändert. Die landwirtschaftlich genutzte Ackerfläche wird durch den NR-Anbau nicht verändert.
- Ein Programm zur staatlichen Stützung nachwachsender Rohstoffe stellt eine Modifikation (Überschußverringerung bzw. -umleitung) innerhalb der einkommenspolitischen Grundausrichtung dar.

Marktorientierte Agrarpolitik (Szenario 2000-2)

- Das Faktoreinkommen des Agrarsektors verringert sich stark und es kommt zu mehr als einer Halbierung der benötigten Arbeitskräfte. Die landwirtschaftliche Nutzfläche verringert sich um rund ein Drittel.
- Ein Programm zur Stützung des NR-Anbaus mildert die Folgen der marktorientierten Agrarpolitik. Der Arbeitskräftebedarf nimmt leicht zu, das Faktoreinkommen des Agrarsektors erhöht sich um 1 Mrd DM und rund 60 % der ansonsten brachfallenden Ackerfläche wird weiterhin landwirtschaftlich genutzt. Die infolge des NR-Anbaus etwas verlangsamte Verringerung landwirtschaftlicher Betriebe dürfte mit einem verstärkten Betriebsgrößenzuwachs verbunden sein.
- Ohne staatliche Stützung (nur Raps wettbewerbsfähig) hat der NR-Anbau aufgrund des geringen Umfangs keinen merklichen Einfluß.

¹⁸⁸⁾ a.a.O., S. 102 f.

¹⁸⁹⁾ a.a.O., S. 143 f.

¹⁹⁰⁾ Deckungsbeitrag = Leistung bzw. Erlös abzüglich der gesamten variablen Spezialkosten (z.B. Saatgut, Pflanzenschutz, Düngung, Maschinen, Trocknung und sonstiges).

¹⁹¹⁾ HENRICHSMEYER, W. (1986): a.a.O.

Fortsetzung Übersicht 5-2

- Mit einem staatlichen Stützungsprogramm für nachwachsende Rohstoffe können die sozialen Folgen marktorientierter Agrarpolitik partiell aufgefangen werden, allerdings bedeutet dies einen Widerspruch zur agrarpolitischen Grundausrichtung (Zurücknahme staatlicher Eingriffe in das Marktgeschehen).

Allgemein

- Nachwachsende Rohstoffe sind unter den getroffenen und heute als wahrscheinlich zu bezeichnenden Rahmenbedingungen und der damit erwartbaren Absatzpotentiale und Wettbewerbsverhältnisse nicht in der Lage, die zukünftige Entwicklung des landwirtschaftlichen Einkommens und der Agrarstruktur grundlegend zu verändern. Die Stützung des NR-Anbaus bewirkt nur eine Abschwächung von Folgen der jeweils verfolgten Agrarpolitik.

5.3 Regionale Auswirkungen

Unter regionalen Auswirkungen sollen Unterschiede in der Wettbewerbsfähigkeit und die in deren Folge zu erwartende regionale Verteilung des Anbaus nachwachsender Rohstoffe behandelt werden. Kenntnisse hierüber sind wichtig für die Abschätzung sozialer wie ökologischer Folgen.

In der FAL-Studie wurde aufgrund der kurzen Bearbeitungszeit keine Regionalisierung der Szenarienberechnungen vorgenommen, aber auf der Grundlage früherer Untersuchungen der FAL werden Hinweise auf zukünftig zu erwartende regionale Entwicklungstendenzen gegeben¹⁹²⁾.

Für die Produktlinie Ethanol ist eine regionale Verteilung des gesamten denkbaren Absatzpotentials (ca. 926 000 m³ Ethanol pro Jahr) zu erwarten, bei der allein 36 % durch die Regierungsbezirke in Bayern, 14 % durch Regierungsbezirke in Nordrhein-Westfalen und 11 % durch Regierungsbezirke in Niedersachsen bereitgestellt werden. Die restlichen 39 % entfallen auf die Bundesländer Rheinland-Pfalz, Baden-Württemberg und Hessen¹⁹³⁾. Bei einer Koppelproduktion von Zucker und Ethanol¹⁹⁴⁾ ist eine verstärkte Konzentration mit Anteilen von 45 % in Bayern, 20 % in Nordrhein-Westfalen, 18 % in Niedersachsen und nur 17 % in Rheinland-Pfalz, Baden-Württemberg und Hessen festzustellen¹⁹⁵⁾. In diesem Fall sind die besonders wettbewerbsfähigen Standorte mit den heutigen Anbaugebieten der Zuckerrübe weitgehend identisch.

¹⁹²⁾ MEINHOLD, K. et al. (1987): a.a.O., S. 226 f.

¹⁹³⁾ a.a.O., S. 232.

¹⁹⁴⁾ Die Realisierung dieser Technologievariante ist von der kapazitiven und technischen Auslegung der bestehenden Zuckerfabriken abhängig und stellt eine Kombination von Nahrungsmittel- und Rohstoffproduktion dar. Sie wurde in den vorgestellten Modellberechnungen der FAL-Studie nicht berücksichtigt. Vgl. a.a.O., S. 228.

¹⁹⁵⁾ a.a.O., S. 232.

Allein für die Zuckerrübe als Rohstoff für die Ethanolproduktion (ohne Verbundproduktion von Zucker und Ethanol) werden die niedrigsten Produktionskosten für die Regierungsbezirke Niederbayern und Oberbayern sowie Freiburg, Rheinhessen-Pfalz und Weser-Ems ausgewiesen. Gegenüber der heutigen Agrarstruktur der Zuckerrübe bestehen einige Unterschiede, die vor allem durch die bestehende Quotenregelung für Zuckerrüben zu erklären sind¹⁹⁶⁾.

Bei der *Produktlinie Stärke* sind die Produktionskosten für Stärkekartoffeln am niedrigsten im Regierungsbezirk Weser-Ems, gefolgt von Teilen Ober- und Niederbayerns, dem Regierungsbezirk Düsseldorf und den östlich daran anschließenden Teilen von Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen¹⁹⁷⁾. Verglichen mit der heutigen Anbaustruktur ergibt sich ein hoher Grad der Übereinstimmung.

Die genannten Regionen weisen schon heute im interregionalen Vergleich überdurchschnittliche Stickstoffdünger- und Pflanzenbehandlungsmittelintensitäten auf, weil in diesen Regionen der Anteil intensiver Früchte (Zuckerrübe, Mais und Kartoffeln) besonders hoch liegt (an Ackerbaustandorten 20 bis 30 % und mehr der Ackerfläche). Der zusätzliche Anbau nachwachsender Rohstoffe (Ethanolfrüchte und Stärkekartoffeln) führt zu einer weiter steigenden Intensität der Bewirtschaftung, denn die Ausdehnung des Rüben- und Kartoffelanbaus erfolgt zu Lasten der ertragsschwächeren Getreidearten (und auch des Ackerfutterbaus), solange die Ackerfläche voll genutzt wird¹⁹⁸⁾.

Bei der *Verteilung in den Regionen* ist zu berücksichtigen, daß ein Zwang zur Ausschöpfung von Skaleneffekten in den Konversionsbetrieben besteht. Daraus resultiert bei transportkostenempfindlichen Fruchtarten, wozu vor allem Rüben, Kartoffeln und Corn-Cob-Mix gehören, eine möglichst hohe Anbaudichte um den Standort der Anlage. Diese Tendenz wird noch dadurch verstärkt, daß neben Skaleneffekten auch die ganzjährige Anlagenauslastung eine bedeutsame ökonomische Anforderung darstellt¹⁹⁹⁾.

Auch andere Autoren kommen zu der Einschätzung, daß der Anbau der meisten nachwachsenden Rohstoffe an den guten Ackerbaustandorten Wettbewerbsvorteile besitzt und sich daher gegebenenfalls auf diese Standorte konzentrieren wird²⁰⁰⁾.

Im Zusammenhang mit der Konzentration des NR-Anbaus in der Nähe von Konversionsanlagen ist ein möglicher, weiterer Entwicklungstrend zu benennen. Zunächst wäre eine Zunahme von Vertragsanbau zu erwarten. Mit einer verstärkten Nutzung nachwachsender Rohstoffe für chemisch-technische Verwendungen wäre dann eine verstärkte Anbindung der NR-Produktion an beispielsweise chemische Industrien denkbar und vermutlich ökonomisch.

¹⁹⁶⁾ a.a.O., S. 233, 238.

¹⁹⁷⁾ a.a.O., S. 233.

¹⁹⁸⁾ a.a.O., S. 239, 237.

¹⁹⁹⁾ a.a.O., S. 238.

²⁰⁰⁾ HENRICHSMEYER, W. (1986): a.a.O., S. 34; THOROE, C. (1986): a.a.O., S. 97 ff.

misch vorteilhaft. Diese würde zu zusätzlichen strukturellen Effekten führen und eine Umwandlung von selbständigen landwirtschaftlichen Produzenten in Zulieferbetriebe für die chemische Industrie bedeuten, so daß sich letztlich agroindustrielle Komplexe herausbilden könnten²⁰¹⁾.

Übersicht 5-3

Regionale Aspekte nachwachsender Rohstoffe

- Der Anbau der meisten nachwachsenden Rohstoffe besitzt Wettbewerbsvorteile an den guten Ackerbaustandorten und wird sich daher gegebenenfalls auf diese Standorte konzentrieren.
- Indirekt können auch andere Regionen profitieren, insbesondere durch die Verdrängung von Nahrungsmittelproduktion in Regionen, in denen ansonsten erhebliche Flächen aus der landwirtschaftlichen Produktion ausscheiden würden (Situation im Szenario 2000-2).
- Der Anbau von Zuckerrüben (für die Ethanolgewinnung) wird sich auf Regionen in Bayern, Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen konzentrieren. Die wettbewerbsfähigen Standorte stimmen teilweise mit den heutigen Anbaugebieten der Zuckerrübe überein.
- Die Wettbewerbsfähigkeit des Stärkekartoffelanbaus folgt weitgehend der heutigen Anbaustruktur für Kartoffeln.
- Eine hohe Anbaudichte ist in der Nähe von Konversionsanlagen wegen Transportkosten (vor allem bei Rüben, Kartoffeln, CCM), Skaleneffekten und ganzjähriger Auslastung zu erwarten.
- Eine vollständige Untersuchung der regionalen Auswirkungen ist nicht vorgenommen worden.

6. Folgewirkungen auf die Umwelt

Zur Abschätzung der Folgewirkungen einer NR-Technologie auf die Umwelt müssen verschiedene Ebenen betrachtet werden, die vom Rohstoffanbau über die Rohstoffisolierung bzw. Konversion bis hin zur Rohstoffverwendung im Endprodukt reichen. Folglich werden diese unterschiedlichen Einzelebenen getrennt voneinander im nachfolgenden Kapitel dargestellt.

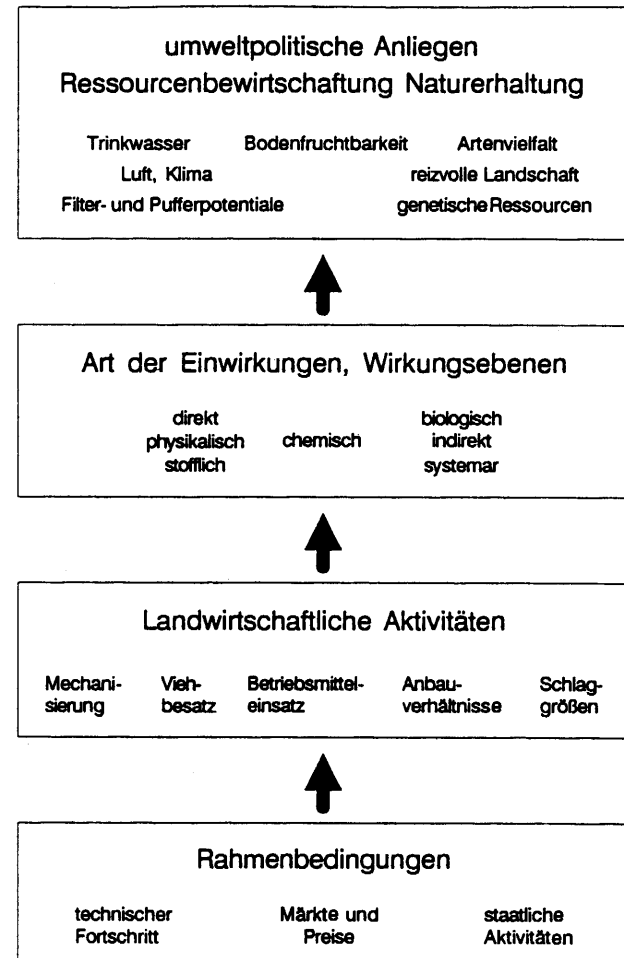
6.1 Anbauebene

Die Diskussion um die möglichen Folgewirkungen eines Anbaus von nachwachsenden Rohstoffen auf die Umwelt wird sehr vielfältig und kontrovers geführt. Hierbei stehen Befürworter des Rohstoffanbaus, die keine bis geringe Folgewirkungen auf die

Umwelt vorhersagen, Kritikern gegenüber, die große Folgewirkungen in z.T. sehr unterschiedlichen Wirkebenen befürchten.

Übersicht 6-1

Schema der Umweltrelevanz landwirtschaftlicher Aktivitäten



Quelle: MEINHOLD, K. et al. (1987): a. a. O., S. 244.

Übersicht 6-2

Zusammenhänge zwischen der Produktion nachwachsender Rohstoffe und der Umwelt

Anbau von Rohstoffpflanzen

A. Gestaltung der Anbauverfahren

1. **Sortenwahl:** Spezialsorten mit hohem Ertragsniveau und spezifisch auf den Verarbeitungsprozeß ausgerichteten Qualitätsmerkmalen können besondere Anforderungen an das Düngungsniveau, die Pflanzenschutzmaßnahmen und die Erntetechnik stellen.
2. **Düngungsintensität:** Abhängig von Pflanzenart und Sorte (s.o.), spezifischen Qualitätsanforderungen (Lagerfähigkeit, Ausbeute) und den Input/Output-Preisrelationen, Auswirkungen über *Nährstoffsalden* auf

²⁰¹⁾ JOCHEM, E. (1990): Kommentargutachten zum Berichtsentwurf „Nachwachsende Rohstoffe“, Komm.-Drs. 11/74, S. 7.

Fortsetzung Übersicht 6-2

- Nährstoffhaushalte der Böden (Eutrophierung, vor allem Phosphor und Kali)
 - Nährstoffaustrag im Sickerwasser (vor allem Nitrat).
3. *Chemischer Pflanzenschutz*: Abhängig von Art und Sorte (s.o.), Anforderungen an Rückstandsfreiheit im Erntegut (Nutzung der Nebenprodukte!) und den Input/Output-Preisrelationen. Auswirkungen über *Wirkstoffmengen*, *-toxizität* und *Eingriffshäufigkeit* auf
- Zusammensetzung der Flora und Fauna,
 - Schadstoff im Boden und Bodenleben,
 - Schadstoffeintrag ins Grundwasser.
4. *Mechanisierungsstufe*: Abhängig von Pflanzenart und evtl. -sorte (s.o.), Lohnniveau und Agrarpreinsniveau, Betriebsgrößenstruktur bzw. überbetrieblichen Organisationsaktivitäten (z.B. durch das Verarbeitungsunternehmen). Auswirkungen über *Eingriffe in Bodenstruktur* (z.B. Pflügen). *Drucklasten* und Ansprüche an *Schlaggröße* auf
- Bodenstruktur (Destabilisierung) und Erosionsrisiko,
 - Porenvolumen und vertikales „Transportwesen“,
 - räumliche Ausweichmöglichkeiten der Wildfauna,
 - Landschaftsbild.

B. Änderung des Anbauprogramms

1. *Primärwirkungen der Substitution*: Abhängig von der innerbetrieblichen Wettbewerbsfähigkeit der Anbauverfahren untereinander (welche Frucht wird aus dem Anbauprogramm verdrängt?), die wiederum auch von den betrieblichen Gegebenheiten abhängen kann (AK-Besatz, Viehbesatz, Anbauverträge etc.), Auswirkungen als Differenzwirkungen hinsichtlich der unter A aufgeführten Kriterien.
2. *Flächenanteil (Fruchtfolgeanteil)*: Abhängig von der Selbstverträglichkeit der Rohstofffrucht (im Regelfall gering), kann aber durch massiven Einsatz chemischer Mittel (z.B. Nematizide) erhöht werden und ist im letztgenannten Fall von der Wirtschaftlichkeit solcher Maßnahmen (Preis-Kosten-Verhältnis) abhängig. Auswirkungen vor allem über erhöhten *Schädlingsdruck* und Gegenmaßnahmen sowie über *Beanspruchung der Bodenstruktur* als Modifikation der o.g. Differenzwirkungen: Bei geringem Anteil im positiven Sinne (Auflockerung der Fruchtfolge), bei hohem Anteil im ne-

gativen Sinne, dies speziell bei Hackfrüchten.

3. *Regionale Anbaudichte*: Wie B.2, nur im (klein)regionalen Maßstab. Modifikationen im wesentlichen infolge *höheren Infektionsdrucks* bei Schaderregern, die sich über größere Distanz ausbreiten (z.B. Fluginsekten).

Quelle: MEINHOLD, K. et al. (1987): a.a.O., S. 246

Auch die Verfasser der FAL-Studie sind sich bewußt, daß die Umwelteinflüsse, die von der Agrarproduktion ausgehen, sehr vielfältig sind (siehe Übersicht 6-1 und 6-2).

Aus diesem Grund nehmen die Verfasser gleich zu Beginn eine Eingrenzung der Problematik vor und konzentrieren ihre Analyse der Umweltwirkungen auf

a) solche Interaktionsbereiche zwischen Produktion und Umwelt,

- die nach heutigem Kenntnisstand als wichtig gelten,
- über die relativ verlässliche Kenndaten existieren und
- bei denen deutliche Unterschiede zwischen der Rohstoffproduktion und den voraussichtlich substituierten Alternativen zu erwarten sind;

b) die unmittelbaren Auswirkungen der Produktion von Rohstoffen auf die Umwelt, wobei

- diese Auswirkungen grundsätzlich als Differenzwirkungen im Vergleich zu einer Alternative ohne Rohstoffproduktion verstanden werden,
- von den aus ökologischer Sicht günstig zu beurteilenden Veränderungen in der Produktionstechnik, die bis zum Jahr 2000 möglich sind, nur die heute bereits absehbaren und abschätzbaren in die Auswertung einbezogen sind, und diese auch nur in dem Maße, in dem sie aus betriebswirtschaftlicher Sicht akzeptabel erscheinen,
- die Effekte wie auch ihre Interaktion aus ökologischer Sicht (sofern diese überhaupt als möglich erscheint) grundsätzlich den Standardfall (Durchschnitt) repräsentieren,
- gegenseitige Verstärkungs- oder Dämpfungseffekte zwischen den Einzelwirkungen unberücksichtigt bleiben müssen, weil darüber der Kenntnisstand in der Regel nicht hinreichend ist.²⁰²⁾

Außerdem werden auch in der Abschätzung der Umweltfolgewirkungen von der FAL nur die von ihr ausgewählten Produktlinien bzw. pflanzlichen Produktionsprozesse (vgl. Kapitel 3.3) untersucht.

²⁰²⁾ MEINHOLD, K. et al. (1987): a.a.O., S. 245 ff.

Da in der Studie unterschiedliche Parameterkonstellationen in den einzelnen Szenarien angelegt sind, führen diese zu unterschiedlichen Produktionsweisen in der Landwirtschaft und folglich zu unterschiedlich hohen Produktionsmengen an nachwachsenden Rohstoffen und damit auch zu unterschiedlichen Umwelteffekten. Mit der Definition von spezifischen Produktionsprozessen (z.B. hinsichtlich des Intensitäts- und Ertragsniveaus, des Mechanisierungsgrades oder der auferlegten Verfahrensnormen) lassen sich die Umweltwirkungen auf Prozeßebene darstellen. Auf der nächst höheren Sektorebene führen zusätzlich die verschiedenen Marktsituationen zu unterschiedlichen Gesamtwirkungen im Umweltbereich.

Zur Darstellung der Umweltwirkungen von verschiedenen Produktionsprozessen (z.B. Anbau von Stärkekartoffeln, Weizen, Ethanolrüben, Raps und Öllein) werden spezielle „umweltrelevante Kenndaten“ aufgeführt (Tabelle 6-1 und 6-2), die sich in die Elemente

- Bodenstruktur (Beanspruchung der Bodenstruktur durch gravierende Eingriffe wie Pflügen oder Roden, Erosionsrisiko, Drucklasten als Produkt von Belastungsgewicht und -dauer),
- Stoffströme (Nährstoffsalden, die die Differenz zwischen Nährstoffzufuhr und Ernteentzug angeben, Humushaushalt),
- chemischer Pflanzenschutz (Häufigkeit der Anwendungen),
- sonstige Kenndaten (Eignung für Gülleeinsatz, Zeitraum der Nitrataufnahme, Bodenbeschattung, Wildflora-Toleranz, Nahrung für Fauna im Winter, Selbstverträglichkeit, technisch adäquate Schlaggröße, Eignung für biologischen Anbau) unterteilen²⁰³).

Die Umwelttrisiken, die von diesen Kenndaten ausgehen, sind stark standortabhängig. Sowohl in der FAL-Studie wie in dieser Berichterstattung konnte nur der Standardfall (Durchschnitt) berücksichtigt, nicht aber standortspezifische Abschätzungen der Umweltwirkungen vorgenommen werden.

Umweltwirkungen spezifischer Produktionsprozesse

Für den *Stärkekartoffelanbau*²⁰⁴) kommen die Verfasser bezüglich der dargestellten umweltrelevanten Kenndaten zu dem Ergebnis, daß sich diese Anbauausrichtung ungünstiger auswirkt als der konkurrierende Sommergetreideanbau. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, daß

- die Auswirkungen auf die Bodenstruktur durch Pflug- und Rodearbeiten deutlich größer sind,
- durch eine späte Stickstoffaufnahme der Kartoffel möglicherweise gerade auf leichten Böden, auf denen der Kartoffelanbau besonders wettbe-

werbsfähig ist, Stickstoff in tiefere Bodenschichten ausgewaschen wird,

- der Humushaushalt durch den Kartoffelanbau stark beansprucht wird,
- der Pflanzenschutzmitteleinsatz sehr hoch ist und
- die Wildflora stark unterdrückt wird.

Als weitere Rohstoffpflanze zur Stärkegewinnung wird der Weizen nach den Berechnungen der FAL-Studie bis zum Jahr 2000 auf etwa 210 000 bis 230 000 ha angebaut²⁰⁵). Heute konkurriert er in erster Linie mit dem Getreideanbau für (Nahrungs- und) Futterzwecke, wird allerdings im Jahr 2000 auch brachliegende Flächen verringern.

Gegenüber dem Getreideanbau zur (Nahrungs- und) Futtermittelproduktion wird der Stärkeweizenanbau keine nennenswerten Veränderungen der Umwelteinflüsse bewirken. Wird der Weizenanbau zur Stärkeproduktion jedoch auf vorher brachliegenden Flächen durchgeführt, so sind infolge des erhöhten Betriebsmitteleinsatzes (Düngung, Pflanzenschutz-aufwand) und der tendenziellen Fruchtfolgeverengung (weitere Einschränkung der Lebensbedingungen für Wildflora und -fauna) negative Umweltwirkungen für das Jahr 2000 zu erwarten.

Im Anbaubereich können der Weizen- und der Kartoffelanbau zur Stärkeproduktion nicht miteinander verglichen werden, da ihre Produktionsstandorte aufgrund unterschiedlicher Ansprüche an die Bodengüte kaum identisch sind.

Beim *Stärkemaisanbau* sind negative Umweltwirkungen insbesondere im Hinblick auf das Erosionsrisiko (infolge später Bodenbedeckung und Reihenkultur), die Nitratbelastung des Grundwassers (infolge des hohen Düngens und der späteren Stickstoff-Aufnahme des Mais) und des Herbizideinsatzes (infolge der Konkurrenzempfindlichkeit von Mais) zu erwarten. Durch moderne Mais-Produktionsverfahren (Zwischenfruchtanbau mit Mais-Mulchsaat oder Maisuntersaat) können die ökologischen Probleme deutlich verringert werden.

Zur Ethanolproduktion werden im Jahr 2000 verschiedene Feldfrüchte (Wintergetreide, Mais, Rüben, Kartoffeln) angebaut, deren Umweltwirkungen in der FAL-Studie²⁰⁶) z.T. erläutert sind.

Der *Ethanolrübenanbau*, der in den Szenarien der FAL im Jahr 2000 auf einer Fläche von etwa 32 000 bis 45 000 ha erfolgen wird, besitzt gegenüber der Zuckerrübe gleich hohe Standortansprüche. Aufgrund anderer Qualitätsanforderungen wird jedoch im Ethanolrübenanbau ein höherer Stickstoffeinsatz erfolgen als im Zuckerrübenanbau.

Gegenüber dem konkurrierenden Sommergetreideanbau sind, ähnlich wie bei der Stärkekartoffel, deutliche negative Umweltwirkungen im Hinblick auf das Bodengefüge, den Wasser- und Humusbedarf, die Nährstoffsalden und den Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel zu erwarten.

²⁰³) MEINHOLD, K. et al. (1987): a.a.O., S. 249.

²⁰⁴) a.a.O. (1987): S. 254 ff.

²⁰⁵) a.a.O. (1987): S. 256 f.

²⁰⁶) a.a.O. (1987): S. 257 ff.

Tabelle 6-1

**Umweltrelevante Kenndaten des Anbaus von Rohstofffrüchten
und der verdrängten Feldfrüchte im Jahr 2000, Szenario 2000-1**

	Einheit	Sommer- getreide	Wintergerste	Winterweizen	Körnermais	Stärke- kartoffeln	Zuckerrüben ohne Blattnutzung	Ethanolrüben ohne Blattnutzung	Winterraps	Ollein
		Vergleichskulturen			für die Rohstoffproduktion geeignete Kulturen					
A. wirtschaftliche Daten										
Ertragsniveau	dt/ha	57	74	80	87	660	660	700	37	25
Anspr. an Bodenqualität	Ackerzahl	> 20	> 25	> 40	> 30	> 20	> 40	> 40	> 40	> 30
B. Umweltrelev. Kenndaten										
a) Bodenstruktur										
- Pflügen, Roden	n/Jahr	1	1	1	1	2	2	2	1	1
- Erosionsrisiko	C-Wert	0,10	0,15	0,10	0,27	0,23	0,21	0,21	0,15	0,20
- Drucklasten	t x h/ha	23	26	26	28	68	50	52	22	20
b) Stoffströme										
- Humushaushalt	+, 0, -	+	+	+	-	---	-	-	++	-
- N-Saldo	kg/ha	+ 50	+ 65	+ 95	+ 133	0	+ 90	+ 100	+ 120	+ 5
- P ₂ O ₅ -Saldo	kg/ha	+ 40	+ 50	+ 65	+ 101	+ 80	+ 125	+ 135	+ 60	+ 70
- K ₂ O-Saldo	kg/ha	+ 70	+ 145	+ 160	+ 220	+ 45	+ 245	+ 210	+ 240	+ 100
c) chem. Pflanzenschutz										
- Herbizid	Anw./Jahr	1	2	2	2	1	3 - 5	3 - 5	1 - 2	2
- Insektizid	"	1	1	3	3	3	2 - 4	2 - 4	3	2
- Fungizid	"	2	2 - 3	3	2	5	1 - 2	1 - 2	1	0
- sonstige	"	1 Wachstums- regulator	1 Wachstums- regulator	1 Wachstums- regulator	0	1 Kraut- abtötung	evtl. Nematizid	evtl. Nematizid	1	0 - 1
d) sonstige Kenndaten										
Eign. f. Gülleeinsatz	+, 0, -	-	0	-	++	+	+	++	+	--
- Nitrataufnahmen	Dat.-Dat.	20.4.-31.7.	1.11.-15.6.	10.3.-5.8.	6.6.-5.9.	1.5.-10.9.	20.5.-25.7.	20.5.-31.7.	10.10.-1.6.	10.5.-20.8.
- Beschattung > 50 %	"	1.6.-20.8.	10.11.-15.7.	10.4.-20.8.	30.6.-5.10.	15.6.-30.9.	20.6.-15.10.	20.6.-20.10.	20.10.-30.6.	10.6.-10.9.
- Wildflora-Toleranz	+, 0, -	-	-	-	--	---	---	---	--	---
- Nahrung für Fauna im Winter	+, 0, -	-	+	+	-	-	-	-	+	-
- Selbstverträglich- keit	+, 0, -	+	--	0	+	-	--	--	-	---
- techn. adäquate Schlaggröße	ha	2	1 - 2	2	2	2 - 5	2 - 5	2 - 5	2	2
- Eignung für "biologischen" Anbau	+, 0, -	+	0	-	--	--	---	---	0	+

Quelle: MEINHOLD, K. et al. (1987); a. a. O., S. 251.

Tabelle 6-2

**Umweltrelevante Kenndaten des Anbaus von Rohstofffrüchten
und der verdrängten Feldfrüchte im Jahr 2000, Szenario 2000-2**

	Einheit	Sommer- getreide	Wintergerste	Winterweizen	Körnermais	Starke- kartoffeln	Zuckerrüben ohne Blattnutzung	Ethanolrübun ohne Blattnutzung	Winterraps	Öllein
		Vergleichskulturen			für die Rohstoffproduktion geeignete Kulturen					
A. wirtschaftliche Daten										
Ertragsniveau	dt/ha	53	67	72	78	600	600	640	33	24
Anspr. an Bodenqualität	Ackerzahl	> 20	> 25	> 40	> 30	> 20	> 40	> 40	> 40	> 30
B. umweltrelev. Kenndaten										
a) Bodenstruktur										
- Pflügen, Roden	n/Jahr	0	0	1	1	2	1	1	1	1
- Erosionsrisiko	C-Wert	0,02*	0,04*	0,10	0,27	0,23	0,05**	0,05**	0,15	0,20
- Drucklasten	t x h/ha	18	21	25	26	71	46	48	22	20
b) Stoffströme										
- Humushaushalt	+, 0, -	+	+	+	-	---	-	-	++	-
- N-Saldo	kg/ha	+ 40	+ 50	+ 70	+ 90	- 10	+ 75	+ 100	+ 120	0
- P ₂ O ₅ -Saldo	kg/ha	+ 30	+ 40	+ 50	+ 76	+ 65	+ 105	+ 90	+ 55	+ 70
- K ₂ O-Saldo	kg/ha	+ 55	+ 125	+ 135	+ 181	+ 20	+ 225	+ 180	+ 220	+ 95
c) chem. Pflanzenschutz										
- Herbizid	Anw./Jahr	0 - 1	2	1 - 2	2	1	3 - 4	3 - 4	1 - 2	2
- Insektizid	"	1	1	2 - 3	2	3	2 - 4	2 - 4	2 - 3	2
- Fungizid	"	2	2	2	1 - 2	4	1 - 2	1 - 2	1	0
- sonstige	"	0	1 Wachstums- regulator	1 Wachstums- regulator	0	1 Kraut- abtötung	evtl. Nematizid	evtl. Nematizid	1	0 - 1
d) sonstige Kenndaten										
- Eign. f. Gülleeinsatz	+, 0, -	-	0	-	++	+	+	++	+	--
- Nitrataufnahmen	Dat.-Dat.	20.4.-31.7.	1.11.-15.6.	1.3.-5.8.	6.6.-5.9.	1.5.-10.9.	20.5.-25.7.	20.5.-31.7.	10.10.-5.6.	10.5.-20.8.
- Beschattung > 50 %	"	1.6.-20.8.	10.11.-15.7.	10.4.-20.8.	30.6.-5.10.	15.6.-30.9.	20.6.-15.10.	20.6.-20.10.	20.10.-30.6.	10.6.-10.9.
- Wildflora-Toleranz	+, 0, -	0	-	-	--	--	---	---	--	---
- Nahrung für Fauna im Winter	+, 0, -	-	+	+	+	0	-	-	+	-
- Selbstverträglich- keit	+, 0, -	+	--	0	+	---	---	---	--	---
- techn. adäquate Schlaggröße	ha	5	2	5	5	5	5	5	2	2
- Eignung für "biologischen" Anbau	+, 0, -	++	0	--	-	---	---	---	0	+

* bei flacher Bodenbearbeitung, Stroh und Stoppel bleiben auf dem Acker (oder Zwischenfrucht)

** Streifen- oder Mulchsaat

An den *Anbau von Ethanol-Kartoffeln* werden praktisch die gleichen Qualitätsanforderungen gestellt wie an den Anbau von Stärke-Kartoffeln. Folglich sind beide Anbauverfahren bezüglich ihrer Umweltwirkungen gleich zu bewerten. Ähnliches gilt für den Anbau von *Weizen zur Ethanolgewinnung*, der gleich zu bewertende Umweltwirkungen wie der Anbau von Weizen zur Stärkegewinnung verursacht²⁰⁷⁾.

Zur Bereitstellung von pflanzlichen Ölen²⁰⁸⁾ für die spätere technische Verwendung kommen in der FAL-Studie mit dem Raps und dem Öllein zwei Feldfrüchte auf einer Fläche von bis etwa 780 000 ha im Jahr 2000 zum Anbau.

Beim *Anbau von Winterraps* zur Ölgewinnung kommen voraussichtlich ertragreichere Sorten mit höheren Ansprüchen an das Düngungsniveau als im Ernährungsbereich zum Einsatz. Dies ist aus ökologischer Sicht negativ zu bewerten, obwohl der Raps durch eine gute Bodenbedeckung im Winter günstige Voraussetzungen für die Wildfauna bietet und den Boden gegen Winderosion schützt.

Der *Anbau von Öllein* konkurriert bei knapper Ackerfläche in erster Linie mit Sommergetreideanbau. Obwohl der Ölleinanbau höhere Anforderungen an die Saatbettbereitung und die Unkrautbekämpfung stellt als der Sommergetreideanbau, also ein erhöhtes Erosionsrisiko und einen aufwendigeren Pflanzenschutz aufweist, ist aufgrund der geringen Stickstoff-Düngungsintensität und infolge seiner ausgeprägten Selbstunverträglichkeit im Vergleich zum Sommergetreideanbau keine eindeutig positive oder negative Differenzwirkung im Umweltbereich abzuleiten.

In der FAL-Studie stand die Erzeugung von Massenerzeugnissen, die von den Pflanzen zum Zwecke der Energiespeicherung gebildet werden (Stärke, Zucker, Öle und Fette), im Vordergrund. Deshalb kamen vor allem solche Rohstoffpflanzen in Betracht, die heute bereits angebaut werden und die vor allem die benötigten Inhaltsstoffe in großen Massen hervorbringen, und somit ein hohes Intensitätsniveau lohnen. Die damit verbundenen negativen Umweltwirkungen dürfen nicht automatisch auf den Anbau anderer nachwachsender Rohstoffe übertragen werden. Vor allem die *Spezialrohstoffe* (für jeweils nur kleine Teilmärkte) dürften aus folgenden Gründen wesentlich günstiger in ihren Umweltwirkungen einzuschätzen sein:

- Bei den Spezialrohstoffen handelt es sich um Substanzen, die nur in bestimmten Pflanzenarten bzw. -sorten in verwertbarer Konzentration vorkommen. Deren Nutzbarkeit wird in der Regel eher durch Züchtungsmaßnahmen als durch eine hohe Intensität anbautechnischer Eingriffe gesteigert. Dies schließt allerdings nicht aus, daß dennoch Pflanzenschutzmaßnahmen zur Qualitätssicherung dieser Substanzen notwendig sind.
- Infolge einer Nachfragesteigerung seitens der verarbeitenden Industrie nach diesen Spezialroh-

stoffen könnte sich ein breites Spektrum von angebauten Pflanzenarten ergeben. Dies wiederum könnte durch eine mögliche Erweiterung der Fruchtfolge zu einer Bereicherung der Umwelt (Differenzwirkung) beitragen²⁰⁹⁾.

Umweltwirkungen auf Sektorebene

Insgesamt kommen die Verfasser der FAL-Studie zu dem Ergebnis, daß sich die Umweltwirkungen der gesamten Agrarproduktion im Jahr 2000 beträchtlich von den heutigen unterscheiden²¹⁰⁾. Hierfür werden bei unveränderter Nachfrage nach pflanzlichen Nahrungs- und Futtermitteln produktionstechnische Fortschritte, speziell in der Pflanzenzüchtung, angeführt, aufgrund derer

- entweder auf einer wesentlich geringeren Fläche als heute,
- oder mit erheblich reduzierter Intensität des Betriebsmitteleinsatzes

landwirtschaftliche Erzeugnisse produziert werden. Eine erhebliche reduzierte Intensität beim Betriebsmitteleinsatz wird nur dann eintreten, wenn Stickstoffaufwand, chemischer Pflanzenschutz und Anbautechnik durch staatliche Auflagen begrenzt bzw. geregelt werden. Außerdem wären hierbei bis zum Jahr 2000 beträchtliche Fortschritte in der Pflanzenzüchtung (Low-Input-Sorten, Resistenzzüchtung), der Anbautechnik und der Bestandsführung zu realisieren, damit die Erträge trotz geringerer Anbauintensität nicht absinken²¹¹⁾. Eine solche Entwicklung würde dem Szenario einer umweltorientierten Agrarpolitik entsprechen, das in der FAL-Studie aber nicht näher untersucht wurde (vgl. Kapitel 3.4.1). Selbstverständlich würden unter diesen Rahmenbedingungen die Umweltwirkungen des NR-Anbaus sehr anders ausfallen.

Im Szenario 2000-1 erfolgt eine Erhöhung der Agrarproduktion infolge der staatlichen Stützung und im Szenario 2000-2 eine erhebliche Verringerung der Anbaufläche für Nahrungs- und Futtermittel. In beiden Szenarien ist dies mit einer deutlich höheren Intensität der Agrarproduktion als heute verbunden (vgl. Tabelle 3-5). In diesem Fall wird sich der Anbau von nachwachsenden Rohstoffen stark auf die Umwelt auswirken. Allerdings wird das Ausmaß dieser Umweltwirkungen zum einen von der möglichen Alternativnutzung und zum anderen von der Organisation des Anbaus und von der gesamten Flächennutzung geprägt.

Folglich können die direkt oder indirekt auf den Rohstoffanbau zurückzuführenden Änderungen der Flächennutzung als Indikatoren für die möglichen Umweltwirkungen eines Rohstoffanbaus angesehen werden. Hierbei sind die folgenden Kenngrößen von besonderem Interesse:

- Reduzierung der bis zum Jahr 2000 für ökologische und andere Zwecke freiwerdenden Fläche,

²⁰⁷⁾ MEINHOLD, K. et al. (1987): a.a.O., S. 259.

²⁰⁸⁾ a.a.O. (1987): S. 259 f.

²⁰⁹⁾ MEINHOLD, K. et al. (1987): a.a.O., S. 274 ff.

²¹⁰⁾ a.a.O. (1987): S. 260 f.

²¹¹⁾ MEINHOLD, K. et al. (1987): a.a.O., S. 260 f., 273 f.

- die Veränderung im Umfang des intensiven Getreideanbaus (Weizen und Wintergerste),
- die Veränderung im Anbau von Sommerhackfrüchten (Rüben, Kartoffeln), von Mais und Öllein,
- die Veränderung der Stickstoffsalden und
- die Veränderung der Pflanzenschutzbehandlungsflächen (definiert als Produkt aus Anbaufläche und Anzahl der Behandlungen pro Jahr).

In Übersicht 6-3 sind diese Kenngrößen zusammenfassend dargestellt und lassen folgende Umweltwirkungen auf Sektorebene erkennen:

- Der Anbau von nachwachsenden Rohstoffen verringert die im Szenario 2000-2 nicht mehr für die Nahrungs- und Futtermittelproduktion genutzte Ackerfläche, die ohne einen Anbau von nachwachsenden Rohstoffen etwa eine Fläche von 2,1 Mio ha im Jahr 2000 einnehmen würde, um bis zu rund 1,27 Mio ha.
- Infolge eines Rohstoffanbaus würde sich die Fläche des intensiven Getreideanbaus (Weizen, Wintergerste) bei erfolgter staatlicher Anbau-Stützung um bis zu etwa 210 000 ha ausweiten. Demgegenüber steht ein Rückgang dieses Getreideanbauverfahrens von etwa 60 000 ha bei einem subventionslosen Rohstoffanbau.
- Bei einem staatlich unterstützten Rohstoffanbau wird sich der Sommerhackfrucht-, Weizen- und Ölleinanbau um bis zu 612 000 ha ausweiten.
- Dies hätte eine Änderung der Stickstoffsalden mit 30 000 bis 65 000 t zur Folge, was ca. 2 bis 5 % des Gesamtstickstoffsaldos im Jahr 1986 in der Pflanzenproduktion innerhalb der Bundesrepublik Deutschland entspricht.

- Die Zunahme der Pflanzenschutzbehandlungsfläche um bis zu 6,75 Mio ha ist ähnlich einer zusätzlichen Spritzung auf der gesamten genutzten Ackerfläche zu bewerten.

Insgesamt gesehen wird ein Anbau von nachwachsenden Rohstoffen bis zur möglichen Absatzgrenze im Jahr 2000 deutlich Auswirkungen auf die Umwelt verursachen. Hierbei ist bei der Abschätzung dieser Umweltwirkungen auch zu beachten, daß sich die Rohstoffanbaufläche räumlich in der Nähe der Nachfrager nach Rohstoffen konzentrieren wird und folglich in diesen Gebieten verstärkte Umweltwirkungen zu erwarten sind.

Kritik an den bisher in diesem Kapitel aufgeführten Ergebnissen kommt in dem Kommentargutachten des Öko-Institutes²¹²⁾ zum Ausdruck. Diese Kritik bezieht sich einerseits auf die Vorgehensweise bei der Konzeption der Szenarien, die sich nach Meinung der Kommentatoren hauptsächlich an ökonomischen Kriterien orientieren und die Umweltverträglichkeit unterschiedlicher landwirtschaftlicher Produktionsweisen nicht als gleichrangiges Ziel behandeln. Das Fehlen eines umweltorientierten Szenarios wird in diesem Zusammenhang als wesentlicher Mangel festgehalten. Da in den Szenarien keine Betriebsdaten ökologisch wirtschaftender Betriebe eingeflossen seien, würden die Umweltwirkungen auf Prozeßebene lediglich an den Produktionsbedingungen der konventionellen Landwirtschaft gemessen. Außerdem sei festzustellen, daß das eingesetzte, rein additive und lineare Rechenmodell den komplexen Wirkzusammenhängen in Ökosystemen nicht gerecht werde.

²¹²⁾ BROCKSKOTHEN, M. und B. TAPPESER (1987): Kommentargutachten zur Studie „Möglichkeiten und Grenzen beim Anbau regenerativer Rohstoffe für Energieerzeugung und chemische Industrie“. In: Materialienband IV zur BT-Drucksache 10/6801, Bonn 1987, S. 339 ff.

Übersicht 6-3

Umweltwirkungen des Anbaus von nachwachsenden Rohstoffen auf Sektorebene im Jahr 2000 unter Szenarienbedingungen

Agrarpolitik	Szenario 2000-1 einkommensorientiert		Szenario 2000-2 marktorientiert	
	nein	ja	ja	ja
Anbau von NR	nein	ja	ja	ja
Stützung für NR-Anbau	nein	ja	ja	nein
ungenutzte Ackerfläche				
— ohne NR-Anbau 1 000 ha	0	0	2 130	2 130
— mit NR-Anbau 1 000 ha	0	0	1 001	1 875
— rel. Änderung ± %	0	0	— 53	— 12
Rohstoffanbaufläche ± 1 000 ha	0	+ 1 161	+ 1 271	+ 317
Intens. Getreideanbau ± 1 000 ha	0	+ 209	+ 201	— 61
Hackfrucht-, Mais und Ölleinanbau ± 1 000 ha	0	+ 320	+ 612	0
Stickstoffsaldo ± 1 000 t	0	+ 30	+ 65	+ 37
Pflanzenschutz-Behandlungsfläche ± 1 000 ha	0	+ 1 900	+ 6 750	— 1 630

Quelle: MEINHOLD, K. et al. (1987): S. 265.

Auch die Auswahl der „umweltrelevanten Kenndaten“ sowie deren quantitative und qualitative Gewichtung wird von den Autoren des o.a. Kommentargutachtens als unvollkommen bezeichnet, um ökologische Auswirkungen beschreiben zu können. Entsprechend werden ergänzend zu den in der FAL-Studie verwendeten Kenndaten weitere Faktoren (Bodenstruktur (Hanglage, falsche Bodenbearbeitung, Anbau am Hang, Terrassierung), Stoffströme (Düngerform, Bodenfruchtbarkeit, Pflanzengesundheit, Wurzelentwicklung, Nährstoffaneignungsfähigkeit, Eignung zum Mischanbau)) aufgeführt. Daran anschließend richtet sich die Kritik der Kommentatoren gegen die getrennte Betrachtung der Landnutzung nach Funktionsräumen — hier Intensivproduktion, dort Ausgleichsfläche. Von der Intensivproduktion könne durch vielfältige Faktoren eine Bedrohung für die benachbarten Ausgleichsflächen ausgehen.

Kritisiert wird weiterhin, daß die Umweltwirkungen des Anbaus nachwachsender Rohstoffe nur als Differenz zu der heutigen Agrarproduktion bzw. der Situation im Jahre 2000 ohne NR-Anbau betrachtet werden. Dies sei aus den Gründen ungenügend, da die heutigen Umweltbelastungen durch die Landwirtschaft (z.B. Verunreinigung des Trinkwassers mit Nitrat und Pestiziden, Schadstoffbelastung der Nahrungsmittel) zu bewerten seien und eine Situation, die gesundheitliche Gefahren durch Nahrungsmittel oder Trinkwasser ausschließt, als Bezugspunkt zu wählen sei. Anknüpfend an diese Anmerkung ist darauf hinzuweisen, daß unterschiedliche Einschätzungen der zukünftigen Umweltwirkungen des Anbaus nachwachsender Rohstoffe vielfach auf unterschiedliche Bewertungen der heutigen Umweltbelastungen zurückzuführen sind. Schließlich ist zu beachten, daß im Betrachtungszeitraum (bis zum Jahr 2000) eventuell durchgeführte umweltpolitische Maßnahmen Rückwirkungen auf die Rohstoffproduktion haben werden.

Die Autoren des Bund-Länder-Berichtes²¹³⁾ zum Thema „Nachwachsende Rohstoffe“ kommen anfänglich zu der groben Einschätzung, daß ein Anbau von nachwachsenden Rohstoffen die gleichen Umweltwirkungen verursache wie die herkömmliche Landbewirtschaftung. Dennoch empfehlen die Autoren vor einer großflächigen Umstellung der Flächennutzung eine Untersuchung im Sinne einer Umweltverträglichkeitsprüfung durchzuführen. Dabei seien die Auswirkungen eines Rohstoffanbaus

- aus ökosystemarer Sicht,
- aus der Sicht des Bodenschutzes,
- unter dem Gesichtspunkt der Sicherung der natürlichen Lebensgrundlagen (z.B. Grundwasser) und

²¹³⁾ BUND, LÄNDER (1989): a.a.O., S. 176 ff.

- aus der Sicht des Arten- und Biotopschutzes

mit systemanalytischen Maßstäben und Methoden zu prüfen. Aus dem verstärkten Anbau nachwachsender Rohstoffe dürfe keine Mehrbelastung der Ökosysteme resultieren. Desweiteren weisen die Autoren darauf hin, daß die heute übliche Rohstoffbereitstellung in den Produktlinien Zucker und Stärke wegen der hohen Intensitäten (Düngung, Pflanzenschutz), der Erosionsgefährdung (langsame Bodenbedeckung, hohe Reifendrucklasten) und der zu engen Fruchtfolge ökologisch bedenklich sei. Dennoch seien durch die Züchtung und Einführung neuer Rohstoff-Pflanzen, durch eine Auflockerung der Fruchtfolge und durch eine Verminderung der Intensivproduktion Fortschritte im Hinblick auf die Umweltauswirkungen möglich.

Bei der Wirkung von nachwachsenden Rohstoffen auf die Fruchtfolge sind verschiedene Einflüsse zu unterscheiden:

- Der Anbau von Massenrohstoffen mit Pflanzenarten, die derzeit schon für die Nahrungsmittelproduktion im Anbau sind, wird zur Aufrechterhaltung bzw. Verengung der heutigen Fruchtfolge-situation führen.
- Eine Konzentration des Anbaus in der Nähe von Konversionsanlagen, insbesondere bei hohen Transportkosten (Rüben, Kartoffeln), bedingt die Verengung von Fruchtfolgen.
- Neue Rohstoffpflanzen, in Abhängigkeit von Züchtungserfolgen und Wirtschaftlichkeit, werden die Anbaupalette erweitern und die Fruchtfolgen auflockern, sofern nicht spezielle Standortansprüche oder spezifische Produktionskenntnisse und -techniken eine betriebliche Konzentration bewirken.
- Vielseitige Fruchtfolgen sind nur dann für den begleitenden Artenbestand von Vegetation und Fauna in Agrarökosystemen von positiver Wirkung, wenn sie extensiv bewirtschaftet werden²¹⁴⁾. Von Bedeutung ist deshalb weiterhin, ob die Züchtung der neuen Rohstoff-Pflanzenarten auf hochproduktive, nitrophile Typen orientiert ist und damit zur Intensivierung der Agrarproduktion beiträgt.
- Positive Effekte einer Fruchtfolgeerweiterung werden aufgehoben, wenn sie durch Ausweitung der Ackerfläche auf Kosten des Grünlandes und der brachliegenden Flächen erfolgt.

²¹⁴⁾ HEYDEMANN, B. (1986): Probleme des Arten- und Ökosystemschutzes — insbesondere der Vegetation und Fauna bei der Bereitstellung und Konversion nachwachsender Rohstoffe. In: Expertenkolloquium „Nachwachsende Rohstoffe“, 14./15.10.1986 in Bonn, Bd. 2, S. 37.

Übersicht 6-4

Abschätzung der Umweltwirkungen von nachwachsenden Rohstoffen im Anbaubereich*Rohstoffpflanzen zur Stärkegewinnung*

Gegenüber dem konkurrierenden Getreideanbau verursacht der Stärkekartoffelanbau deutlich ungünstigere und der Stärkeweizenanbau keine nennenswert veränderten Umweltwirkungen. Wird der Rohstoffanbau auf vorher brachliegenden Flächen durchgeführt, sind für das Jahr 2000 deutliche negative Umweltwirkungen zu erwarten.

Rohstoffanbau zur Ethanolgewinnung

Die Ethanolrübe verlangt einen hohen Einsatz an Dünge- und Pflanzenschutzmitteln und verursacht deshalb gegenüber den Konkurrenzfrüchten (Sommergetreide, Feldfutterbau) deutlich negative Umweltwirkungen. Ähnliches gilt für Kartoffeln und Weizen, wenn sie zur Ethanolherzeugung angebaut werden.

Rohstoffanbau zur Ölgewinnung

Die Rohstoffpflanzen zur Ölgewinnung verursachen geringfügig negative (Raps) bis umweltneutrale (Öllein) Umweltwirkungen.

Anbau anderer nachwachsender Rohstoffe

Negative Umweltwirkungen sind vor allem beim Anbau von Massenrohstoffen (Stärke, Zucker, teilweise Öle und Fette) zu erwarten, da diese Inhaltsstoffe in hohen Anteilen in den entsprechenden Pflanzen gespeichert werden und deshalb ein hohes Intensitätsniveau begünstigen. Eine Übertragung auf den Anbau aller übrigen nachwachsenden Rohstoffe wäre falsch. Insbesondere bei Spezialrohstoffen könnten günstigere Umweltwirkungen eintreten.

Sektorebene

Insgesamt werden deutlich negative Umweltwirkungen eines Rohstoffanbaus für das Jahr 2000 erwartet, wenn dadurch der intensive Getreideanbau zunimmt, die Stickstoffsalden deutlich ansteigen und die durchschnittliche Intensität des Pflanzenschutzmitteleinsatzes je ha zunimmt, besonders aber, wenn dieser Anbau auf ansonsten brachfallenden oder extensiv bewirtschafteten Flächen erfolgt.

Positive Umweltwirkungen können dann eintreten, wenn — auch aufgrund von Erfolgen in der Pflanzenzüchtung — der Anbau zu einer Erweiterung des Nutzpflanzenspektrums und zu einer Auflockerung der Fruchtfolge führen würde.

6.2 Isolierung und Konversion

Durch die Verfahrensschritte der Isolierung und der Konversion von nachwachsenden Rohstoffen werden Umweltwirkungen verursacht, deren Beurteilung im folgenden mit Hilfe von verschiedenen Parametern vorgenommen wird.

Die Verfasser der FAL-Studie machen die Umweltwirkungen vorrangig von dem eingesetzten Verfahren der Rohstoffgewinnung und der Reststoffverarbeitung sowie von der Anlagengröße abhängig (siehe Übersicht 6-5).

Übersicht 6-5

Zusammenhänge zwischen der Produktion nachwachsender Rohstoffe und der Umwelt**Verarbeitung der Ernteprodukte****A. Verfahren der Rohstoffgewinnung und der Reststoffverarbeitung**

1. *Stoffströme*: Abhängig von Rohstoff- und Inputpreisen und den Absatzmöglichkeiten für Neben- und Nachprodukte. Auswirkungen über Biochemischer-Sauerstoff-Bedarf, Wärme- und Salzfrachten, Abgase und Klärschlämme auf

— Reinheit und Sauerstoffgehalt der Vorfluter

— Geruchs- und Abgasimmissionen im Nahbereich

— Stoffzusammensetzung der Böden, auf die Abfälle verbracht werden.

Je mehr Reststoffe kostengünstig in der landwirtschaftlichen Produktion (oder anderen Produktionszweigen) weitergenutzt werden können, desto geringer ist i.d.R. die Umweltbelastung.

2. *Flächenbedarf*: Für Verarbeitungsanlage, Rohstoff-, Betriebsmittel- und Produktlager, Unterbringung des Fuhrparks, Verkehrsanbindung, Kläranlage, Absetzteiche, Abfalldeponie etc. Auswirkungen als — je nach Standort mehr oder weniger bedeutsamer — *Landschaftsverbrauch*.

B. Anlagengröße

1. *Stoffströme*: Bezogen auf 1 t erzeugten Rohstoff mit zunehmender Größe i.d.R. günstigere Emissionswerte aufgrund der durch Kostendegression besser möglichen Weiternutzung der Reststoffe, aber bezogen auf die nicht (proportional) vermehrbaren Umweltmedien (Vorfluter, Luft im Nahbereich, Recyclingflächen) i.d.R. höhere Immissionswerte.

Fortsetzung Übersicht 6-5

2. **Flächenbedarf:** Deutlich unterproportionaler Anstieg, d.h. je t erzeugten Rohstoffs deutlich abnehmender Landschaftsverbrauch.
3. **Regionale Anbaudichte und Transportbedarf:** Mindestens eine der beiden Größen nimmt mit der Anlagengröße deutlich zu, i.d.R. beide. Bei unveränderter Anbaudichte nimmt der Transportbedarf (in t km) überproportional zu. Zu den Auswirkungen der Anbaudichte unter anderem Auswirkungen des Transportaufwandes: Energieverbrauch, Abgasaustoß, evtl. Lärmimmission, auch als Sekundärwirkungen unvermeidlicher Verkehrsbehinderungen. Sie werden bei Übergang von landwirtschaftlichen Transportfahrzeugen zu LKW-Transport z.T., bei Übergang zu Bahn- und Schiffs-transport stark reduziert.

Quelle: MEINHOLD, K. et al. (1987): a.a.O., S. 246.

Die Verfasser der FAL-Studie²¹⁵⁾ gehen gleich zu Beginn ihrer Ausführungen davon aus, daß sich bis zum Jahr 2000 eine Großanlagen-Technologie entwickelt und am Markt durchgesetzt hat, deren Umweltwirkungen grundsätzlich als günstig bezeichnet werden könnten. Diese Einschätzung beruht auf der Annahme, daß im Jahr 2000 neuartige Entwicklungen in der Konversions-Technologie zum Einsatz gelangen, die z.B. eine Weiterverarbeitung von Reststoffen ermöglichen. Hierzu werden beispielhaft die Anlagenkonzeptionen aus der Stärke- und der Ethanolgewinnung beschrieben.

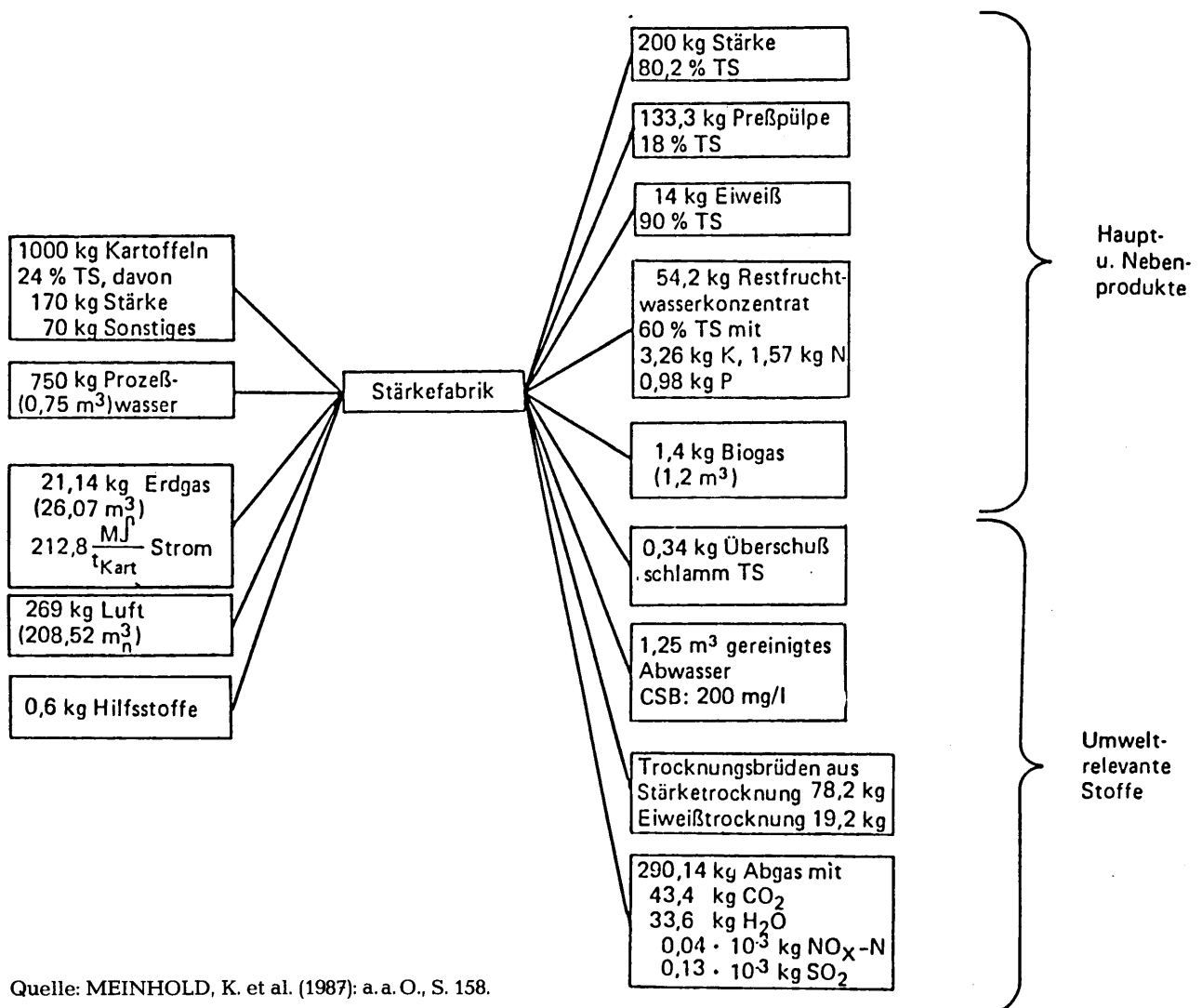
Stärkegewinnung

In den Anlagen zur Stärkegewinnung (und zur Ethanolgewinnung) werden u.a. wasserhaltige Rohstoffe (Kartoffeln, Zuckerrüben) verarbeitet, die in bisherigen Anlagenkonzeptionen zu teilweise erheblichen Abwasserproblemen führen. Mit Hilfe neuer Technologien ist es jedoch möglich, den Abwasseranfall drastisch zu reduzieren und gleichzeitig wertvolle

²¹⁵⁾ a.a.O. (1987): S. 154 ff.

Abbildung 6-1

Massenbilanz für die Erzeugung von Stärke aus Kartoffeln



Quelle: MEINHOLD, K. et al. (1987): a.a. O., S. 158.

Nebenprodukte (Kartoffeleiweiß, Rübenpreßschnitzel, Biogas) zu gewinnen. Kartoffeleiweiß und Rübenpreßschnitzel werden aufgrund ihres Futterwertes an landwirtschaftliche Betriebe abgegeben. Das Biogas, das bei der Klärung des Abwassers entsteht, findet prozeßintern bei der Dampferzeugung Verwendung. Nach zwei Verfahrensschritten der Abwasser-Klärung (mit und ohne Luftzusatz) wird eine Abgabe des behandelten Abwassers in den Vorfluter ermöglicht. Hierzu ist in Abbildung 6-1 die Massenbilanz einer Stärkefabrik dargestellt.

Wie aus der Abbildung 6-1 hervorgeht, entstehen bei der Verarbeitung von 1 000 kg Kartoffeln zum einen Haupt- und Nebenprodukte (Stärke, Preßpülpe, Eiweiß, Restfruchtwasserkonzentrat, Biogas) und zum anderen umweltrelevante Stoffe (Überschußschlamm, gereinigtes Abwasser, Trocknungsbrüden, Abgas). Die Nebenprodukte Preßpülpe, Eiweiß und Restfruchtwasserkonzentrat werden als Futter- oder Düngemittel verwendet. Das anfallende Abwasser, mit einem durchschnittlichen Chemischen-Sauerstoff-Bedarf (CSB) von etwa 2 000 mg/l Abwasser, liegt an der unteren Grenze des Bereiches von 1 bis 3 m³ Abwasser/t Kartoffeln für nach dem derzeitigen

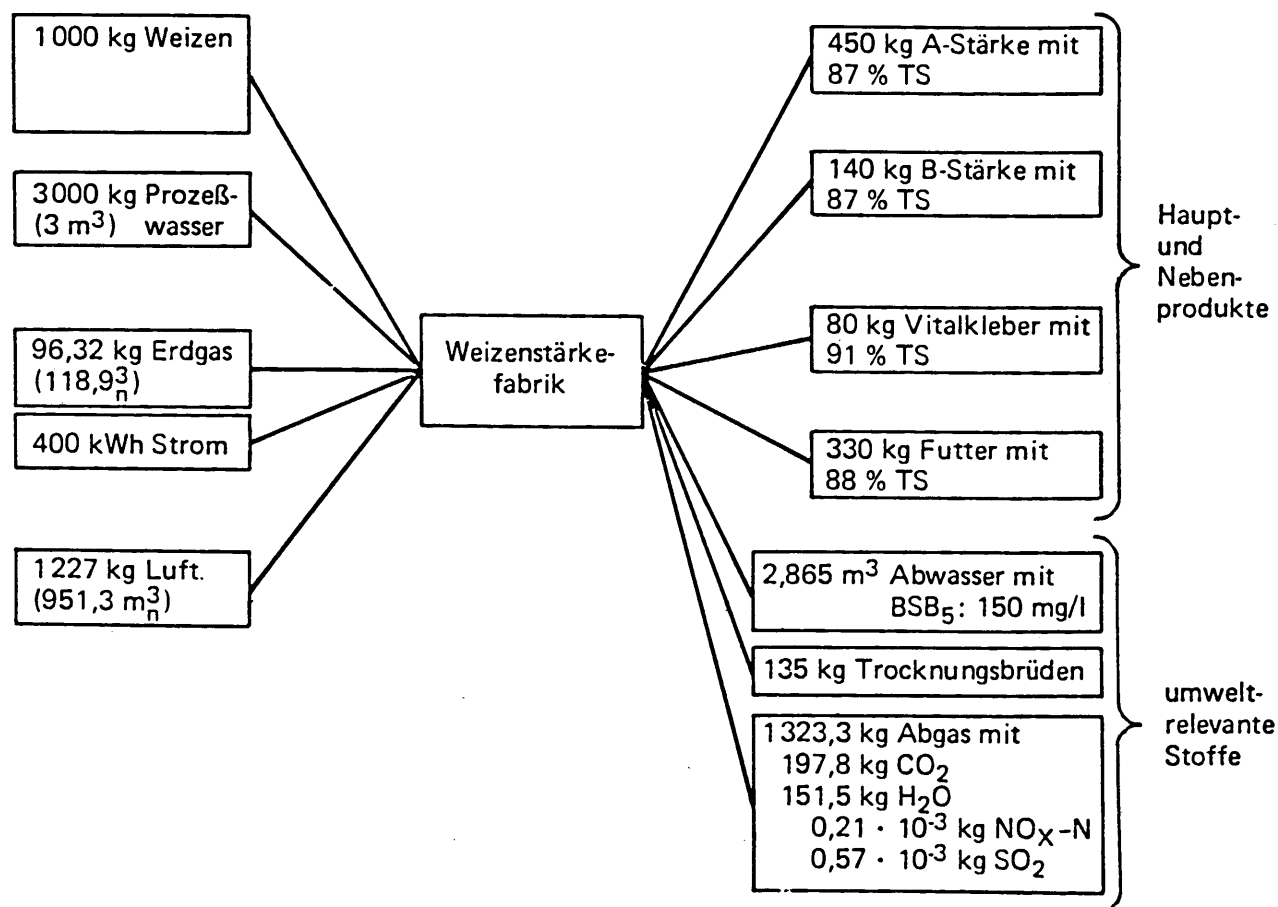
Stand der Technik arbeitende Kartoffelfabriken. Dennoch ist die Abwasserbehandlung bei der Stärkeherstellung aus Kartoffeln auch bei neuartigen Anlagenkonzeptionen noch erheblich²¹⁶⁾. Zusätzlich entstehen durch die Verbrennung des Erdgases zur Wärme- und Dampferzeugung Abgase, die zu einer Erhöhung der Umweltlasten beitragen. Dies muß vor dem Hintergrund gesehen werden, daß die gezielte Gewinnung der Nebenprodukte zwar zu einer Verminderung der Abwasserbelastung beiträgt, andererseits jedoch allein 50 % des gesamten Prozeßenergiebedarfs beansprucht.

Die Umweltwirkungen bei der Weizenstärkeverarbeitung sind zwar bezüglich der anfallenden Reststoffe als gering einzustufen, da diese Reststoffe als hochwertiges und transportwürdiges Futtermittel genutzt werden können. Dennoch verlangt gerade diese Produktumwandlung viel Heizenergie. Folglich entstehen bezogen auf 1 000 kg Weizen als Rohstoff (siehe Übersicht 6-2) erheblich mehr Abgase als bei der Verarbeitung von Kartoffeln.

²¹⁶⁾ BUND, LÄNDER (1989): a.a.O., S. 179.

Abbildung 6-2

Massenbilanz für die Erzeugung von Stärke aus Weizen



Quelle: MEINHOLD, K. et al. (1987): a. a. O., S. 306.

Ethanolgewinnung

Ethanol kann einerseits aus verschiedenen Rohstoffpflanzen (Rüben, Kartoffeln, Weizen) und andererseits mit Hilfe verschiedener Anlagenkonzeptionen (Mehrstoff, Biostil) gewonnen werden. In der Mehrstoffanlage können alle o.a. Rohstoffpflanzen zu Ethanol verarbeitet werden. Hierdurch wird ein Ganzjahresbetrieb dieser Anlagenkonzeption ermöglicht. Die einzelnen Rohstoffpflanzen sind jedoch bezüglich der Umweltwirkungen, die dieses Konversionsverfahren verursacht, unterschiedlich zu beurteilen. Für die Ausgangsrohstoffe Kartoffeln und Weizen ist die Reststoffproblematik günstiger zu bewerten als für die Ethanolrübe, da bei den erstgenannten die Möglichkeit besteht, die anfallende Schlempe zu verfüttern. Demgegenüber muß die anfallende Rübenschlempe weiterverarbeitet werden und kann in einem zusätzlichen Verfahrensschritt (aerobe Klärung) lediglich zur Biogasgewinnung genutzt werden.

Bei dem Biostilverfahren wird einzig Winterweizen zur Ethanolgewinnung eingesetzt. Dieses Verfahren beinhaltet eine prozeßinterne Substratrückführung, die zu einem Anfall relativ hochkonzentrierter Schlempe führt. Die durch eine anschließende Trocknung anfallende Trockenschlempe wird wie die ebenfalls als Nebenprodukt entstandene Kleie an die Mischfutterindustrie abgegeben. Die Trocknungsphase erfordert allerdings einen zusätzlichen Energieeinsatz über dessen Größenordnung keine Angaben gemacht werden. Ähnliches gilt auch für das Abgasaufkommen der Ethanolherzeugung, zu dem aufgrund fehlender Datengrundlagen bezüglich der Umweltwirkungen keine Aussagen gemacht werden können.

Die Zuckergewinnung aus Zuckerrüben ist mit erheblichen Mengen an Reststoffen belastet, da pro Tonne Zucker etwa 3 m³ Abwasser, 0,8 m³ Carbonationskalk (aus der Rohsaftreinigung) und 2,5 m³ Erdschlamm anfallen²¹⁷. Das Abwasser muß biologisch geklärt werden, so daß dieser Verfahrensschritt ähnlich dem aus der Ethanolgewinnung (Rüben) zu bewerten ist. Gleiches gilt für den Erdschlamm, der bei der Rübenwäsche anfällt und in fabrikeigenen Klärteichen gelagert und behandelt werden muß. Der anfallende Carbonationskalk wird als Kalkdünger auf den landwirtschaftlichen Flächen ausgebracht und ist folglich aufgrund seiner bodenverbessernden Wirkung als positiv im Hinblick auf die Umweltwirkungen einzustufen.

Ölgewinnung

Das Konversionsverfahren der Ölgewinnung ist als umweltneutral zu bezeichnen, da zum einen der als Reststoff anfallende Extraktionsschrot als Viehfutter genutzt werden kann und zum anderen nur eine geringe Menge an Abwasser entsteht (siehe Abbildung 6-3).

Lediglich bei dem Verfahrensschritt der Veresterung des Pflanzenöles, die z.T. bei einer späteren

energetischen Verwendung von Pflanzenölen notwendig ist, könnte sich durch den Anfall des Nebenproduktes Glycerin eine Belastung ergeben²¹⁸).

Allgemeines

Bei der Produktion (Photosynthese) von pflanzlichen nachwachsenden Rohstoffen werden allerdings auch anorganische Salze (z.B. Stickstoff, Phosphor, Kalium, Magnesium usw.) in die Rohstoffpflanzen eingebaut. Diese Salze gelangen bei der späteren Inhaltstoffgewinnung in das Abwasser. Zur Herauslösung einzelner anorganischer Verbindungen stehen zwar verschiedene Verfahren zur Verfügung, dennoch müssen diese Verfahren an die speziellen Gegebenheiten (Saisonbetrieb, Salzkonzentration) angepaßt werden. Folglich sind weitere Entwicklungs- und Forschungsarbeiten speziell in der Abwasserbehandlung notwendig, um effiziente und betriebssichere Abwasserbehandlungsverfahren zu erhalten²¹⁹. Entsprechend sollten bereits bei der Auswahl der Rohstoffpflanzen mögliche, später auftretende Entsorgungsprobleme, insbesondere hinsichtlich der bei deren Verarbeitung nicht eliminierten Reststoffe berücksichtigt werden²²⁰).

Bezüglich der Anlagengröße von Konversionseinrichtungen kommen die Verfasser der FAL-Studie zu dem Ergebnis, daß mit zunehmender Größe die Emissionen günstiger und die Reststoffnutzungen besser werden, die nicht vermehrbaren Umweltmedien (Vorfluter, Luft im Nahbereich, Recyclingflächen) i.d.R. aber stärker belastet werden.

Ergänzend stellt ein Kommentargutachten²²¹) fest, daß die in der FAL-Studie unterstellte Großanlagen-Technologie den möglichen positiven Umwelteffekt einer Fruchtfolgeerweiterung auf der Anbauebene zunichte macht, da sie mit großer Wahrscheinlichkeit zu einer regionalen Anbaukonzentration einer Fruchtart führe.

Sektorebene

Zur weiteren Beurteilung der Umweltwirkung, die eine Verarbeitung von nachwachsenden Rohstoffen verursacht, muß letztlich auch der Verbrauch an Primärenergie in die Betrachtung einbezogen werden (siehe Übersicht 6-6). In den Szenarien der FAL ist dieser Primärenergieverbrauch in den Varianten mit einer Stützung des Anbaus von nachwachsenden Rohstoffen mit etwa 30 Mio Gigajoule (GJ) anzusetzen. Dies entspricht etwa 0,4 % des Gesamtverbrauchs an Primärenergie in der Bundesrepublik Deutschland. Zur weiteren Differenzierung dieses Primärenergieverbrauchs muß allerdings hier angeführt werden, daß er zu annähernd 50 % auf die Stärkeproduktion, speziell aus Weizen, entfällt.

²¹⁸) BUND, LÄNDER (1989): a.a.O., S. 176 ff.

²¹⁹) MUDRACK, K. (1986): Kurzvortrag zu Forderungen und Grenzen der Entsorgungstechnik bei der Nutzung „Nachwachsender Rohstoffe“. In: Expertenkolloquium „Nachwachsende Rohstoffe“, 14./15.10.1986 in Bonn, Bd. 2, S. 67 ff.

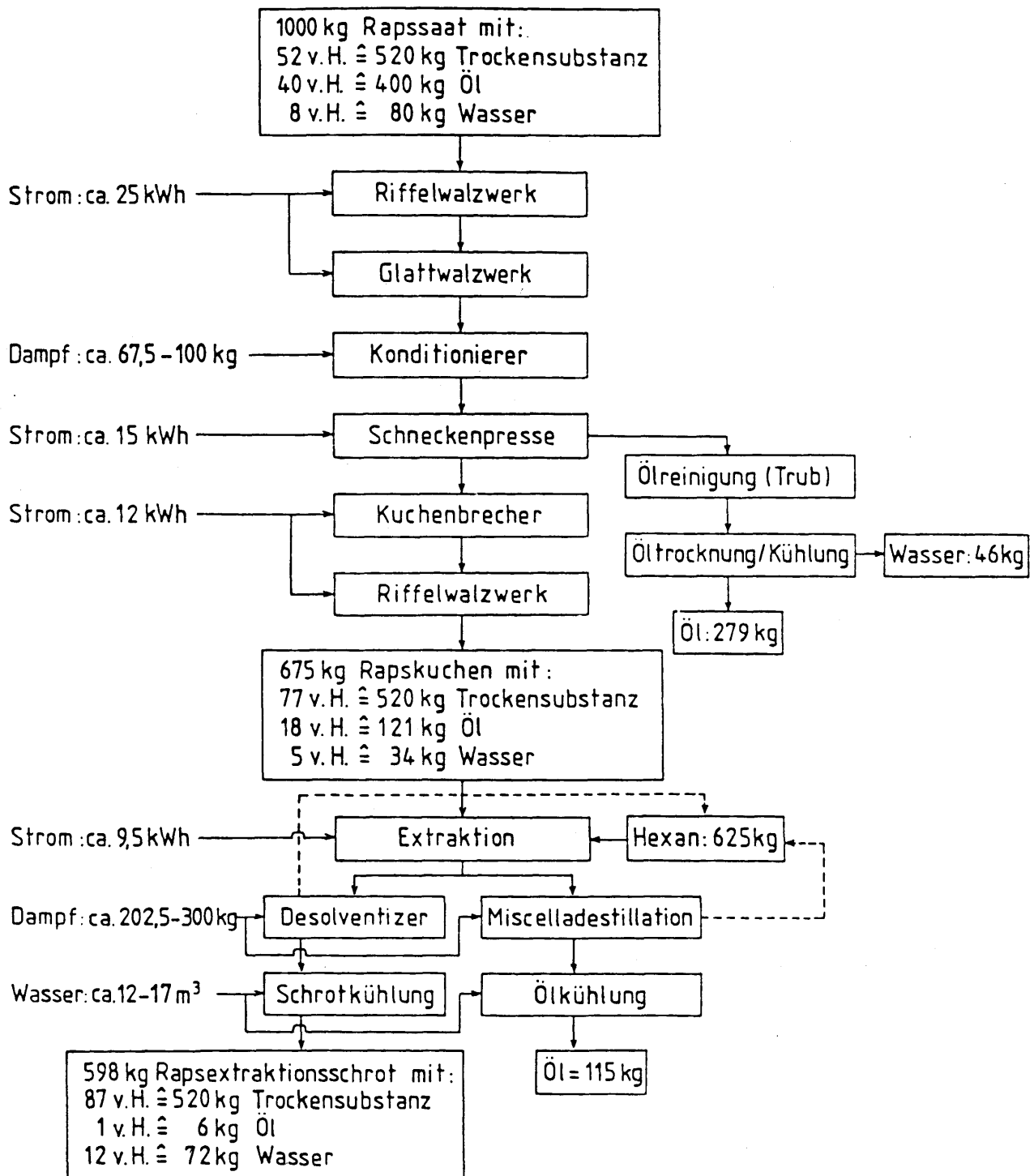
²²⁰) MUDRACK, K. (1986): a.a.O., S. 72 f.

²²¹) BROCKSKOTHEN, M und B. TAPPESER (1987): a.a.O., S. 338 ff.

²¹⁷) JEUB, G.J. (1987): a.a.O., S. 110f.

Abbildung 6-3

Verfahrensschema der Ölsaatenverarbeitung



Übersicht 6-6

**Umweltwirkungen der Verarbeitung von nachwachsenden Rohstoffen im Jahr 2000
unter Szenarienbedingungen**

Agrarpolitik		Szenario 2000-1 einkommensorientiert		Szenario 2000-2 marktorientiert	
Anbau von NR		nein	ja	ja	ja
Stützung für NR-Anbau		nein	ja	ja	nein
Verbrauch an Primärenergie	Mio. GJ	0	+ 27,0	+ 28,6	+ 1,6
SO ₂ -Ausstoß	t	0	+ 6 290	+ 6 725	+ 690
NO _x -Ausstoß	6t	0	+ 665	+ 700	+ 40

Quelle: MEINHOLD, K. et al. (1987): a. a. O., S. 265.

Ohne eine Stützung des Anbaus von nachwachsenden Rohstoffen werden keine stärkeliefernden Rohstoffpflanzen angebaut. Folglich findet keine spezielle Stärkeverarbeitung statt, so daß lediglich im marktorientierten Szenario ein geringer Primärenergieverbrauch für die Gewinnung von Pflanzenöl entsteht.

Die Kenngrößen , Schwefeldioxid-Ausstoß (SO₂) und Stickoxid-Ausstoß (NO_x), verhalten sich nahezu proportional zum Primärenergieverbrauch. Bei den in Übersicht 6-6 ausgewiesenen Werten für die Szenarien ist allerdings zu beachten, daß die Abgase nicht auf das Gesamtgebiet der Bundesrepublik Deutschland bezogen werden dürfen, sondern insbesondere in der nächsten Umgebung dieser Verarbeitungsanlagen anfallen und somit eine negative Umweltwirkung hervorrufen können.

Biotechnologie

In verschiedenen Konversionsprozessen kommen biotechnologische Verfahren zum Einsatz über deren Auswirkungen auf die Umwelt in der FAL-Studie keine detaillierte Ergebnisse vorliegen. Dennoch ist sich die Kommission bewußt, daß der Einsatz der Biotechnologie in den Verarbeitungsprozessen von nachwachsenden Rohstoffen positive wie negative Umweltwirkungen verursachen kann.

Die Prozesse der Biotechnologie reichen von der Rohstoffumwandlung in Grund- und Spezialchemikalien über die Rohstoffversorgung im chemisch-technischen wie energetischen Verwendungsbe- reich bis hin zur Abwasserklärung. Speziell das Ver- fahren der biologischen Abwasserklärung kommt in bestimmten Verarbeitungsprozessen von nachwach- sende Rohstoffen (Stärke- und Zuckergewinnung) zum Einsatz und vermindert die negativen Folge- wirkungen dieser Konversionsanlagen auf die Um- welt erheblich.

In den Bereichen Rohstoffumwandlung und Roh- stoffversorgung ermöglicht die Biotechnologie die Herstellung von neuartigen Produkten (z.B. Kunst- stoffe), deren Umweltwirkungen im Kapitel 6.3 nä- her erläutert werden.

Einschränkend muß allerdings zum Themenbereich der Biotechnologie angeführt werden, daß die Bear- beitung dieser Technologie im Untersuchungsauf-

trag nicht explizit gefordert wurde. Folglich werden in dem vorliegenden Kommissionsbericht keine um- fassenden Aussagen über die Chancen und Risiken der Biotechnologie getätigt, sondern lediglich eini- ge wenige Fallbeispiele näher behandelt.

Übersicht 6-7

**Abschätzung der Umweltwirkungen des
Verarbeitungsbereiches**

Die Umweltwirkungen werden von der Anlagen- konzeption, vom Ausgangsrohstoff und von der Anlagengröße beeinflusst. Speziell bei der Verar- beitung von wasserreichen Rohstoffen fallen Rest- stoffe an, die z.T. mit einem erheblichen Aufwand an Primärenergie in nutzbare Nebenprodukte umgewandelt werden. Eine Vergrößerung der Verarbeitungsanlagen hat im Anbaubereich eine Konzentration einzelner Feldfrüchte zur Folge. Gleichzeitig ist in diesen Regionen mit erhöhten Abgasemissionen im Nahbereich der Verarbei- tungsanlagen zu rechnen.

Die Abschätzung der Umweltwirkungen erfolgt an momentan verfügbaren, groben Anhaltswerten. Bis zum Jahr 2000 sind allerdings neue Um- weltschutzaufgaben erwartbar, die eine schärfere Beurteilung der eingesetzten Anlagenkonzeptionen ermöglichen.

6.3 Rohstoffverwendung

In diesem Kapitel wird behandelt, welche positiven wie negativen Umweltwirkungen durch eine Ver- wendung von nachwachsenden Rohstoffen bei der Nutzung von Endprodukten bestehen. Bei dieser Be- trachtung steht die umwelt- und gesundheitsscho- nende Nutzung von Produkten, die gänzlich oder nur z.T. aus den Rohstoffen der Produktlinien (Zuk- ker, Stärke, Öle) hergestellt wurden, im Vorder- grund.

Da die Gesamtnutzung von nachwachsenden Rohstof- fen, in den Verwendungsbereichen chemisch-techni- sche Industrie sowie im Energiesektor erfolgt, werden die entstehenden Umweltwirkungen getrennt nach diesen Verwendungsbereichen dargestellt.

6.3.1 Chemisch-technische Verwendung

6.3.1.1 Produktlinie Zucker

Bei der Verwendung von Zucker sind in mehreren Anwendungsbereichen positive Umweltwirkungen erwartbar²²²). Im Kunststoffbereich bieten fermentativ aus Zucker hergestellte Kunststoffe den Vorteil der biologischen Abbaubarkeit. Innerhalb des Verpackungsbereichs liegt die Problematik des Einsatzes von Verpackungsmaterialien aus nachwachsenden Rohstoffen allerdings nicht in ihrem Abbauverhalten, sondern in der Interaktion der Verpackungsmaterialien mit dem zu schützenden Produkt. Hier sind vor allem die Diffusionsdichte gegenüber Wirkstoffen, die chemische Beständigkeit und die Wechselwirkungen mit dem Füllgut zu nennen, deren mögliche negative Umweltwirkungen momentan nicht abschätzbar sind²²³).

Bei der Verwendung von Zuckertensiden im Kosmetikbereich steht ebenfalls die Abbaubarkeit und zusätzlich die physiologische Unbedenklichkeit des Endprodukts im Vordergrund. Gleiches gilt auch für den Verwendungsbereich der oberflächenaktiven Wasch- und Benetzungsmittel, die im Hinblick auf ihre Umweltwirkungen positiv zu bewerten sind. Generell, d.h. also nicht nur bei Waschmitteln, kann gesagt werden, daß das Grundgerüst eines Moleküls leichter abbaubar und damit umweltfreundlicher als vergleichbare Petroprodukte ist. Je weiter man sich aber bei der Verarbeitung vom Rohstoff entfernt, d.h. wenn das Grundgerüst zunehmend derivatisiert ist (chloriert, sulfoniert, äthoxiliert), umso mehr werden die Vorteile des nativen Ursprungs überdeckt. Die Endprodukte sind dann vergleichbaren Petrochemikalien sehr ähnlich geworden und unterscheiden sich ökologisch kaum mehr. Ähnliches gilt auch für die Produktlinien Stärke und Öle.

Bei der Beurteilung der Umweltverträglichkeit von nachwachsenden Rohstoffen sind neben der Abbaubarkeit auch die Ökotoxizität von Substanzen, die bei der Umwandlung und Verarbeitung von nachwachsenden Rohstoffen eingesetzt werden, zu berücksichtigen. So werden z.B. bei der Konversion von Kohlehydraten oftmals toxische Lösungsmittel (Pyridin, DMSO) eingesetzt²²⁴).

6.3.1.2 Produktlinie Stärke

Grundsätzlich lassen sich infolge der Stärkeverwendung ähnliche Umweltwirkungen wie bei der Zucker Verwendung erwarten, da zwischen Zucker und Glucose, einem Umbauprodukt aus Stärke, in vielen Verwendungsbereichen Austauschbeziehungen bestehen.

Speziell bei der Produktion von Phenolharzen, die durch Kondensation von Phenol mit Formaldehyd

hergestellt werden, kann dieses Formaldehyd größtenteils durch Stärke ersetzt werden, so daß der Gehalt an freiem Formaldehyd beträchtlich sinkt²²⁵),²²⁶). Ähnliches gilt im Bereich der Spanplatten- und Sperrholzindustrie, bei dem der Formaldehydeinsatz ebenfalls gesenkt werden kann. Hier ergibt sich allerdings der im Hinblick auf die Gesundheit des Verbrauchers bedenklich anzusehende Nachteil, daß sich die Wasserdampfdurchlässigkeit der Endprodukte (Span-, Sperrholzplatten) erhöht und verbunden damit die Widerstandsfähigkeit gegen Pilzbefall sinkt.

Im Wasch- und Reinigungsmittelbereich ist die Verwendung von Stärke positiv zu bewerten, da dies zu einer Verminderung des Phosphateinsatzes führt und somit eine Gewässereutrophierung verhindern hilft.

Im Kunststoffbereich erhöht der Einsatz von Stärke als Füllstoff die biologische Abbaubarkeit. In den Bereichen Landwirtschaft und Bauindustrie könnte dies zu einer Verwendung von schnell verrottenden Folien führen. Allerdings ist dieser Folieneinsatz generell nicht positiv zu bewerten, da diese Folien ungleichmäßig verrotten bzw. Folienreste die angrenzende Landschaft belasten.

6.3.1.3 Produktlinie Öle

Die Verwendung von Pflanzenölen zur Staubunterdrückung führt in den Bereichen Landwirtschaft (einschließlich der nachgelagerten Bereiche) und Bauindustrie zu einer Herabsetzung der Staubemissionen und ist demnach aus Umweltgesichtspunkten positiv zu bewerten²²⁷). In der Landwirtschaft werden Pflanzenöle in Verbindung mit Pflanzenschutzmitteln ausgebracht und können durch eine bessere Benetzbarkeit und Haftwirkung am Zielobjekt (Pflanze, Insekt) eine Herabsetzung der Aufwandmenge an Pflanzenschutzmitteln verursachen.

Im Bereich der Schmierstoffe (z.B. Sägekettenöle) ist der Einsatz von Pflanzenölen aus ökologischer Sicht vorteilhaft, da diese Pflanzenöle schnell und vollständig abgebaut werden²²⁸). In diesem Bereich der Verlustschmierung scheint ein Anwendungsgebot infolge der ökologischen Vorteile durchsetzbar zu sein²²⁹). Bei der Verwendung von Pflanzenölen weisen allerdings Hydrauliköle den Nachteil auf, daß sie nach Gebrauch als Abfallöl ohne eine Recyclingmöglichkeit anfallen. Zur Entsorgung dieses Altöls wird bisher lediglich die Verbrennung angewandt.

Im Vergleich zu fossilen Rohstoffen erfordert die Verarbeitung von Pflanzenölen in der chemischen Industrie meistens einen geringeren Energieaufwand und hinterläßt weniger schädliche Nebenprodukte. Ebenso ist in der Regel die Entsorgung der auf Basis von Pflanzenölen hergestellten Produkte unproblematischer²³⁰).

²²²) BUND, LÄNDER (1989): a.a.O., S. 178.

²²³) BARDTKE, D. und W.-R. MÜLLER (1988): Schriftliches Statement anlässlich der Anhörung „Verpackungsmaterial aus biologisch abbaubaren Stoffen auf der Basis agrarischer Rohstoffe“ des Ausschusses für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Ausschuß-Drs. 11/62, S. 46 ff.

²²⁴) JOCHEM, E., T. REIß und H. GRUPP (1990): Kommentargutachten zum Berichtsentwurf „Nachwachsende Rohstoffe“. Komm.-Drucksache 11/74, S. 8.

²²⁵) BUND, LÄNDER (1989): a.a.O., S. 179 f.

²²⁶) JEUB, G.J. (1987): a.a.O., S. 69.

²²⁷) JEUB, G.J. (1987): a.a.O., S. 155.

²²⁸) BUND, LÄNDER (1989): a.a.O., S. 189.

²²⁹) MEYER zu DREWER, H. (1990): Wo können Pflanzenöle eingesetzt werden. Vortrag anlässlich der BML-Arbeitstagung '90 in Kiel.

²³⁰) BUND, LÄNDER (1989): a.a.O., S. 181.

Übersicht 6-8

Abschätzung der Umweltwirkungen von nachwachsenden Rohstoffen im chemisch-technischen Verwendungsbereich

Zusammenfassend läßt sich für alle Rohstofflinien (Zucker, Stärke, Öle) feststellen, daß spezielle Verwendungsmöglichkeiten aus Umweltgesichtspunkten positiv zu bewerten sind.

Entscheidender Vorteil ist die bessere bis vollständige biologische Abbaubarkeit. Die Vorteile des nativen Ursprungs gehen aber um so stärker verloren, je weitgehender in der Verarbeitung der Umbau (die Derivatisierung) der nachwachsenden Rohstoffe erfolgt und das Endprodukt in chemischer Struktur bzw. Zusammensetzung vom Rohstoff entfernt ist. Weitere Vorteile ergeben sich in den Fällen, wo ökologisch bzw. humantoxikologisch bedenkliche Stoffe durch nachwachsende Rohstoffe ersetzt werden können. Bei der Verarbeitung von Pflanzenölen fallen in der Regel weniger schädliche Nebenprodukte an als bei fossilen Rohstoffen. Allerdings ist im Einzelfall die Ökotoxizität der Neben- und Endprodukte zu prüfen.

6.3.2 Energetische Verwendung

Bei der energetischen Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen wird vor allem der Ersatz von Kraftstoffen für Verbrennungsmotoren diskutiert. Im folgenden werden die Veränderungen bei den Abgasemissionen einzelner Motoren bzw. Kraftfahrzeuge dargestellt. Zur Beurteilung der Umweltwirkungen müßte eigentlich weiterhin eine Abschätzung der Absolutmengen der Emissionen vorgenommen werden, die vor allem vom Verbrauch abhängig ist. Aussagen zur zukünftigen Kraftstoffverbrauchsentwicklung sind aber nur vor dem Hintergrund, wie sich Transportbedürfnisse und -systeme entwickeln, möglich, was weit über die Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung zu nachwachsenden Rohstoffen hinausführen würde.

6.3.2.1 Produktlinien Zucker und Stärke

Da beide Produktlinien zur Herstellung von Ethanol genutzt werden, sind ihre Auswirkungen auf die Umwelt im folgenden zusammengefaßt. Bei der Behandlung der Umweltwirkungen des Bioethanoleinsatzes muß zwischen Otto- und Dieselmotoren unterschieden werden²³¹⁾.

Ethanol im Ottomotor

Ein Fahrversuch, der im Rahmen eines Forschungsvorhabens des BML durchgeführt wurde, hat ergeben, daß eine 5 % Beimischung von Ethanol zu Vergaserkraftstoffen keine wesentlichen Umweltvorteile erkennen läßt. Die Abgasmessungen ergaben folgende veränderte Emissionswerte (siehe Tabelle 6-3):

²³¹⁾ BUND, LÄNDER (1989): a.a.O., S. 186 ff.

Tabelle 6-3

Veränderung der Emissionswerte durch eine 5%ige Beimischung von Bioethanol zu Vergaserkraftstoffen

Abgaskomponente	Veränderung in %
Kohlenmonoxid (CO)	- 20/ - 30
unverbrannte Kohlenwasserstoffe (HC)	- 7
Stickoxide (NO _x)	± 0
Aldehyde	+ 22

Quelle: BUND, LÄNDER (1989): a.a.O., S. 186.

Diese Versuchsergebnisse werden durch eine andere Untersuchung (1988 durchgeführt vom TÜV-Bayern) bestätigt. Dennoch bleibt letztlich festzustellen, daß gegenüber der Reduzierung der Abgasemissionen durch Katalysator-Motoren mit einer Zumischung von Bioethanol zu Vergaserkraftstoffen nur unbedeutende Verbesserungen zu erzielen sind²³²⁾.

Ethanol in Dieselmotoren

Im Dieselmotorkraftstoffbereich lassen sich die Abgasemissionen durch eine Beimischung von ca. 30 % Ethanol und ca. 10 % Lösungsvermittler deutlich reduzieren. Folgende Ergebnisse wurden erzielt (siehe Tabelle 6-4):

Tabelle 6-4

Veränderung der Emissionswerte durch eine 30%ige Beimischung von Bioethanol (+ 10 % Lösungsvermittler) zum Dieselmotorkraftstoff

Abgaskomponente	Veränderung in %
Partikel	- 20/ - 30
Kohlenmonoxid (CO)	- 5
Polycyclische Aromate	- 36
Benzo(a)pyrene	- 75

Quelle: BUND, LÄNDER (1989): a.a.O., S. 187.

Ethanol oder Methanol als Reinkraftstoff

Beide Alkohole können auch als Reinkraftstoffe in Ottomotoren verbrannt werden. Hierbei sind allerdings die Emissionswerte serienmäßiger PKWs mit Ottomotor und geregeltem Drei-Wege-Katalysator bei den Stickoxiden als günstiger zu bezeichnen. Folglich erscheint in Zukunft der Einsatz von Alkoholen als Reinkraftstoff lediglich in Verbindung mit dem geregelten Drei-Wege-Katalysator sinnvoll zu sein, was letztlich zu Abgasvorteilen (abgesehen von der Aldehydemission) gegenüber dem Benzineinsatz führt.

6.3.2.2 Produktlinie Öle

Seit Jahren wird der Einsatz von Pflanzenölen (z.B. Rapsöl) in Dieselmotoren diskutiert bzw. durchgeführt. Da reine Pflanzenöle in herkömmlichen Die-

²³²⁾ BUND, LÄNDER (1989): a.a.O., S. 186.

selmotoren nur bedingt verbrannt werden können, kommen in diesen Motoren Ölester zum Einsatz. Beide Brennstoffe enthalten im Gegensatz zu Dieseldieselkraftstoff keine Schwefelverbindungen, so daß diese Abgaskomponente bei der Pflanzenölverwendung entfällt.

Bei der Bewertung der Abgaskomponenten von Dieselmotoren sind zusätzlich unterschiedliche Motorenbau- und Funktionskonzepte zu beachten, deren Vielzahl hier nicht berücksichtigt werden kann. In diesem Bericht werden lediglich beispielhaft die Emissionswerte eines Schleppermotors mit direkter Einspritzung von Dieseldieselkraftstoff bzw. Methylester von Rapsöl in Abbildung 6-4 dargestellt²³³⁾.

Der Methylester (Säule b) zeigt im Vergleich zum Dieseldieselkraftstoff (Säule a) geringfügig bessere Abgasemissionen für die Abgaskomponenten Kohlenmonoxid (CO) und Kohlenwasserstoff ($C_{nn}H_m$), allerdings auch höhere Emissionswerte für die Stickoxide (NO_x). Die Rußemissionen werden durch den Einsatz von Rapsölmethylester sowohl bei niedrigen als auch hohen Drehzahlen des Dieselmotors gegenüber dem Dieseldieselkraftstoffeinsatz annähernd halbiert.

Die Verwendung von Rapsöl zeigt im Dieselmotorbetrieb etwa das gleiche Gesamtemissionsverhalten wie die Verwendung von Dieseldieselkraftstoff.

Transport-, Lager- oder Tankverluste, die einen Eintritt von Kraftstoffen in den Boden oder die Gewäs-

ser zur Folge haben, sind bei diesen neuartigen Kraftstoffen weniger umweltgefährdend als bei konventionellen Kraftstoffen zu bewerten, da erstere besser biologisch abbaubar sind²³⁴⁾.

Insgesamt zeigen Pflanzenöle und deren Folgeprodukte eindeutig positive Umweltwirkungen bei der Anwendung bzw. Handhabung, da sie eine geringe Feuergefährlichkeit und keine Toxizität (bei Hautkontakt oder Inhalation) aufweisen²³⁵⁾.

Übersicht 6-9

Abschätzung der Umweltwirkungen von nachwachsenden Rohstoffen im energetischen Verwendungsbereich

Zusammenfassend ist zum Einsatz von Bioalkoholen im Energiebereich festzustellen, daß deren Zumischung zu verschiedenen Kraftstoffarten die Abgasemissionen in einzelnen Abgaskomponenten deutlich absenken kann. Andererseits steigen aber auch weitere Abgaskomponenten in ihren Gehaltswerten an. Heutige Katalysatormotoren erreichen insgesamt gleiche bzw. bessere Abgasemissionen. Eine weitere Reduktion einzelner Abgaskomponenten läßt sich mit dem Einsatz von Reinkraftstoffen (Ethanol, Methanol) in Drei-Wege-Katalysatormotoren erreichen.

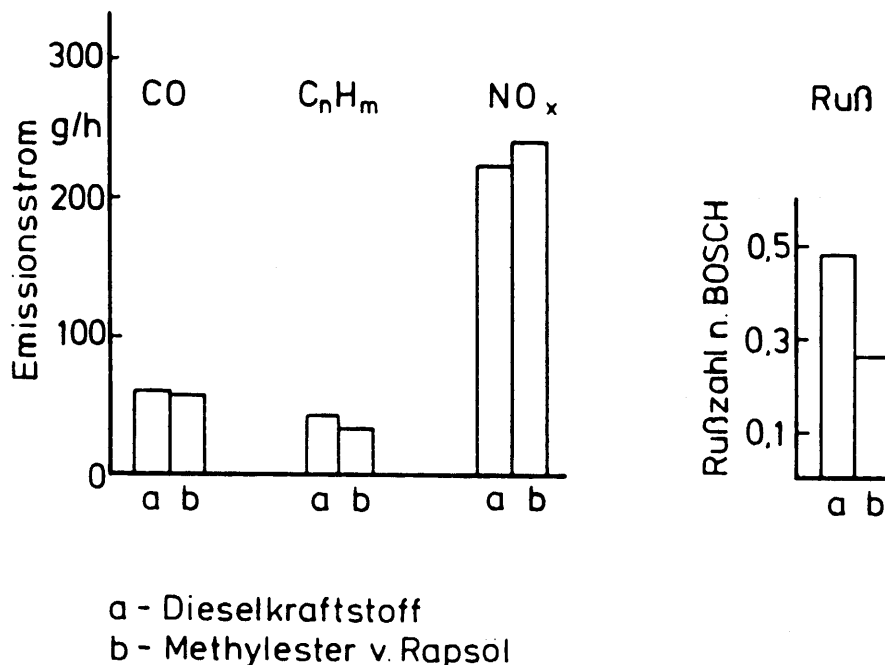
²³³⁾ SCHOEDDER, F. und G. VELLGUTH (1987): Umweltverträglichkeit alternativer Kraftstoffe. In Landtechnik 10, S. 401-404.

²³⁴⁾ a.a.O. (1987): S. 403.

²³⁵⁾ MEYER zu DREWER, H. (1990): a.a.O., S. 4.

Abbildung 6-4

Emissionswerte bei Dieseldieselkraftstoff- bzw. Rapsölmethylestereinsatz



Motor: MWM, 52 kW, $n_N = 2200 \text{ min}^{-1}$, $V_H = 4,154 \text{ l}$

Quelle: a. a. O. (1987): S. 404.

Fortsetzung Übersicht 6-9

Das Abgasemissionsverhalten von Dieselmotoren ist bei der Verwendung von Rapsölmethylester insgesamt günstiger anzusehen als bei der Dieselmotorkraftstoffverwendung. In Teilbereichen (Rußzahl) werden die Abgasemissionen sogar halbiert. Der Vergleich von Rapsöl zu Dieselmotorkraftstoff weist keinen Unterschied im Gesamtabgasverhalten auf. Handhabungsfehler (Ölverluste) sind in Verbindung mit Pflanzenölen weniger umweltgefährdend als in Verbindung mit Dieselölen.

Abschließend muß allerdings zur Abschätzung der Umweltwirkungen von nachwachsenden Rohstoffen im Energiebereich erwähnt werden, daß hier nur bisherige Erfahrungen und Untersuchungsergebnisse zum Ausdruck kommen. Eventuell auftretende zusätzliche positive Effekte bei den Abgasemissionswerten, die sich durch eine mögliche Kombination von Katalysatoren und den neuartigen Kraftstoffen ergeben, können hier noch nicht abgeschätzt werden. Dies trägt auch der heutigen Motorenentwicklung Rechnung, mit Hilfe derer die Motoren ständig an neue Kraftstoff- und Abgasnormen angepaßt werden.

Einfluß von nachwachsenden Rohstoffen auf den CO₂-Haushalt

Die energetische Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen wird häufig im Zusammenhang mit der CO₂-Problematik diskutiert. Die allgemeine Auffassung, daß die Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen einem geschlossenen Kreislauf unterliege, also bei der Verbrennung nachwachsender Rohstoffe ebensoviel CO₂ freigesetzt werde wie vorher bei der Photosynthese von Rohstoffpflanzen eingebunden und damit der Atmosphäre entzogen werde, ist schon im Ansatz fehlerhaft. Beim Anbau von nachwachsenden Rohstoffen müssen landwirtschaftliche Betriebsmittel wie Saatgut, Düngemittel, Pflanzenschutzmittel und Brennstoffe eingesetzt werden, die einen Einsatz von Fremdenergie in Höhe von etwa 30-50 % des Gesamtenergieertrages des Erntegutes erfordern²³⁶). Die Herstellung bzw. Verbrennung dieser Betriebsmittel erhöhen folglich die CO₂-Freisetzung im gesamten Produktionsverfahren, so daß letztlich mehr CO₂ entsteht als durch das Pflanzenwachstum verbraucht wird.

Weitere Überlegungen bzw. auch Abschätzungen über die zukünftige Entwicklung des CO₂-Haushalts und seiner Beziehungen zum Gesamtbereich nachwachsende Rohstoffe können und sollen an dieser Stelle nicht weiter vertieft werden.

In einem weiteren Kommissionsbericht, der sich mit dem Thema „Bedingungen und Folgen von Aufbaustrategien für eine solare Wasserstoffwirtschaft“ befaßt, wird allerdings näher auf die zukünftige Entwicklung und Steuerung des CO₂-Aufkommens eingegangen. Dieser Bericht wird ebenfalls in dieser Legislaturperiode fertiggestellt.

²³⁶) BUND, LÄNDER (1989): a.a.O., S. 190 f.

7. Denkbare Handlungsoptionen zu nachwachsenden Rohstoffen

Zunächst kann eine grundsätzliche Unterscheidung vorgenommen werden, und zwar nach

- Politikoptionen für nachwachsende Rohstoffe und
- Politikoptionen zu den Folgen von nachwachsenden Rohstoffen.

Bei ersterem handelt es sich um Strategien zur Förderung von nachwachsenden Rohstoffen, die von bestimmten gesellschaftlichen Zielvorstellungen (bzw. einer Kombination von Zielvorstellungen) ausgehen. Diese Handlungsoptionen bzw. Politiken wären daraufhin zu prüfen, welchen Grad der Verwirklichung erwünschter Zielsetzungen sie ermöglichen und welche unerwünschten Nebenwirkungen auftreten. Letztere setzen die breitere Einführung von nachwachsenden Rohstoffen (durch Erlangung der Wettbewerbsfähigkeit bzw. staatliche Stützung) voraus und leiten sich aus erkannten, problematischen Folgewirkungen ab. Nach Problemfeldern getrennt ist zu untersuchen, welche Handlungsoptionen denkbar sind und mit welchen Vor- und Nachteilen sie jeweils verbunden sind.

Diese Unterscheidung ist eine analytische, d.h. sie soll die Beschreibung und Untersuchung erleichtern. In der Realität existieren enge Verknüpfungen. Einerseits berücksichtigen Politikstrategien für nachwachsende Rohstoffe selbstverständliche Folgen, ggf. in unterschiedlicher Gewichtung. Andererseits sind Handlungsoptionen zu einzelnen Folgen oder Folgenbereichen in der Regel in Politikstrategien eingebunden.

Eine Abschätzung von Handlungsoptionen — im Sinne von beiden vorgestellten Untersuchungsansätzen — kann hier nicht vorgenommen werden. Im ersten Fall hat die FAL-Studie ihre Szenarien nicht zu Politikstrategien und -optionen konkretisiert, so daß auch keine ausreichenden Aussagen zu ihren Folgen vorliegen. Für den zweiten Fall ist die in diesem Bericht vorgelegte Folgenabschätzung noch mit zu vielen Unsicherheiten behaftet und zu unvollständig, um aus den Folgen nachwachsender Rohstoffe abzuleitende Handlungsoptionen abschätzen zu können. Die nachfolgenden Ausführungen beschränken sich daher auf eine Skizzierung von Feldern denkbarer Handlungsoptionen.

7.1 Handlungsoptionen für nachwachsende Rohstoffe

Bei den Strategien zur Förderung nachwachsender Rohstoffe sind insbesondere folgende Zielsetzungen, die im Mittelpunkt von entsprechenden Strategien stehen können, auszumachen:

- Einkommenssicherung für die Landwirtschaft (und Umlenkung landwirtschaftlicher Produktionsüberschüsse),
- Erschließung von Zukunftstechnologien und -rohstoffbasen (bei marktwirtschaftlichen Randbedingungen) und

- umweltverträgliche Produktionsgestaltung (im Landwirtschafts-, Chemie- und Energiesektor).

Selbstverständlich sind auch Kombinationen von Zielsetzungen denkbar.

Einkommensorientierte Politikstrategie

Mit dem „einkommensorientierten Szenario“ (Szenario 2000-1) der FAL-Studie (vgl. Kapitel 3.4.2) ist die grundsätzliche Ausrichtung einer solchen Strategie beschrieben. Die staatliche Stützung von nachwachsenden Rohstoffen ist dabei ein zentrales Element, um die Einkommen von Landwirten zu sichern und um als Gegenpol zur landwirtschaftlichen Überproduktion neue Absatzmärkte zu erschließen. Die zentrale Fragestellung lautet in diesem Zusammenhang:

Wie läßt sich die Zielsetzung mit möglichst geringen staatlichen Aufwendungen (Subventionen) erreichen?

Zur Subventionierung von nachwachsenden Rohstoffen können folgende agrar- und wirtschaftspolitische Handlungsoptionen genannt werden:

- Produktionsbeihilfen an Landwirte,
- Preisstützung (Rohstoffsubvention) auf der Ebene Agrarhandel bzw. Inhaltsstoffgewinnung,
- Beihilfen zur Inhaltsstoffgewinnung,
- Beihilfen bei Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen (Produktsubvention),
- Auflagen zur Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen (z.B. Beimischungszwang von Bioethanol in Kraftstoffen, Einsatz von Stärke in Kunststoffen).

Diese Handlungsoptionen wären zu konkretisieren im Hinblick auf die einzubeziehenden Produkte und Produktlinien, Umfang und Höhe der Subventionen, sowie deren gesetzliche und administrative Umsetzung. Auf dieser Basis lassen sich erst die jeweiligen Wirkungen und Umsetzungsprobleme abschätzen. Eine Schwierigkeit, die hier ausdrücklich erwähnt werden soll, ergibt sich aus den Unsicherheiten, die hinsichtlich der Absatzpotentiale und Wettbewerbsfähigkeit nachwachsender Rohstoffe bestehen (vgl. Kapitel 3.2).

Für die einkommenspolitische Strategie dürften weiterhin NR-bezogene Maßnahmen im Bereich der Forschungs- und Technologiepolitik wichtig sein.

Technologie- und rohstofforientierte Politikstrategie

Diese Strategie paßt von den Rahmenbedingungen her zum „marktorientierten Szenario“ (Szenario 2000-2) der FAL-Studie. Einerseits werden marktwirtschaftliche Bedingungen angestrebt, da die Marktmechanismen als das effektivste Steuerungsinstrument angesehen werden. Andererseits, und nicht im Widerspruch dazu, sollen zukunftssträchtige Rohstoffe, (Verarbeitungs- bzw. Produktions-)Technologien und Produkte gefördert werden, im Sinne einer „Vorsorgepolitik“²³⁷. Daraus ergibt sich als zentrale Fragestellung:

Welche NR-Technologien beinhalten das interessanteste Entwicklungspotential und sind besonders förderungswürdig?

Im Mittelpunkt müssen daher Handlungsoptionen aus dem Bereich der Forschungs- und Technologiepolitik stehen. Von Relevanz sind zum einen Förderungen von Grundlagenforschung in den Bereichen

- Bio- und Gentechnologie,
- Mikroelektronik,
- (Naturstoff-)Chemie;

zum anderen Förderungen anwendungsbezogener Forschung und Entwicklung (bis zu Pilotprojekten) in den Bereichen

- Prüfung von Pflanzen auf potentiell interessante Inhaltsstoffe,
- Pflanzenzüchtung und pflanzenbauliche Produktionsverfahren für nachwachsende Rohstoffe,
- Optimierung bzw. neue Verfahren der Inhaltsstoffgewinnung und Konversion,
- NR-spezifische Produktionsprozesse bzw. Reaktionswege (insbesondere in der chemisch-technischen Verwendung),
- Entwicklung neuer Produkte unter Verwendung von NR (insbesondere mit spezifischen Eigenschaften, die auf NR beruhen),
- Erweiterung des Nutzungsspektrums bei Produkten aus natürlichen Grundstoffen (z.B. in den Bereichen Pharmazie, Qualitätsverbesserung von Nahrungs- und Genußmitteln, Körperpflege und Kosmetik, Bekleidung, Wohnumwelt),
- energetische Nutzung von NR (im Rahmen dezentraler Energieversorgungskonzepte, als Reststoffverwertung, im Kraftstoffbereich).

Je nach technologischem Entwicklungspotential und nach den begleitend angestrebten, gesellschaftlichen Zielsetzungen sind die Förderungsziele näher zu bestimmen und Schwerpunkte zu bilden. So ergibt sich schließlich eine Vielzahl denkbarer Handlungsoptionen.

Wirtschaftspolitisch könnte diese Strategie ggf. unterstützt werden durch

- Markteinführungsbeihilfen für nachwachsende Rohstoffe (zeitlich begrenzt),
- Fördermaßnahmen (Investitionsbeihilfen) beim Bau von Verarbeitungsanlagen, die nachwachsende Rohstoffe einsetzen,
- Einführung einer Kennzeichnungspflicht, die die Rohstoffbasis von Endprodukten ausweist.

Umweltorientierte Politikstrategie

Nachwachsende Rohstoffe wären in diesem Fall in eine Strategie einzubinden, die eine möglichst hohe Umweltverträglichkeit der Agrarproduktion an-

²³⁷ Die in der FAL-Studie bei diesem Szenario zugelassene Stützung von NR paßt daher nicht zu dieser Strategie.

strebt. Gleichzeitig müßte auch in der Chemie- und Energiepolitik eine hohe Umweltverträglichkeit angestrebt werden, damit die Entwicklungen in diesen Sektoren nicht zueinander in Widerspruch geraten. Als zentrale Fragestellung ergeben sich diesmal zwei Fragen:

Mit welchen Instrumenten werden die umweltpolitischen Zielsetzungen am effektivsten erreicht?

Wie hätte eine möglichst umweltverträgliche NR-Konzeption auszusehen?

Zunächst sind Handlungsoptionen aus dem Bereich Umweltpolitik zu nennen, die die Möglichkeiten für nachwachsende Rohstoffe ggf. einschränken bzw. extensive NR-Pflanzen fördern könnten:

Anbaubereich

- Einführung einer Besteuerung von ertragssteigernden Produktionsmitteln (Stickstoff-Dünger, Pflanzenbehandlungsmittel),
- Verbot des Einsatzes spezieller Pflanzenbehandlungsmittel bzw. Einführung von verschärften Bedingungen bei der Zulassung von Pflanzenbehandlungsmitteln,
- vermehrte Ausweisung von Wasserschutz- und Naturschutzgebieten und Einführung von verschärften Bewirtschaftungsbeschränkungen in diesen Gebieten,
- Umwandlungsverbot von Grünland in Ackerland (Gründlandumbruch),

Verarbeitungsbereich (Isolation, Konversion)

- verschärfte Auflagen im gesamten Verarbeitungsprozeß bezüglich Abgasemissionen, Reststoffbehandlung und Abwasseraufbereitung,

Verwendungsbereich

- erhöhte Sicherheitsanforderungen zur Gentechnologie,
- Verschärfung des Immissionsschutzrechts.

Von Maßnahmen, die aus allgemeinen umweltpolitischen Zielsetzungen in der Diskussion sind, können erhebliche, indirekte Wirkungen — hier als Förderung von nachwachsenden Rohstoffen — ausgehen. Dazu gehören insbesondere folgende Handlungsoptionen:

- Verteuerung fossiler Energieträger zum Klimaschutz (CO₂-Abgabe bzw. CO₂-Steuer),
- differenzierte Besteuerung von Produkten nach dem Rohstoffeinsatz bzw. nach den Umweltwirkungen in der gesamten Produktgeschichte (Entstehung, Verwendung, Beseitigung),
- verschärfte Auflagen bzw. Verbot zur Verwendung humantoxikologischer und umweltschädlicher Stoffe (z.B. chlorierte Kohlenwasserstoffe, Formaldehyd, Asbest),
- Verbot von biologisch schwer bzw. nicht abbaubaren Produkten (z.B. Kunststoffe, Schmierstoffe).

Auf diese Politikstrategie müssen insbesondere entsprechende Maßnahmen der Forschungs- und Technologiepolitik abgestimmt sein, damit die benötigten Ersatztechnologien, -rohstoffe und -produkte entwickelt werden und zur Verfügung stehen.

7.2 Handlungsoptionen zu den Folgen nachwachsender Rohstoffe

Die Skizzierung denkbarer Handlungsoptionen für diesen Bereich wird nach Folgewirkungen gegliedert vorgenommen.

Wettbewerbsfähigkeit und ökonomische Folgen

Handlungsoptionen zur Wettbewerbsfähigkeit und Ökonomie nachwachsender Rohstoffe sind in erster Linie Gegenstand der Politikstrategien für nachwachsende Rohstoffe, die im Kapitel 7.1 behandelt wurden. Dabei geht es nicht nur um die Frage, ob und wie eine staatliche Stützung nachwachsender Rohstoffe erfolgen soll. Vielmehr sind abgestimmte Rahmensetzungen in der Agrarpolitik, Wirtschaftspolitik, Forschungs- und Technologiepolitik, sowie Umweltpolitik gefragt, so daß sich eine Konzeption über verschiedene Politikbereiche ergibt.

Aus dem erreichten Stand der Folgenabschätzung (Kapitel 3. und 4.) kann die vorläufige Schlußfolgerung gezogen werden, daß einkommenspolitisch motivierte Handlungsoptionen zur Stützung von NR vermutlich wenig zur Lösung der agrarpolitischen Probleme und der Einkommensprobleme der Landwirtschaft beitragen, aber dadurch weitere Subventionsbereiche etabliert würden. Gleichzeitig erscheinen forschungs- und technologiepolitische Handlungsoptionen sowie umweltpolitische Rahmensetzungen für nachwachsende Rohstoffe vielversprechend.

Um in diesem Sinne Handlungsoptionen näher bestimmen zu können, ist die noch fehlende Folgenabschätzung für konkurrierende Technologien (z.B. nachwachsende Rohstoffe — andere regenerative Energie — Energie- und Rohstoffeinsparung; vgl. Kapitel 3.2.2) unerlässlich, um Entwicklungspotentiale und Wettbewerbsfähigkeit sowie soziale und ökologische Folgen gegeneinander abwägen zu können. Zu bedenkende Konkurrenzbeziehungen sollen noch an einem weiteren Beispiel erläutert werden. Verfahren der Bio- und Gentechnologie können zum einen im Züchtungsbereich gefördert werden, um die Chancen für nachwachsende Rohstoffe zu verbessern. Zielsetzung ist, Züchtungserfolge schneller zu realisieren und neue Züchtungsziele verfolgen zu können. Anzustrebende Züchtungsziele wären u.a. Ertragssteigerungen und neue bzw. veränderte Inhaltsstoffe. Verfahren der Bio- und Gentechnologie können zum anderen aber auch dazu eingesetzt werden, die Herstellung höherwertiger Rohstoffe (z.B. Gummistoffe, Geruchs- und Geschmacksstoffe, Arzneimittel) direkt in Zell- bzw. Gewebe-Kulturen vorzunehmen. Dies kann dann in direkter Konkurrenz zu nachwachsenden Rohstoffen aus der landwirtschaftlichen Produktion stehen.

In diesem Folgenbereich ist schließlich die Notwendigkeit einer Hemmnisanalyse für nachwachsende Rohstoffe zu nennen, die im weiteren Prozeß der Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung vorgenommen werden sollte. Im Rahmen einer Hemmnisanalyse wäre insbesondere zu fragen nach

- Informationsdefiziten, Kenntnismängeln und mangelnder Markttransparenz,
- institutionellen Gegebenheiten (Interessenverbände, Vereine, staatliche Institutionen),
- Kooperationsdefiziten bzw. -möglichkeiten (der beteiligten Akteure),
- rechtlichen Rahmenbedingungen,
- Finanzierungsengpässen und -erschwerissen,
- Innovationspotentialen und unternehmerischen Initiativen.

Soziale Folgen

Sozialpolitische Handlungsoptionen können aufgrund der vorliegenden Folgenabschätzung nur als agrarsozialpolitische Handlungsoptionen behandelt werden. Dabei besteht eine enge Beziehung zu den agrarpolitischen Handlungsoptionen, wenn sich aus beiden Politikbereichen keine Inkonsistenzen entwickeln sollen.

Der derzeitige Stand der Folgenabschätzung zeigt (vgl. Kapitel 5.), daß sich die Einkommens- und Arbeitsplatzsituation in der Landwirtschaft durch den Anbau von nachwachsenden Rohstoffen kurz- und mittelfristig nicht entscheidend verändern läßt, sondern im wesentlichen durch die von den agrarpolitischen Szenarien bedingten Entwicklungstrends bestimmt wird. Dementsprechend müßten sozialpolitische Zielsetzungen in erster Linie an der agrarpolitischen Ausrichtung ansetzen.

Wenn regional- und strukturpolitische Zielsetzungen eine hohe Priorität besitzen, dürfte die Förderung von nachwachsenden Rohstoffen, die an benachteiligten Standorten Wettbewerbsvorteile besitzen (z.B. Flachs) bzw. die sich durch ein kleines Produktionspotential aber hohe Wertschöpfung auszeichnen (z.B. Arzneimittelpflanzen), besondere Relevanz haben.

Für den Verarbeitungsbereich (Isolation und Konversion) können nach dem derzeitigen Kenntnisstand keine speziellen sozialpolitischen Handlungsoptionen entwickelt werden. Durch den Einsatz nachwachsender Rohstoffe verändert sich in diesem Bereich die Arbeitsplatzsituation nur geringfügig. Weitergehende Aussagen lassen die vorliegenden Ergebnisse nicht zu.

Umweltfolgen

Negative Umweltwirkungen können insbesondere bei dem Anbau von Massenrohstoffen, der zu einer weiteren Intensitätssteigerung in der landwirtschaftlichen Produktion führen würde, erwartet werden (siehe Kapitel 6.1). Umweltpolitische Handlungsoptionen, die dagegen ergriffen werden kön-

nen, die sich aber auch generell aus Umweltbelastungen der Agrarproduktion ableiten, wurden schon im Kapitel 6.1 unter „umweltorientierter Politikstrategie“ angesprochen und sollen im folgenden beispielhaft erläutert werden:

Die Besteuerung von ertragssteigernden Betriebsmitteln wird bereits seit einiger Zeit als Möglichkeit erwogen, den Eintrag von Nitrat und Pflanzenbehandlungsmitteln sowie deren Umbauprodukte (Metabolite) in das Grund- und Oberflächenwasser zu vermindern. Diese Maßnahme würde zu einer Extensivierung der Produktion führen und damit im Nahrungsmittelbereich zu einer Verminderung der Überschüsse beitragen. Allerdings sind sämtliche umweltpolitische Handlungsoptionen des Anbaubereichs zusätzlich mit einer Verschlechterung der landwirtschaftlichen Einkommenssituation verbunden. Im Nicht-Nahrungsmittelbereich würde die o.a. Besteuerung speziell bei den Intensiv-Produktlinien (Zucker, Stärke) eine Verbesserung bei den Umweltwirkungen erwarten lassen.

Das Einsatzverbot von speziellen Pflanzenbehandlungsmitteln ist neben den verschärften Zulassungsbedingungen für Pflanzenbehandlungsmittel ebenfalls als Maßnahme anzusehen, die Anreicherung dieser Mittel sowie deren Umbauprodukte im Boden und Gewässer zu vermindern.

Ein ähnliches Ziel steht bei der Ausweisung von Wasser- und Naturschutzgebieten im Vordergrund und würde durch die Einführung von Bewirtschaftungsbeschränkungen zusätzlich verschärft. Ein weiterer positiver Effekt dieser Handlungsoption wäre die Erhaltung ökologisch wertvoller Nischen, der allerdings durch eine in angrenzenden Gebieten erfolgte Intensiv-Produktion stark beeinflußt würde. Folglich wäre als zusätzliche Handlungsoption eine weitergehende Bewirtschaftungsbeschränkung auch für Gebiete vorstellbar, die direkt an Naturschutzgebiete angrenzen.

Das Verbot des Grünlandumbruchs schränkt eine Ausdehnung der Intensiv-Ackerlandnutzung ein und ist bevorzugt an den Standorten anzuwenden, an denen z.B. durch eine Hanglage der Boden ohne einen schützenden Bewuchs stark und schnell zerstört würde (erosionsgefährdete Standorte).

Im Verarbeitungsbereich wirken sich verschärfte Auflagen auf das Schadstoff- und Reststoffaufkommen (Abgase, Reststoff, Abwasser) aus und könnte den gesamten Verarbeitungsprozeß in speziellen Rohstofflinien (z.B. Zucker, Stärke) ökologisch unbedenklicher gestalten.

Im Verwendungsbereich überwiegen nach der vorliegenden Folgenabschätzung eindeutig die positiven Umweltwirkungen (vgl. Kapitel 6.3). Durch entsprechende umweltpolitische Handlungsoptionen (vgl. Kapitel 7.1) können diese gefördert werden.

Auch hier handelt es sich nur um eine erste, grobe Abschätzung, denn für jeden nachwachsenden Rohstoff bzw. jede Produktlinie sind die Umweltwirkungen in den Bereichen Anbau, Verarbeitung und Verwendung zu bilanzieren und gegeneinander abzuwägen.

8. Literatur

- ALBRECHT, W. und K. SZABLIKOWSKI (1986): Die Einzelkomponenten der Lignozellulose. In: Schliephake, D. et al. (1986), *Nachwachsende Rohstoffe*, Hrsg.: Verbindungsstelle Landwirtschaft-Industrie e.V., Essen.
- BARDTKE, D. und W.-R. MÜLLER (1988): Schriftliches Statement anlässlich der Anhörung „Verpackungsmaterial aus biologisch abbaubaren Stoffen auf der Basis agrarischer Rohstoffe“ des Ausschusses für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Ausschuß-Drs. 11/62, S. 46 ff.
- BAUMANN, H. et al. (1988): Natürliche Fette und Öle — Nachwachsende Rohstoffe für die chemische Industrie. In: *Angewandte Chemie* 100, S. 41-62.
- BEUSMANN, V. et al. (1990): Kommentargutachten (Komm.-Drs. 11/76) zum Berichtsentwurf „Nachwachsende Rohstoffe“ (AG „Landwirtschaft“ Arbeitspapier 11/55).
- BROCKSKOTHEN, M. und B. TAPPESER (1987): Kommentargutachten zur Studie „Möglichkeiten und Grenzen beim Anbau regenerativer Rohstoffe für Energieerzeugung und chemische Industrie“. In: Materialienband IV zur BT-Drucksache 10/6801, Bonn 1987, S. 339-357.
- BUND, LÄNDER (1989): Bericht des Bundes und der Länder über nachwachsende Rohstoffe 1989.
- BUNDESREGIERUNG (1986): Antwort der Bundesregierung auf die Große Anfrage der Fraktion der CDU/CSU und der Fraktion der FDP zu nachwachsenden Rohstoffen, BT-Drucksache 10/5558.
- BUNDESREGIERUNG (1989): Agrarbericht 1989, BT-Drucksache 11/3968; Materialienband, BT-Drucksache 11/3969.
- BUNDESREGIERUNG (1990): Agrarbericht 1990, Materialienband, BT-Drucksache 11/6388.
- CEFIC (1985): Use of agricultural raw materials in the European chemical industry; zitiert in Kleinhanns, W. (1988) a.a.O.
- CONRAD, J. (1987): Kommentargutachten zur Studie „Möglichkeiten und Grenzen beim Anbau regenerativer Rohstoffe für Energieerzeugung und chemische Industrie“. In: Materialienband IV zur BT-Drucksache 10/6801, Bonn 1987, S. 325-338.
- DAMBROTH, M. (1986): Stand und Perspektiven der Nutzung „Nachwachsender Rohstoffe“ aus landwirtschaftlicher Sicht. In: Expertenkolloquium „Nachwachsende Rohstoffe“, 14./15.10.1986 in Bonn, Bd. 1, S. 21-26.
- EUROSTAT (1988): Pflanzliche Erzeugung, vierteljährliche Statistik, 1/88.
- GIERE, H.-H. (1986): Kurzvortrag zur Technik und Ökonomie von Energieträgern (Schwerpunkt: Bioethanol) aus der Sicht der Mineralölindustrie. In: Expertenkolloquium „Nachwachsende Rohstoffe“, 14./15.10.1986 in Bonn, Bd. 1, S. 37-42.
- GROSSKOPF, W. (1986): Technische und ökonomische Fragen des Einsatzes von nachwachsenden Rohstoffen. In: Expertenkolloquium „Nachwachsende Rohstoffe“, 14./15.10.1986 in Bonn, Bd. 2, S. 13-30.
- HENRICHSMEYER, W. (1986): Auswirkungen auf die Agrarstruktur. In: Expertenkolloquium „Nachwachsende Rohstoffe“, 14./15.10.1986 in Bonn, Bd. 2, S. 31-34.
- HENRICHSMEYER, W. und A. TSCHMARKE (1989): Mittel- und langfristige Abschätzung der Folgewirkungen alternativer landwirtschaftlicher Entwicklungspfade, Studie für die Enquete-Kommission „Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung“ des 11. Deutschen Bundestages, Kommissions-Drucksache 11/66.
- ISERMEYER, F. (1987): Kommentargutachten zur Studie „Möglichkeiten und Grenzen beim Anbau regenerativer Rohstoffe für Energieerzeugung und chemische Industrie“. In: Materialienband IV zur BT-Drucksache 10/6801, Bonn 1987, S. 358-393.
- ISERMEYER, F. (1990): Kommentargutachten (Komm.-Drs. 11/75) zum Berichtsentwurf „Nachwachsende Rohstoffe“ (AG „Landwirtschaft“ Arbeitspapier 11/55).
- JEUB, G.J. (1986): Markchancen pflanzlicher Industrierohstoffe. Europäische Hochschulschriften, Reihe V, Bd. 845.
- JOCHEM, E., BÖHM, E. und F. GARNREITER (1987): Kommentargutachten zur Studie „Möglichkeiten und Grenzen beim Anbau regenerativer Rohstoffe für Energieerzeugung und chemische Industrie“. In: Materialienband IV zur BT-Drucksache 10/6801, Bonn 1987, S. 394-411.
- JOCHEM, E. et al. (1990): Kommentargutachten (Komm.-Drs. 11/74) zum Berichtsentwurf „Nachwachsende Rohstoffe“ (AG „Landwirtschaft“ Arbeitspapier 11/55).
- KIECHLE, I. (1988): Bericht über den Sachstand bei „Nachwachsenden Rohstoffen“, Fachtagung 19./21.06.1988 in Würzburg.
- KLEINHANSS, W. (1987): Alternative Landnutzung für die Produktion von Biomasse für Energieträger und chemisch-technische Grundstoffe. Kommission der Europäischen Gemeinschaft GD XII-FAST, Nr. 187, 1987.
- KLEINHANSS, W. (1988): Produktion und Nutzungsmöglichkeiten nachwachsender Rohstoffe. *Angewandte Wissenschaft*, Heft 353, Münster-Hiltrup 1988.
- KLEINHANSS, W., BUCHHOLZ und SOMMER (1989): The use of sugar in the chemical industry. Studie im Auftrag der EG-Kommission (unveröffentlicht).
- LEE, J. (1986): The impact of technology on the alternative uses of land. FAST, Occasional paper, Nr. 85.
- MASUHR, K.P. et al. (1989): Die energiewirtschaftliche Entwicklung in der Bundesrepublik Deutschland bis zum Jahr 2010, Untersuchung von PROGNOSE und Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft, Basel 1989.
- MEINHOLD, K. et al. (1987): Möglichkeiten und Grenzen beim Anbau regenerativer Rohstoffe für Energieerzeugung und chemische Industrie, Studie der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL) für die Enquete-Kommission „Technologiefolgen-Abschätzung“ des 10. Deutschen Bundestages. In: Materialienband IV zur BT-Drucksache 10/6801, Bonn 1987, S. 1-323.
- MEYER zu DREWER, H. (1990): Wo können Pflanzenöle eingesetzt werden. Vortrag anlässlich der BML-Arbeits-tagung 1990 in Kiel. In: KTBL-Arbeitspapier 145, Abschnitt 5, S. 1-5.
- MINERALÖLWIRTSCHAFTSVERBAND (1987): Mineralölzahlen 1987.
- MUDRACK, K. (1986): Kurzvortrag zu Forderungen und Grenzen der Entsorgungstechnik bei der Nutzung „Nachwachsender Rohstoffe“. In: Expertenkolloquium „Nachwachsende Rohstoffe“, 14./15.10.1986 in Bonn, Bd. 2, S. 67 ff.
- NIEGEL, L. (1988): Hintergrunddokument zur Parlamentarischen Konferenz der Parlamentarischen Versammlung des Europarates über „Die Europäische Landwirtschaft als ein Zulieferer der Industrie — ein Ausweg aus der Krise“, 7./8.09.1988 in München.

- OLLMANN, H. und P. OTZEN (1986): Rohstoffpotentialien von Lignozellulose. In: Schliephake, D. et al. (1986), Nachwachsende Rohstoffe, Hrsg.: Verbindungsstelle Landwirtschaft-Industrie e.V., Essen.
- PASCHEN, H., COENEN, R., KLEIN-VIELHAUER, S. und D. WINTZER (1987): Kommentargutachten zur Studie „Möglichkeiten und Grenzen beim Anbau regenerativer Rohstoffe für Energieerzeugung und chemische Industrie“. In: Materialienband IV zur BT-Drucksache 10/6801, Bonn 1987, S. 412-442.
- REXEN, F. und L. MUNCK (1984): Cereal crops for industrial use in Europe. Hrsg.: The Commission of the European Communities, Brüssel 1984.
- ROEBBELEN, G. (1986): Züchtung von Industriepflanzen. In: Expertenkolloquium „Nachwachsende Rohstoffe“, 14./15.10.1986 in Bonn, Bd. 2, S. 83-88.
- ROEBBELEN, G. (1990): Anmerkungen (Komm.-Drs. 11/79) zum Berichtsentwurf „Nachwachsende Rohstoffe“ (AG „Landwirtschaft“ Arbeitspapier 11/55).
- SCHIEPHAKE, D. et al. (1986): Nachwachsende Rohstoffe. Hrsg.: Verbindungsstelle Landwirtschaft-Industrie e.V., Essen.
- SCHMITZ, P.M. (1986): Nachwachsende Rohstoffe — Zu Fragen des Binnenmarkts und der EG-Agrarmarktordnungen. In: Expertenkolloquium „Nachwachsende Rohstoffe“, 14./15.10.1986 in Bonn, Bd. 2, S. 89-98.
- SCHOEDDER, F. und G. VELLGUTH (1987): Umweltverträglichkeit alternativer Kraftstoffe. In: Landtechnik 10, S. 401-404.
- SCHRADER, J.V. (1986): Nachwachsende Rohstoffe: Zu Fragen der Außenwirtschaft. In: Expertenkolloquium „Nachwachsende Rohstoffe“, 14./15.10.1986 in Bonn, Bd. 1, S. 83-88.
- SCHÜRMANN, H.J. (1986): Entwicklungstendenzen in der Energieversorgung — ein aktueller Rückblick und ein offener Vorblick. Zeitschrift für Energiewirtschaft, Heft 4, S. 235-249.
- STATISTISCHES BUNDESAMT (1980): Fachserie 3, Reihe 3, Wiesbaden 1980.
- THIER, E. (1988): Bioethanol — Daten, Fakten, Fachausdrücke. Hrsg.: Landwirtschaftliche Arbeitsgruppe Bioethanol und Biogas, Bonn.
- THOROE, C. (1986): Nachwachsende Rohstoffe — Agrarstrukturelle und soziale Fragen, politische Fragen. In: Expertenkolloquium „Nachwachsende Rohstoffe“, 14./15.10.1986 in Bonn, Bd. 1, S. 93-105.
- WINTZER, D. et al. (1990): Kommentargutachten (Komm.-Drs. 11/77) zum Berichtsentwurf „Nachwachsende Rohstoffe“ (AG „Landwirtschaft“ Arbeitspapier 11/55).
- WOLFFRAM, R. (1990): Kommentargutachten (Komm.-Drs. 11/78) zum Berichtsentwurf „Nachwachsende Rohstoffe“ (AG „Landwirtschaft“ Arbeitspapier 11/55).
- WOLFFRAM, R. und C. MUDDERMANN (1990): Flachs-anbau in der BR-Deutschland aus agrarmarktpolitischer Sicht. In: Agrarwirtschaft 39, S. 98-104.
- ZOEBELEIN, H. (1986): Stand und Perspektiven der nachwachsenden Rohstoffe. In: Expertenkolloquium „Nachwachsende Rohstoffe“, 14./15.10.1986 in Bonn, Bd. 2, S. 115-136.

ABSCHNITT D**Anhang (Verzeichnisse)****1. Übersichten**

	Seite
Übersicht 3-1 Größenordnung der Absatzpotentiale für nachwachsende Rohstoffe etwa zum Jahr 2000	48
Übersicht 3-2 Abschätzung der Absatzpotentiale für nachwachsende Rohstoffe	49
Übersicht 3-3 Die Wettbewerbsfähigkeit von nachwachsenden Rohstoffen beeinflussende Faktoren	49
Übersicht 3-4 Annahmen und Aussagen zur Wettbewerbsfähigkeit nachwachsender Rohstoffe	56
Übersicht 3-5 Auswahl der analysierten nachwachsenden Rohstoffe	58
Übersicht 3-6 Zielsetzung der Szenarien	58
Übersicht 3-7 Szenarienbeschreibung für den Zeitraum bis zum Jahr 2000	61
Übersicht 3-8 Produktionskosten und Wettbewerbsfähigkeit	67
Übersicht 3-9 Anbau von nachwachsenden Rohstoffen im Szenario 2000-1 und Szenario-2 000-2	67
Übersicht 4-1 Bedarf an industriellen Vorleistungen und Kapital durch nachwachsende Rohstoffe (unter Szenarienbedingungen) ..	70
Übersicht 4-2 Sektorbilanz und Sektoreinkommen der Landwirtschaft mit und ohne nachwachsende Rohstoffe (unter Szenarienbedingungen)	72
Übersicht 4-3 Staatsausgaben für den Agrarsektor mit und ohne nachwachsende Rohstoffe (unter Szenarienbedingungen)	76
Übersicht 5-1 Arbeitsplatzentwicklungen mit und ohne nachwachsende Rohstoffe (unter Szenarienbedingungen)	79
Übersicht 5-2 Landwirtschaftliche Einkommenssituation und Agrarstruktur	81
Übersicht 5-3 Regionale Aspekte nachwachsender Rohstoffe	83
Übersicht 6-1 Schema der Umweltrelevanz landwirtschaftlicher Aktivitäten	83
Übersicht 6-2 Zusammenhänge zwischen der Produktion nachwachsender Rohstoffe und der Umwelt	83
Übersicht 6-3 Umweltwirkungen des Anbaus von nachwachsenden Rohstoffen auf Sektorebene im Jahr 2000 unter Szenarienbedingungen	89
Übersicht 6-4 Abschätzung der Umweltwirkungen von nachwachsenden Rohstoffen im Anbaubereich	91
Übersicht 6-5 Zusammenhänge zwischen der Produktion nachwachsender Rohstoffe und der Umwelt	91
Übersicht 6-6 Umweltwirkungen der Verarbeitung von nachwachsenden Rohstoffen im Jahr 2000 unter Szenarienbedingungen	96
Übersicht 6-7 Abschätzung der Umweltwirkungen des Verarbeitungsgebietes	96
Übersicht 6-8 Abschätzung der Umweltwirkungen von nachwachsenden Rohstoffen im chemisch-technischen Verwendungsbereich	98
Übersicht 6-9 Abschätzung der Umweltwirkungen von nachwachsenden Rohstoffen im energetischen Verwendungsbereich	99

2. Tabellen

		Seite
Tabelle 2-1	Stärke- und Amylosegehalt verschiedener Pflanzenarten sowie Rohstoffmengen, die zur Produktion von 1 t Stärke benötigt werden	29
Tabelle 2-2	Stärkegehalte in Industrieprodukten	31
Tabelle 2-3	Gehalt an Stärkefolgeprodukten in Industrieprodukten	31
Tabelle 2-4	Zusammenstellung verschiedener lignozellulosehaltiger Rohstoffe in %	36
Tabelle 2-5	Kristallinität verschiedener Zellulosen	37
Tabelle 2-6	Anbaufähige Heil- und Gewürzpflanzen in der Bundesrepublik Deutschland	40
Tabelle 3-1	Voraussichtliche Verwendung von Zucker in der Industrie der EG (12) unter Weltmarktpreisbedingungen in t	45
Tabelle 3-2	Derzeitige und zukünftige industrielle Nutzung von Stärke (in 1000 t), EG (10)	46
Tabelle 3-3	Absatz von Ölen und Fetten in verschiedenen Verwendungsbereichen	47
Tabelle 3-4	Absatzpotentiale (t pro Jahr) verschiedener nachwachsender Rohstoffe	48
Tabelle 3-5	Durchschnittserträge sowie Dünger- und Pflanzenschutz-aufwendungen ausgewählter Fruchtarten in der Bundesrepublik Deutschland	50
Tabelle 3-6	Preise für Energie und industrielle Vorleistungen	51
Tabelle 3-7	Annahmen zur Technikausstattung und Arbeitswirtschaft bei dem Anbau ausgewählter Fruchtarten in den untersuchten Szenarien	52
Tabelle 3-8	Rahmenbedingungen für den Agrarsektor in den Szenarien und in der Ist-Situation	63
Tabelle 3-9	Inlandsverbrauch an Nahrungsmitteln in der Ist-Situation und im Jahr 2000	64
Tabelle 3-10	Inlandspreise und Weltmarktpreise für Agrarprodukte in den Szenarien und in der Ist-Situation (Großhandelspreise, DM/t)	64
Tabelle 3-11	Produktionskosten der in den Szenarien als nachwachsende Rohstoffe verwendeten Agrarprodukte (ohne Kosten von Lagerhaltung und ohne Bewertung von Nebenprodukten)	66
Tabelle 4-1	Veränderungen des Einsatzes an Betriebsmitteln und Produktionsfaktoren im landwirtschaftlichen Sektor durch den Anbau nachwachsender Rohstoffe (gegenüber der Situation ohne nachwachsende Rohstoffe im Jahr 2000)	69
Tabelle 4-2	Vorleistungseinsatz und Kosten für die Konversion nachwachsender Rohstoffe auf Sektorebene	69
Tabelle 4-3	Auswirkungen des Anbaus nachwachsender Rohstoffe auf den Außenhandel mit Agrarprodukten (im Jahr 2000)	70
Tabelle 4-4	Sektorbilanz und Sektoreinkommen der Landwirtschaft mit und ohne Anbau nachwachsender Rohstoffe (in Mrd DM)	71
Tabelle 4-5	Staatsausgaben für die Landwirtschaft mit und ohne Anbau nachwachsender Rohstoffe (in Mrd DM)	73
Tabelle 4-6	Veränderung der Staatsausgaben in der EG für den Zeitraum 1986 bis 1995 für die Produktlinie Stärke gegenüber Referenzsituation ohne Produktionsbeihilfen (in Mio DM) ..	74
Tabelle 4-7	Veränderung der Staatsausgaben in der EG für den Zeitraum 1986 bis 1990 für die Produktlinie Zucker gegenüber Referenzsituation ohne Beihilfen (in Mio DM)	75
Tabelle 4-8	Veränderung der Staatsausgaben in der EG bei einer Imports substitution von 300 000 t Talg bzw. Sojaöl durch Rapsöl aus inländischer Erzeugung (in Mio DM/Jahr)	75

	Seite
Tabelle 4-9 Veränderungen der Verbraucherbelastungen (unabhängig vom Anbau nachwachsender Rohstoffe) (in Mrd DM)	77
Tabelle 5-1 Arbeitskräftebedarf für den Agrarsektor und für Anbau und Konversion nachwachsender Rohstoffe	78
Tabelle 5-2 Flächennutzung mit und ohne nachwachsende Rohstoffe (in 1000 ha)	80
Tabelle 6-1 Umweltrelevante Kenndaten des Anbaus von Rohstofffrüchten und der verdrängten Feldfrüchte im Jahr 2000, Szenario 2000-1	86
Tabelle 6-2 Umweltrelevante Kenndaten des Anbaus von Rohstofffrüchten und der verdrängten Feldfrüchte im Jahr 2000, Szenario 2000-2	87
Tabelle 6-3 Veränderung der Emissionswerte durch eine 5 %ige Beimischung von Bioethanol zu Vergaserkraftstoffen	98
Tabelle 6-4 Veränderungen der Emissionswerte durch eine 30 %ige Beimischung von Bioethanol (+ 10 % Lösungsvermittler) zum Dieselmotor	98

3. Abbildungen

	Seite
Abbildung 2-1 Rohstoffverbrauch der chemischen Industrie	25
Abbildung 2-2 Verbrauch nachwachsender Rohstoffe für Chemie-Erzeugnisse	25
Abbildung 2-3 Verfahrensschema der Zuckergewinnung	27
Abbildung 2-4 Verfahrensschema der Stärkegewinnung aus Weizen	30
Abbildung 2-5 Verfahrensschema der Ölsaatenverarbeitung	33
Abbildung 2-6 Konversion von Ölen und Fetten in Grundstoffe der Fettchemie	34
Abbildung 2-7 Anwendungsbeispiel verschiedener Basis-Chemikalien aus Ölen und Fetten	35
Abbildung 2-8 Verfahrensschema für die Ethanolgewinnung in einer Mehrstoffanlage	41
Abbildung 2-9 Verfahrensschema für die Ethanolgewinnung nach dem Biostilprozeß	42
Abbildung 3-1 Abgelaufene und prognostizierte Preisentwicklung für Erdöl	54
Abbildung 3-2 Entwicklung der Produktionskosten für nachwachsende Rohstoffe (1986 = 100 v.H.)	65
Abbildung 3-3 Produktionskosten und Marktpreise von Energieträgern und chemisch-technischen Grundstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen	66
Abbildung 6-1 Massenbilanz für die Erzeugung von Stärke aus Kartoffeln	92
Abbildung 6-2 Massenbilanz für die Erzeugung von Stärke aus Weizen ...	93
Abbildung 6-3 Verfahrensschema der Ölsaatenverarbeitung	95
Abbildung 6-4 Emissionswerte bei Dieselmotor- bzw. Rapsölmethylestereinsatz	99

4. Kommissions-Drucksachen

Im folgenden Verzeichnis werden die Kommissions-Drucksachen zum Themenbereich „Nachwachsende Rohstoffe“ zusammengestellt.

Nr.	Titel	Verfasser/Hrsg./Quelle
1	Beschlußempfehlung und Bericht	Ausschuß für Forschung und Technologie (18. Ausschuß), BT-Drucksache 11/979, Oktober 1979
72	Anmerkungen zum Entwurf (2. Fassung) des Kommissionsberichts zu „Nachwachsende Rohstoffe“ (Arbeitspapier der Arbeitsgruppe „Landwirtschaft“ 11/55)	Wittmeyer, D., Verband der Chemischen Industrie, Frankfurt, Mai 1990
73	Kommentargutachten zum Berichtsentwurf „Nachwachsende Rohstoffe“ (Arbeitspapier der Arbeitsgruppe „Landwirtschaft“ 11/55)	Tappeser, B., F. Thomas und B. Weber, Öko-Institut, Freiburg, Mai 1990
74	Kommentargutachten zum Berichtsentwurf „Nachwachsende Rohstoffe“ (Arbeitspapier der Arbeitsgruppe „Landwirtschaft“ 11/55)	Jochem, E., T. Reiß und H. Grupp, Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung, Karlsruhe, Mai 1990
75	Stellungnahme zum Berichtsentwurf „Nachwachsende Rohstoffe“ (Arbeitspapier der Arbeitsgruppe „Landwirtschaft“ 11/55)	Isermeyer, F., Institut für Betriebswirtschaft der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Braunschweig-Völkenrode, Mai 1990
76	Kommentargutachten zum Berichtsentwurf „Nachwachsende Rohstoffe“ (Arbeitspapier der Arbeitsgruppe „Landwirtschaft“ 11/55)	Beusmann, V. et al., Institut für Betriebswirtschaft der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Braunschweig-Völkenrode, Mai 1990
77	Kommentargutachten zum Berichtsentwurf „Nachwachsende Rohstoffe“ (Arbeitspapier der Arbeitsgruppe „Landwirtschaft“ 11/55)	Wintzer, D., Abteilung für Angewandte Systemanalyse des Kernforschungszentrums Karlsruhe, Mai 1990
78	Kommentargutachten zum Berichtsentwurf „Nachwachsende Rohstoffe“ (Arbeitspapier der Arbeitsgruppe „Landwirtschaft“ 11/55)	Wolfram, R., Institut für Agrarpolitik, Marktforschungs- und Wirtschaftssoziologie der Universität Bonn, Mai 1990
79	Anmerkungen zum Berichtsentwurf „Nachwachsende Rohstoffe“ (Arbeitspapier der Arbeitsgruppe „Landwirtschaft“ 11/55)	Roebbelen, E., Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Universität Göttingen, Mai 1990

5. Kommissions-Vorlagen

Im folgenden Verzeichnis werden die Kommissions-Vorlagen zum Themenbereich „Nachwachsende Rohstoffe“ zusammengestellt.

Nr.	Titel	Verfasser/Hrsg./Quelle
3	Konzeptionelle Alternativen zur Fortführung der TA-Prozesse „Nachwachsende Rohstoffe“ und „Alternativen landwirtschaftlicher Produktionsweisen“	Meyer, R., Sekretariat der Enquete-Kommission, Dezember 1987
4	Fragenraster zum TA-Untersuchungsbereich „Landwirtschaftliche Produktionsweisen“	Meyer, R., Sekretariat der Enquete-Kommission, Oktober 1987
5	Politische Handlungsoptionen für den Agrarbereich	Meyer, R., Sekretariat der Enquete-Kommission, August 1987
9	Detaillierte Arbeitsplanungen (Vorschläge) für die landwirtschaftlichen TA-Projekte	Meyer, R., Sekretariat der Enquete-Kommission, Februar 1988

Nr.	Titel	Verfasser/Hrsg./Quelle
10	Vorschläge zur Festlegung der nächsten Arbeitsschritte in den landwirtschaftlichen TA-Projekten	Meyer, R., Sekretariat der Enquete-Kommission, Februar 1988
25	Übersicht über die der Kommission zur Verfügung stehenden Haushaltsmittel für Gutachten und die vorliegenden Gutachterangebote	Sekretariat der Enquete-Kommission, April 1988
28	Zeitplan für die Arbeitsgruppe „Landwirtschaft“	Sekretariat der Enquete-Kommission, April 1988
45	Zeitplan für die Arbeitsgruppe „Landwirtschaft“	Sekretariat der Enquete-Kommission, November 1988

6. Arbeitspapier der Arbeitsgruppe „Landwirtschaft“

Im folgenden Verzeichnis werden die Arbeitspapiere der Arbeitsgruppe „Landwirtschaft“ zum Themenbereich „Nachwachsende Rohstoffe“ zusammengestellt.

Nr.	Titel	Verfasser/Hrsg./Quelle
2	Gliederung zum Berichtsteil: Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung zu „Nachwachsende Rohstoffe“	Sekretariat der Enquete-Kommission, Juli 1988
2 neu	Gliederung zum Berichtsteil: Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung zu „Nachwachsende Rohstoffe“	Sekretariat der Enquete-Kommission, November 1988
11	Berichtsteil: „Möglichkeiten und Grenzen beim Anbau nachwachsender Rohstoffe für Energieerzeugung und chemische Industrie“ (1. Fassung). Kapitel 1: Einleitung; Kapitel 3: Auswahl der zu analysierenden nachwachsenden Rohstoffe	Bulich, C., Sekretariat der Enquete-Kommission, November 1988
14	Sachstand zum Berichtsteil: „Nachwachsende Rohstoffe“; Alternativen zur weiteren Bearbeitung	Bulich, C., Sekretariat der Enquete-Kommission, Dezember 1988
14a	Gliederung zum Berichtsteil: „Möglichkeiten und Grenzen beim Anbau nachwachsender Rohstoffe für Energieerzeugung und chemische Industrie“	Bulich, C., Sekretariat der Enquete-Kommission, März 1989
15	Technikfolgen der Verwendung von Pflanzenölen als Motorkraftstoff	Deutscher Bauernverband, Bonn, November 1988
16	Einsatzmöglichkeiten von pflanzlichen Ölen und Fetten in der chemischen Industrie	Zoebelein, H. in: Politische Studien Nr. 301, September/Oktober 1988
18	Ausarbeitung nachwachsender Rohstoffe. Kapitel 2: Technologie der nachwachsenden Rohstoffe	Zoebelein, H., Verband der chemischen Industrie, Düsseldorf, Januar 1989
20	Berichtsteil: „Möglichkeiten und Grenzen beim Anbau nachwachsender Rohstoffe für Energieerzeugung und chemische Industrie.“ Kapitel 2: Technologie der nachwachsenden Rohstoffe	Bulich, C., Sekretariat der Enquete-Kommission, Februar 1989
33	Berichterstattung über die landwirtschaftlichen TA-Prozesse. Vorstellung von zwei Berichtskonzeptionen	Meyer, R., Sekretariat der Enquete-Kommission, Juni 1989

Nr.	Titel	Verfasser/Hrsg./Quelle
36 1. Fas- sung	Entwurf zum Berichtsteil: „Möglichkeiten und Grenzen beim Anbau nachwachsender Rohstoffe für Energieerzeugung und chemische Industrie.“ Kapitel 4: Abschätzung der Wettbewerbsstellung	Bulich, C., Sekretariat der Enquete-Kommission, Oktober 1989
36 2. Fas- sung	2. Entwurf zum Berichtsteil: „Möglichkeiten und Grenzen beim Anbau nachwachsender Rohstoffe für Energieerzeugung und chemische Industrie.“ Kapitel 4: Abschätzung der Wettbewerbsstellung	Bulich, C., Sekretariat der Enquete-Kommission, Januar 1990
37a	Kurzfassung des Berichts des Bundes und der Länder über nachwachsende Rohstoffe 1989	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, September 1989
40	1. Entwurf zum Bericht „Nachwachsende Rohstoffe“. Kapitel 5: Ökonomische Folgewirkungen	Bulich, C., Sekretariat der Enquete-Kommission, Dezember 1989
42	Derzeitiger Beratungsstand im Themenbereich „Nachwachsende Rohstoffe“. Liste von Sachverständigen für die Kommentierung des Berichts-entwurfs	Bulich, C., Sekretariat der Enquete-Kommission, Januar 1990
45	Ergänzung bzw. Abänderung der vorgeschlagenen Sachverständigen zur Kommentierung (Betr. Arbeitspapier der Arbeitsgruppe „Landwirtschaft“ 11/42)	Zoebelein, H., Enquete-Kommission, Februar 1990
49	Terminplan der Arbeitsgruppe „Landwirtschaft“ 1990	Meyer, R., Sekretariat der Enquete-Kommission, März 1990
50	1. Entwurf des Kommissionsberichts zu „Nachwachsende Rohstoffe“. Abschnitt C: Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung zu nachwachsenden Rohstoffen	Bulich, C. und R. Meyer, Sekretariat der Enquete-Kommission, April 1990
51	Fragenkatalog zur Kommentierung des Berichtsentwurfs zu „Nachwachsende Rohstoffe“	Bulich, C. und R. Meyer, Sekretariat der Enquete-Kommission, April 1990
52	Sachstand zu den Kommentargutachten des Berichtsentwurfs zu „Nachwachsende Rohstoffe“. Angebote für Kommentargutachten	Bulich, C., Sekretariat der Enquete-Kommission, April 1990
53	Kommentare zum 1. Entwurf des Kommissionsberichts zu „Nachwachsende Rohstoffe“	Zoebelein, H., Enquete-Kommission, April 1990
55	Entwurf (2. Fassung) des Kommissionsberichts zu „Nachwachsende Rohstoffe“. Abschnitt C: Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung zu nachwachsenden Rohstoffen	Enquete-Kommission, April 1990
56	Fragenkatalog zur Kommentierung des Berichtsentwurfs zu „Nachwachsende Rohstoffe“	Enquete-Kommission, April 1990
57	Nachwachsende Rohstoffe für die Chemie	Publikation von H. Zoebelein, Enquete-Kommission, Mai 1990
59	Auswertung der Kommentargutachten zum Berichtsentwurf „Nachwachsende Rohstoffe“	Sekretariat der Enquete-Kommission, Juni 1990
60	Stellungnahme zum Berichtsentwurf „Nachwachsende Rohstoffe“ (Arbeitspapier der Arbeitsgruppe „Landwirtschaft“ 11/55)	Krupp, H., Enquete-Kommission, Juni 1990

Nr.	Titel	Verfasser/Hrsg./Quelle
62	Entwurf zu „Abschnitt A: Zusammenfassung“ und „Abschnitt B: Auftrag und Durchführung der Kommissionsarbeit“ des Berichts „Nachwachsende Rohstoffe“	Bulich, C. und R. Meyer, Sekretariat der Enquete-Kommission, August 1990
63	Entwurf (3. Fassung) zum „Abschnitt C: Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung zu nachwachsenden Rohstoffen“ des Berichts „Nachwachsende Rohstoffe“	Bulich, C. und R. Meyer, Sekretariat der Enquete-Kommission, August 1990
