

Beschlußempfehlung und Bericht **des Innenausschusses (4. Ausschuß)**

zu der Unterrichtung durch die Bundesregierung
— Drucksache 8/2781 Nr. 30 —

Vorschlag für einen Beschluß des Rates zur Festlegung **eines Fünfjahresforschungs- und Ausbildungsprogramms (1980 bis 1984)** **der Europäischen Atomgemeinschaft auf dem Gebiet Biologie —** **Gesundheitsschutz (Strahlenschutzprogramm)**

»EG-Dok. Nr. 6053/79 — ATO 44«

A. Problem

Das vom Rat auf Vorschlag der Kommission am 15. März 1976 beschlossene Forschungs- und Ausbildungsprogramm auf dem Gebiet Biologie — Gesundheitsschutz (Programm Strahlenschutz) für den Zeitraum von fünf Jahren endet am 31. Dezember 1980. Es ist notwendig, daß die bisher vorliegenden Kenntnisse zur objektiven Beurteilung der Wirkungen und Gefahren ionisierender Strahlen im Interesse eines adäquaten Schutzes von Mensch und Umwelt vervollständigt, erweitert und vertieft werden, da diese Kenntnisse einen signifikanten Beitrag zur Fortschreibung der Grundnormen für den Strahlenschutz leisten.

B. Lösung

Um einen reibungslosen Übergang des noch laufenden auf das neue Strahlenschutzprogramm zu gewährleisten, soll das vorliegende Fünfjahresprogramm, das jüngste wissenschaftliche Fortschritte und die sich ändernden Erfordernisse auf dem Gebiet des Strahlenschutzes in der Gemeinschaft berücksichtigt, schon am 1. Januar 1980 beginnen.

Einstimmigkeit im Ausschuß

C. Alternativen

keine

D. Kosten

Die Kommission schätzt den Gesamtbedarf für die Gesamtdauer des Programms (1980 bis 1984) auf 68,2 Millionen europäischer Rechnungseinheiten und 64 Bedienstete. Von diesen 68,2 Millionen europäischer Rechnungseinheiten werden bereits 10 Millionen europäische Rechnungseinheiten durch den Programmbeschluß 1976 bis 1980 gedeckt.

Beschlußempfehlung

Der Bundestag wolle beschließen,

1. den anliegenden Vorschlag der Kommission der Europäischen Gemeinschaften zur Kenntnis zu nehmen,
2. folgende EntschlieÙung anzunehmen:

Der Deutsche Bundestag unterstützt das vorliegende Forschungsprogramm und begrüÙt ausdrücklich dessen Überschneidung mit dem gegenwärtig laufenden Strahlenschutzprogramm 1976 bis 1980. Er fordert die Bundesregierung auf, darauf hinzuwirken, daß das Programm im Rahmen der Mitgliedsländer der Europäischen Gemeinschaften und mit den nationalen Forschungsvorhaben koordiniert wird und — wenn möglich — insbesondere die Universitäten in das Programm eingebunden werden.

Bonn, den 12. Dezember 1979

Der Innenausschuß

Dr. Wernitz

Vorsitzender

Gerlach (Obernau)

Berichterstatter

Schäfer (Offenburg)

Vorschlag für einen Beschluß des Rates zur Festlegung eines Fünfjahresforschungs- und Ausbildungsprogramms (1980 bis 1984) der Europäischen Atomgemeinschaft auf dem Gebiet Biologie — Gesundheitsschutz (Strahlenschutzprogramm) *)

(von der Kommission dem Rat vorgelegt)

	Seite
0. Zusammenfassung	5
1. Einführung	5
2. Ziele des Strahlenschutzprogramms der Gemeinschaft	5
2.1. Ziele der Forschungsaktivitäten	5
2.2. Koordination des Strahlenschutzes — eine Verpflichtung der Ge- meinde	6
3. Derzeitiger Stand der Strahlenschutzforschung und seine Konsequenzen	6
3.1. Das laufende Forschungsprogramm der Gemeinschaft	6
3.2. ICRP und UNSCEAR	6
3.3. Konsequenzen für das Programm der Gemeinschaft	7
3.3.1. Wissenschaftliche Neuorientierung	7
3.3.2. Organisatorische Verbesserung — ein gleitendes Programm	7
4. Programmvorschlag „Strahlenschutz“ 1980 bis 1984	7
4.1. Aktionsvorschläge	7
4.1.1. Strahlendosimetrie und ihre Interpretation	8
4.1.2. Verhalten und Kontrolle der Radionuklide in der Umwelt ..	9
4.1.3. Somatische Sofortwirkungen ionisierender Strahlung	10
4.1.4. Somatische Spätwirkungen ionisierender Strahlung	11
4.1.5. Genetische Wirkungen ionisierender Strahlung	13
4.1.6. Abschätzung des Strahlenrisikos	15
4.2. Durchführung	15
4.2.1. Beteiligte Laboratorien	15
4.2.2. Management	16
4.2.3. Koordinierung	16
4.2.4. Bewertungsmaßstäbe	16
4.2.5. Verbreitung der Kenntnisse	16
4.3. Mittelausstattung	16
4.3.1. Personal	16
4.3.2. Budget	16
4.3.3. Finanzielle Aufschlüsselung	17
Anlage I: Forschung 1976 bis 1978 — Übersicht über einige wissenschaft- liche Ergebnisse	18
Anlage II: Vorschlag für einen Beschluß des Rates + Anhang	24
Anlage III: Stellungnahme des Beratenden Programmausschusses BPA Strahlenschutz	26
Anlage IV: Stellungnahme des Ausschusses für Wissenschaft und Technik	27

*) Zugeleitet mit Schreiben des Chefs des Bundeskanzleramtes — 14 — 680 70
— E — Str 9/79 — vom 19. April 1979.

0. Zusammenfassung

Dieser Vorschlag zur Weiterführung des Strahlenschutzprogramms der Kommission wird gemäß Artikel 7 des EAG-Vertrags vorgelegt. Es handelt sich um ein gleitendes Programm für den Zeitraum vom 1. Januar 1980 bis zum 31. Dezember 1984. Wissenschaftliche und verwaltungstechnische Gründe haben die Kommission veranlaßt, ein solches gleitendes Programm vorzuschlagen, um so jüngste Fortschritte der Strahlenschutzforschung schnell nutzen und den sich ändernden Erfordernissen des Strahlenschutzes in der Gemeinschaft Rechnung tragen zu können; ferner ist dieses Vorgehen geeignet, das Management des Programms zu erleichtern. Das Jahr 1980 ist das letzte Jahr des zur Zeit laufenden Programms (1976 bis 1980) und würde nun — dem Vorschlag entsprechend — das erste Jahr des neuen Programms werden.

Das Programm ist ausgerichtet auf ein angemessenes Verständnis und eine Kontrolle der Strahlenrisiken; es verfolgt dabei zwei Hauptziele:

- Erweiterung der wissenschaftlichen und technischen Kenntnisse mit dem Zweck, die Grundnormen für den Gesundheitsschutz der Bevölkerung und der Arbeitskräfte gegen die Gefahren ionisierender Strahlung auf den neuesten Stand zu bringen.
- Beurteilung der biologischen und ökologischen Auswirkungen der Tätigkeiten im Nuklearbereich und der Anwendung von Kernenergie und ionisierender Strahlung, um einen angemessenen Schutz des Menschen und der Umwelt in all den Fällen sicherzustellen, in denen sonst ein unannehmbare Schaden verursacht werden könnte.

Das Programm wird aus sechs eng zusammenhängenden Hauptabschnitten bestehen, die — willkürlich aber zweckdienlich — seine Gesamtstruktur aufzeigen:

- Strahlendosimetrie und ihre Interpretation,
- Verhalten und Kontrolle der Radionuklide in der Umwelt,
- somatische Sofortwirkungen ionisierender Strahlung,
- somatische Spätwirkungen ionisierender Strahlung,
- genetische Wirkungen ionisierender Strahlung,
- Abschätzung der Strahlenrisiken.

Die Durchführung vorhergehender Programme hat erwiesen, daß eine Zusammenarbeit auf der Basis von Forschungsverträgen mit nationalen Institutionen und Hochschulen („indirekte Aktionen“) — in Verbindung mit einem vom BPA unterstützten leistungsfähigen Management und gestützt auf objektive Bewertungsverfahren — die geeignete Me-

thode zur Durchführung dieses Forschungsprogramms der Gemeinschaft ist. Im Rahmen der Programmabwicklung gilt die besondere Aufmerksamkeit der stetigen Suche nach möglichen Verbesserungen der Methoden zur Durchführung des Programms. Im allgemeinen wird die Belastung der Vertragsnehmer und der Wissenschaftler mit administrativen Aufgaben so niedrig gehalten, als es nach rationellen Gesichtspunkten durchführbar und im Hinblick auf die Programmziele vertretbar ist.

Die Kommission schätzt den Gesamtbedarf für die Gesamtdauer des Programms (1980 bis 1984) auf 68,2 Millionen ERE und 64 Bedienstete. 10 Millionen ERE dieser 68,2 Millionen ERE werden bereits durch den Programmbeschluß 1976 bis 1980 gedeckt.

Eine Zusammenstellung wichtiger Ergebnisse wird in Anlage I gegeben.

1. Einführung

Am 15. März 1976 hat der Rat ein Forschungs- und Ausbildungsprogramm für die Europäische Atomgemeinschaft auf dem Gebiet Biologie-Gesundheitsschutz (Programm Strahlenschutz) für den Zeitraum von fünf Jahren vom 1. Januar 1976 bis zum 31. Dezember 1980 verabschiedet. Die Budgetzuweisung betrug 39 Millionen ERE.

Der vorliegende Vorschlag zur Weiterführung des Strahlenschutzprogramms der Kommission wird gemäß Artikel 7 des EAG-Vertrags vorgelegt. Er berücksichtigt jüngste wissenschaftliche Fortschritte und die sich ändernden Erfordernisse auf dem Gebiet des Strahlenschutzes in der Gemeinschaft. Diese Faktoren führen notwendigerweise zu einer Weiterentwicklung des wissenschaftlichen Inhalts des Programms.

2. Ziele des Strahlenschutzprogramms der Gemeinschaft

2.1. Ziele der Forschungsaktivitäten

Die Nutzung der Kernenergie — einschließlich des wahrscheinlichen Einsatzes der Kernfusion in fernerer Zukunft —, die Behandlung der Abfälle, der Abwässer und der Brennstoffe während des gesamten Kreislaufs sowie die verschiedenen Anwendungen von ionisierenden Strahlen und Radioisotopen — einschließlich der Verwendung in der Medizin für Diagnose und Therapie — sind Faktoren, die angemessene Vorsichts- und Kontrollmaßnahmen erfordern, um den Schutz gegen ionisierende Strahlen zu sichern.

Das Ziel dieses Forschungsprogramms besteht darin, genügende Informationen zu erarbeiten, die dazu

beitragen, innerhalb eines größeren Rahmens begründete Entscheidungen zu Problemen zu treffen, denen die öffentliche Meinung sehr kritisch gegenübersteht. Das Strahlenschutzprogramm der Gemeinschaft ist deshalb auf die Untersuchung und Kontrolle der Strahlenrisiken abgestellt. Unter dieser Zielsetzung ist es auf zwei Hauptziele ausgerichtet:

- Erweiterung der wissenschaftlichen und technischen Kenntnisse mit dem Ziel, die Grundnormen für den Gesundheitsschutz der Bevölkerung und der Arbeitskräfte gegen die Gefahren ionisierender Strahlung auf den neuesten Stand zu bringen *).
- Beurteilung der biologischen und ökologischen Auswirkungen der Tätigkeit im Nuklearbereich und der Anwendung der Kernenergie und ionisierenden Strahlung, um einen angemessenen Schutz des Menschen und der Umwelt in allen Fällen sicherzustellen, in denen sonst ein unannehmbarer Schaden verursacht werden könnte.

Diese Ziele stehen in unmittelbarem Zusammenhang zu Gemeinschaftspraktiken, deren Bedeutung unumstritten ist: zur Sozialpolitik, zur Umweltpolitik und zur Energiepolitik.

2.2. Koordination des Strahlenschutzes — eine Verpflichtung der Gemeinde

Strahlengefahren machen nicht an nationalen Grenzen halt, und die Probleme, die durch sie auftreten, sind in jedem Mitgliedstaat die gleichen. Begrenzte wissenschaftliche Arbeitskapazität und begrenzte finanzielle Mittel stehen in krassem Gegensatz zu der Kompliziertheit und dem Umfang der Probleme, die einer Lösung bedürfen. Dementsprechend bemühte sich die Kommission seit Beginn ihrer Aktivitäten auf diesem Gebiet, eine Zusammenarbeit der geeigneten nationalen Institute an den Schwerpunkten des Programms zustande zu bringen. Der Erfolg dieser Bemühungen läßt sich heute daran ablesen, daß die überwiegende Anzahl der auf diesem Gebiet tätigen nationalen Institutionen und viele Hochschulinstitute unter den Teilnehmern am Programm der Gemeinschaft zu finden sind. Es konnten unnötige Parallelarbeiten vermieden und ein sinnvoller Einsatz der vorhandenen aber begrenzten Kapazitäten durch eine Arbeitsteilung bei den Projekten und durch gemeinschaftliche Planung erreicht werden.

Durch dieses Programm werden die nationalen Anstrengungen nicht dupliziert. Vielmehr stimuliert es diese und vervollständigt sie in Themenkreise gemeinsamen Interesses. Gemeinschaftliche Planung und koordinierte Projekte haben die Wirksamkeit der Strahlenschutzforschung in den Mitgliedstaaten fühlbar verbessert.

*) Die Festlegung von Sicherheitsgrundnormen für den Schutz gegen ionisierende Strahlung gehört zu den Aufgaben der Kommission im Rahmen des Euratom-Vertrags.

3. Derzeitiger Stand der Strahlenschutzforschung und seine Konsequenzen

3.1. Das laufende Forschungsprogramm der Gemeinschaft

Das Programm hat verschiedene Ergebnisse erbracht, die einem bedeutenden wissenschaftlichen Fortschritt entsprechen. Statistisch gesehen sind im Jahre 1977 aus diesem Programm mehr als 600 wissenschaftliche Veröffentlichungen hervorgegangen. 550 Wissenschaftler, die in den meisten Fällen nationalen Instituten angehören, haben dabei mitgewirkt (dies entspricht 300 Wissenschaftler-Jahren). Einige Beispiele der veröffentlichten Ergebnisse sind in Anlage I angegeben. Eine vollständige Beurteilung des vorliegenden Programms wäre jedoch verfrüht, da bisher nur die Ergebnisse aus den ersten beiden Jahren des Fünfjahresprogramms vorliegen.

Neben dem Beitrag, den dieses und frühere Forschungsprogramme zu der weltweiten Zusammenstellung und Bewertung durch UNSCEAR und ICRP lieferten, haben die Dienststellen der Kommission Monographien zu speziellen Forschungsthemen veröffentlicht (z. B. Behandlung akuter Strahlenschäden, Risikoabschätzung von 224 Ra, Zusammenstellung der Daten zur Neutronendosimetrie, Vergleichsprogramme). Außerdem wurden die wissenschaftlichen Daten durch ständige Arbeiten der Studiengruppen in jedem der Programmabschnitte ausgewertet.

3.2. ICRP und UNSCEAR

Zwei wichtige Ereignisse kennzeichnen die derzeitige Situation der Strahlenschutzforschung: einerseits hat UNSCEAR *) kürzlich eine sehr vollständige und aktuelle Zusammenstellung von wissenschaftlichen Informationen über Strahlenwirkungen, -quellen und -risiken veröffentlicht. Dieser Bericht bewertet im Hinblick auf Risikoabschätzungen Forschungsergebnisse, die über somatische Spätwirkungen und genetische Wirkungen bis 1977 vorlagen. Darüber hinaus wird er für die künftige Strahlenschutzforschung wesentliche Bedeutung haben, besonders, weil er viele Probleme neu beleuchtet.

Ferner hat die ICRP **) neue Empfehlungen herausgegeben. Diesen Empfehlungen folgend wird zur Zeit eine Revision der Strahlenschutzgrundnormen von Euratom durchgeführt. Zur Anwendung der neuen Normen muß noch eine detaillierte Stellungnahme erarbeitet werden, dies besonders im Hinblick auf die Einführung neuer Konzepte wie Detriment, kollektive Äquivalentdosis und Optimierung und Rechtfertigung von Bestrahlungen.

Mit dem Strahlenschutzprogramm der Gemeinschaft aktiv befaßte Wissenschaftler haben an der Erstellung beider Dokumente mitgearbeitet; die Forschungsergebnisse aus diesem Programm haben zu einem beträchtlich erweiterten Wissensstand auf dem Gebiet des Strahlenschutzes beigetragen.

*) United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation.

**) International Commission on Radiological Protection.

3.3. Konsequenzen für das Programm der Gemeinschaft

3.3.1. Wissenschaftliche Neuorientierung

Aus den vorhergehenden Abschnitten geht klar hervor, daß solche sich ändernden Konzepte des Strahlenschutzes sich in jedem zukünftigen Programm niederschlagen sollten. Die daraus resultierenden Änderungsvorschläge des wissenschaftlichen Inhalts finden sich unter Punkt 4, wo neue Themen und Prioritäten eingeführt wurden.

3.3.2. Organisatorische Verbesserung: ein gleitendes Programm

Unter den Konsequenzen für das Programm-Management ist der Vorschlag für ein gleitendes Programm zu unterstreichen, wobei 1980 ein „überlappendes“ Jahr sein soll. Dieser beruht auf folgenden Überlegungen:

- Modifizierung und in einigen Fällen Neuorientierung von Forschungsprojekten sind eine notwendige Folge der derzeitigen Situation. Allerdings wäre es schwierig, größere derartige Neuorientierungen während des letzten Jahres eines Programms einzuführen. In Anbetracht der in der Strahlenschutzforschung erforderlichen, langfristigen Arbeiten erscheint es deshalb vorteilhafter, eine angemessene Überleitungsphase für die Neuorientierung eines neuen Mehrjahresprogramms vorzusehen.
- Für die obligatorisch detaillierte Bewertung der Forschungsprojekte, die sich auf die laufenden Verträge und die neuen Vorschläge erstrecken wird, wäre eine solche Überleitungsphase von großem Nutzen; sie würde dazu beitragen, die Entwicklung und die Kontinuität des Programms zu sichern. Bestehende Verträge könnten vertragsgemäß beendet oder am Ende des Überleitungsjahres verlängert werden, während neue Verträge im Verlauf dieses Jahres beginnen könnten.
- Die Einleitungsphase der Vertragsverhandlungen war früher häufig sowohl für die Vertragsnehmer als auch für die Kommission sehr schwierig. So konnte z. B. aufgrund des Programmbeschlusses im März 1976 eine erste Bewertung der Vorschläge durch den BPA erst im Mai 1976 erfolgen. Erst danach konnten die Verhandlungen mit den Vertragspartnern aufgenommen werden. Die Unterzeichnung der Verträge, die am 1. Januar 1976 in Kraft treten sollen, mußte daher bis Ende 1976 aufgeschoben werden.
- Die Anzahl wirklich profilierter Wissenschaftler, die auf dem Gebiet des Strahlenschutzes arbeiten, ist sehr begrenzt. Es nimmt viele Jahre in Anspruch, gute und seriöse Forschungsprojekte aufzubauen. So ist es eine vorrangige Aufgabe des Programms, die Zusammenarbeit mit hervorragenden Forschungsgruppen aufrecht zu erhalten. Um so bedauerlicher ist es, daß die Dienst-

stellen der Kommission am Ende einer Fünfjahresperiode die Vertragsnehmer bitten und sie zu überzeugen versuchen müssen, ihre Forschungsteams für ein weiteres Jahr auf ihr eigenes finanzielles Risiko arbeiten zu lassen, bis schließlich die Vertragsunterzeichnung die Situation legalisiert.

- Außerdem ergibt sich, wenn Entscheidungen über eine eventuelle Verlängerung nicht rechtzeitig vor dem Vertragsende getroffen werden, häufig für die Dienststellen der Kommission und den BPA, der gewissermaßen moralische Zwang, den Vertrag zu verlängern. Tatsächlich wirkt sich ein später Ratsbeschluß als nachteilige Einschränkung der Möglichkeiten des BPA aus, zur Ablehnung oder Neuorientierung von Projektvorschlägen Stellung zu nehmen, Vertragsnehmer zu empfehlen, Forschungsteams abzulösen oder für andere Projekte einzusetzen. Die sozialen Probleme des im Rahmen der Verträge angestellten Forschungspersonals sollten möglichst gering gehalten werden.

Alle diese Faktoren sprechen für eine Entscheidung für ein gleitendes Programm mit 1980 als Überleitungsjahr. Das Budget für das Jahr 1980 wird innerhalb der oberen Grenze von 39 Millionen ERE für den Zeitraum 1976 bis 1980 vollständig gedeckt sein. Bestehende Verträge werden 1980 bis zu dem Zeitpunkt der Beendigung, der in dem Vertrag ursprünglich vorgesehen war oder gegebenenfalls aus anderen Gründen notwendig wurde, fortgeführt. Neue Verträge mit einer Laufzeit bis zu fünf Jahren — also bis Ende 1984 — können 1980 nach den Leitlinien des neuen wissenschaftlichen Programms abgeschlossen werden.

4. Programmvorschlag „Strahlenschutz“ 1980 bis 1984

4.1. Aktionsvorschläge

Das vorgeschlagene Strahlenschutzprogramm der Gemeinschaft bemüht sich, durch eine gemeinsame europäische Anstrengung das Wissen auf dem Gebiet des Strahlenschutzes zu erweitern, wobei den besonderen Problemen und Erfahrungen im europäischen Bereich Rechnung getragen werden soll.

Das Programm besteht auf sechs Hauptabschnitten, die mehr oder weniger willkürlich aber zweckorientiert seine Gesamtstruktur aufzeigen sollen *):

*) Eine solche Unterteilung kann den komplexen, wissenschaftlichen Inhalt eines ausgewogenen Strahlenschutzprogramms nicht wirklich angemessen erfassen. Es gibt deutliche Überschneidungen zwischen einzelnen Abschnitten; ferner gibt es Themen, die zu allen oder mehreren Programmteilen gehören. Dosimetrie z. B. ist in allen Bereichen erforderlich. Synergistische Effekte werden unter vielen verschiedenen Bedingungen beobachtet. Die Probleme der niedrigen Dosen oder Dosisleistungen sowie die der Grundmechanismen der beobachteten Wirkungen und die Notwendigkeit epidemiologischen Untersuchungen spielen in mehreren Abschnitten eine Rolle.

*) United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation.

***) International Commission on Radiological Protection.

- Strahlendosimetrie und ihre Interpretation,
- Verhalten und Kontrolle der Radionuklide in der Umwelt,
- Somatische Sofortwirkungen ionisierender Strahlung,
- Somatische Spätwirkungen ionisierender Strahlung,
- Abschätzung der Strahlenrisiken.

Informationen, die aus früheren Forschungsprogrammen der Gemeinschaft oder aus sonst in der Welt auf vergleichbarem Gebiet durchgeführten Forschungen stammen, wurden überprüft, die derzeitigen Kenntnisse — so wie sie im UNSCEAR-Bericht dargestellt sind — wurden gesichtet, die zukünftigen Anforderungen in bezug auf praktische Schutzmaßnahmen und Leitlinien wurden zusammengestellt und die hierfür notwendigen Forschungsthemen definiert.

Der Programmvorschlag der Kommission ist ausgerichtet auf die vorhersehbaren Erfordernisse des Strahlenschutzes in der Gemeinschaft, die Aktualisierung und Anpassung der bereits laufenden Aktivitäten im Hinblick auf die zu erwartenden Entwicklungen im Bereich des Kernanlagenbaus und anderer Quellen ionisierender Strahlungen sowie auf die möglichen Folgen für den Menschen und die Umwelt. Es ist erforderlich, die Forschungsanstrengungen auf verschiedenen für die Zukunft entscheidend wichtigen Gebieten zu verstärken. Auf den folgenden Seiten wird ein Überblick über die einzelnen Hauptabschnitte des Gesamtvorschlags gegeben.

4.1.1. Strahlendosimetrie und ihre Interpretation

Die Anwendung der Bestimmungen für den Strahlenschutz und die Untersuchung der Wirkungen ionisierender Strahlung können nur dann korrekt erfolgen, wenn die absorbierte Dosis und/oder andere Bestrahlungsparameter bestimmt und ihre biologischen Wirkungen sowie die durch sie bedingten Risiken interpretiert werden können. Die in den Grundnormen festgelegten Euratom-Richtlinien fordern außerdem die Messung und Registrierung bestimmter Bestrahlungsdaten, die innerhalb der Gemeinschaft in vergleichbarer Weise durchgeführt werden sollten. Deshalb sind auf den folgenden Gebieten weitere Forschungsarbeiten nötig, um das Strahlenschutzprogramm als Ganzes zu unterstützen.

— Physikalische Aspekte der Strahlenwirkung (Mikrodosimetrie)

Biologische Auswirkungen ionisierender Strahlung sind von verschiedenen Bestrahlungsparametern abhängig, besonders von der Strahlenqualität, die durch die räumliche und zeitliche Verteilung innerhalb empfindlicher Bereiche sowie durch die sofortigen chemischen Effekte beschrieben wird. Obwohl beim Erfassen der notwendigen physikalischen Daten beträchtliche Fortschritte gemacht wurden, sind detaillierte Untersuchungen erforderlich, um die Beziehungen zwischen der Art der Strahlenwirkung und den Dosis-Wirkungskurven bei Bestrahlung von

außen und durchinkorporierte Radionuklide überzeugend darzustellen. Mikrodosimetrische Untersuchungen über die Induktion von Tumoren oder von Defekten der Organfunktionen sollten zur Lösung dringender Probleme des Strahlenschutzes beitragen: ob z. B. die relativen Risiken niedriger Dosen sowohl von Strahlungen niedriger als auch hoher LET über- oder unterschätzt worden sind, ob Qualitätsfaktoren geändert werden müssen mit all den Problemen, die sich durch solche Änderungen für Abschirmplanung und Personendosimetrie ergeben könnten.

— Dosimetrie bei Bestrahlung von innen

Es müssen weitere quantitative Methoden entwickelt werden, um in Fällen einer Inkorporation von radioaktiven Isotopen (z. B. Tritium und Transurane) oder einer Inhalation von radioaktiven Aerosolen die tatsächliche Strahlungsdosis messen zu können. Verbesserungen der von der ICRP verwendeten Dosimetriemodelle für Lunge, Darm und Knochen sowie der Bestimmung des Gehaltes der Lunge und des gesamten Körpers an alpha-emittierenden Radionukliden durch Ganzkörperzähler bzw. durch Ausmessen der Exkretion als auch die Untersuchung der Wirkungen markierter DNS-Vorstufen im Zellkern spielen für den Strahlenschutz eine große Rolle.

— Dosimetrie bei Bestrahlung von außen

Bei einer Bestrahlung von außen ergibt sich gewöhnlich eine ziemlich inhomogene Dosisverteilung oder eine partielle Bestrahlung des Körpers, die die Bestimmung der Dosis in bestrahlten Organen oder gefährdeten Geweben erheblich erschwert. Es müssen daher physikalische Methoden weiterentwickelt werden, um eine klarere Beziehung zwischen Organdosis und Feldcharakteristiken bei Bestrahlung von außen, wie Exposition, Strahlungsart, Unterschiede in der Gewebedichte, zu erstellen.

— Personendosimetrie und Arbeitsplatzüberwachung

Nach Empfehlungen in neuesten ICRP-Publikationen bedarf die Revision der Strahlenschutznormen einer Unterstützung durch die Entwicklung von Methoden zur Anwendung und Bewertung dieser Empfehlungen. Die Einführung der effektiven Äquivalentdosis und des Äquivalentdosis-Indexes bedeutet, daß bestehende Meßmethoden angepaßt und Umrechnungsfaktoren und -funktionen theoretisch und experimentell für die verschiedenen Größen aufgestellt werden müssen, besonders im Hinblick auf die Eichung der Geräte.

Es gibt in den einzelnen Ländern unterschiedliche Methoden der Personendosimetrie. Es wird eine Analyse von Parametern wie Bestrahlung von innen und von außen, Kontamination, Inkorporation und Exkretion durchgeführt werden, damit Entscheidungen zu Risikoabschätzungen sowohl bei akuter wie bei chronischer Exposition als auch über therapeutische Maßnahmen ge-

troffen werden können. Meßmethoden sollen entwickelt und koordiniert werden. Schutznormen für beta-Teilchen und die dazu erforderlichen Informationen sind ein weiterer notwendiger Forschungsteilbereich. Informationen aus Vergleichsprogrammen und Feldstudien werden die Forschungsergebnisse ergänzen.

— *Dosimetrie von Strahlung hoher LET und Neutronendosimetrie*

Ein konzertiertes Vorgehen ist gegenwärtig nötig, um das Datenmaterial über Strahlungen hoher LET einschließlich der Neutronen bestimmter praktisch wichtiger Energien zu vervollständigen. Obgleich viele physikalische Daten und Meßmethoden für Neutronen in den letzten Jahren veröffentlicht worden sind, müssen wirklich befriedigende Methoden sowohl für die Personendosimetrie bei Neutronenstrahlung als auch für die Neutronen- und Hoch-LET-Dosimetrie bei radiobiologischen Experimenten noch weiter ausgearbeitet werden. Die Zusammenstellung und Bewertung von Daten, die eine allgemeine Übereinstimmung im Bereich der Neutronendosimetrie selbst ermöglichen könnte, stellt sicherlich ein Problem dar. Auch auf diesem Gebiet haben Vergleichsstudien gezeigt, daß weitere Anstrengungen erforderlich sein werden, denn sie haben unerwartete Diskrepanzen bei den Verfahren und bei der Genauigkeit der Dosimetrie aufgezeigt.

Um den sich ändernden Erfordernissen des Strahlenschutzes zu entsprechen, ist ein Programm notwendig, das die Methoden der Dosimetrie stetig weiterentwickelt und anpaßt — so wie es bisher bereits geschehen ist. So ist einige Flexibilität erforderlich, um zweckorientierte Probleme zu lösen und notwendige aktuelle Forschungsaufgaben durchzuführen, oder um neue Geräte zu entwickeln und auf diese Weise Flexibilität und Befähigung zur Innovation in der Zukunft zu garantieren.

- *Umweltdosimetrie* wird ein solches Problem sein. Die Dosis, die der Mensch durch natürliche Radioaktivität und erhöhte natürliche Exposition aufnimmt, sollte realistischer eingeschätzt werden. Dies stellt einen Teil der korrekten Risikoabschätzung für die Gefährdung durch künstliche Strahlenquellen dar.
- *Exposition bei der medizinischen Diagnose* ist ein weiteres Problem von zunehmendem Interesse. Diese hat den größten Anteil von allen künstlichen Strahlenquellen an der Strahlenbelastung der Bevölkerung. Dosimetrische Untersuchungen sollen dazu führen, daß die nicht notwendig erforderliche Strahlenbelastung reduziert wird, bei Erhaltung der Qualität der diagnostischen Information. Außerdem soll die Brauchbarkeit dieser Daten für epidemiologische Untersuchungen der Strahlenwirkungen geprüft werden.
- Die Möglichkeit, die *biologische Dosimetrie* bei Unfällen einzusetzen, stellt noch ein weiteres solches Problem dar. Mit ihrer Hilfe sollen wichtige, zusätzliche Informationen über die tat-

sächlich erhaltene Dosis geliefert werden. Leider haben sich diese Methoden in bestimmten Unfallsituationen als nicht wirklich ausreichend herausgestellt. Untersuchungen zur Verbesserung zuverlässiger biologischer Dosimeter sind notwendig. Außerdem sollen die Einflüsse eines weiten Bereichs der Dosisleistung und einer inhomogenen räumlichen Dosisverteilung auf die biologischen Indikatoren erforscht werden.

4.1.2. Verhalten und Kontrolle der Radionuklide in der Umwelt

Das Programm dieses Sektors ist darauf gerichtet, *vermehrt Daten zum Verhalten bestimmter Radionuklide in verschiedenen Bereichen der Umwelt* zu erfassen. Diese Daten sind wesentlich für eine Beurteilung von Strahlenschäden und einer möglichen Beeinträchtigung der Gesundheit, bei Routinearbeiten sowie bei Ereignissen (z. B. Unfälle), bei denen sich ein Freisetzen radioaktiver Stoffe in die Umwelt ergeben würde (s. Abschnitt 4.1.6.). Ein wichtiges Problem dieses Sektors sind jene Tätigkeiten, die nicht mit der Kernenergie in Verbindung stehen, durch die jedoch der Mensch einer erhöhten natürlichen Grundstrahlung ausgesetzt ist.

Die Beurteilung von Strahlenschäden macht die Abschätzung der kollektiven und individuellen Dosen der exponierten Bevölkerung erforderlich. Dies geschieht gewöhnlich durch Modelle, die den Transfer von Radionukliden über verschiedene und häufig komplizierte Reaktionsfolgen in der Umwelt simulieren.

Eine Erfassung dieser Daten wird auch den Instanzen dienlich sein, die für die Genehmigung der Abgabe radioaktiver Stoffe und für die Festsetzung angemessener Grenzwerte für solche Abgabe in die Umwelt zuständig sind. Außerdem kann die wissenschaftliche Basis für Umweltüberwachungsprogramme verbessert werden.

Viele Daten zum Verhalten verschiedener Radionuklide in einzelnen Umweltbereichen sind bereits bekannt, z. B. aus Untersuchungen des radioaktiven Niederschlags nach Atomwaffentests in der Atmosphäre und aus Laborexperimenten. Es bestehen jedoch noch zahlreiche Lücken, und viele der vorhandenen Daten bedürfen einer Verbesserung.

Bei der Ausführung dieses Programms müssen Labor- und Feldversuche in einem ausgewogenen Verhältnis zueinander stehen. Allerdings besteht ein ansteigender Bedarf an Feldversuchen, um die Richtigkeit der aus Laborversuchen abgeleiteten Transferkoeffizienten zu bestätigen.

Nützliche Informationen über die Zuverlässigkeit von Transfer-Koeffizienten und über mögliche unerwartete Kontaminationsquellen könnten auch aus dem kürzlich gesammelten Datenmaterial von mehreren Überwachungsprogrammen abgeleitet werden.

Besonderer Vorrang wird denjenigen Radionukliden und Reaktionsfolgen in der Umwelt eingeräumt werden, die in Kernenergieprogrammen der kommenden Jahrzehnte, oder die als Folge radioaktiven Materials, das aus anderen Quellen in die Umwelt gelangen könnte, vermutlich größere Bedeutung er-

langen werden. Bei der Zusammenstellung des detaillierten Programms werden andere, die nukleare Sicherheit und den Umweltschutz betreffende Programme der Gemeinschaft *) berücksichtigt werden.

Die Überprüfung des bereits vorhandenen Datenmaterials und der voraussehbaren Techniken in den verschiedenen Phasen des Brennstoffkreislaufs ergibt, daß im Zusammenhang mit diesem Programm folgende Aktivitäten wichtig sind:

- Uranbergbau und Uranaufbereitung,
- Urananreicherungsanlagen,
- Wiederaufbereitung bestrahlter Brennstoffe,
- Wiedergewinnung von Uran und Plutonium und Herstellung von Mischoxidbrennstoffen,
- Einführung fortschrittlicher Reaktorsysteme,
- Möglichkeiten der Einführung alternativer Brennstoffkreisläufe,
- Stilllegung von Reaktoren,
- Management und Lagerung der flüssigen, gasförmigen und festen Abfälle, die bei den o. a.

Aktivitäten anfallen könnten.

Besondere Aufmerksamkeit wird Methoden gewidmet werden, die bei Unfallsituationen die Abschätzung des Kontaminationsgrades, die Abgrenzung der kontaminierten Gebiete und die Reduzierung oder Eliminierung des Radionuklidtransfers ermöglichen.

Die augenblicklich als wichtigste geltenden Radionuklide sind die Transurane und H-3, C-14, S-35, Kr-85, Tc-99, Ru-106, I-129, I-131 sowie einige Aktivierungsprodukte (Mn-54, Co-60) und natürliche Radioisotope (Radium, Thorium und Tochterprodukte). Hierbei ist auch die chemische Toxizität einiger dieser Nuklide (Tc-99, I-129) in Betracht zu ziehen.

Die wichtigsten Transferprozesse in die Umwelt, die weitere Untersuchungen erfordern, sind im folgenden zusammengefaßt:

- Resuspension von Radionukliden von der Meeresoberfläche, von Sedimenten und typischen europäischen Bodenarten (dies gilt besonders für Np, Pu, Am, Cm und langlebige Zerfallsprodukte);
- Transfer von Radionukliden, die sich auf landwirtschaftlich genutzten Flächen abgelagert haben, in den Boden und in das Wasser, auf Pflanzen und Tiere (dies gilt insbesondere für die Transurane, die Elemente der Thorium- und Radiumzerfallreihen und andere Radionuklide einschließlich S-35, Tc-99, Ru-106, I-129). Die Art und Weise, wie die Organkontamination bei Tieren durch die Inkorporation von in biologischem

Material enthaltenen Radionukliden sowie durch ständige Exposition beeinflusst wird, erfordert besondere Aufmerksamkeit;

- Die Migration und Retention von Radionukliden in einer Reihe von Gesteinen und Böden, die für die Länder der Gemeinschaft typisch sind (dies gilt besonders für die Transurane und langlebigen Zerfallsprodukte);
- Der Transfer in Sedimente von Radionukliden, die in das aquatische Milieu abgeleitet worden sind und deren mögliche Remobilisierung (dies gilt besonders für Transurane und langlebige Zerfallprodukte);
- Die regionale Verteilung und das Verhalten von langlebigen Radionukliden (z. B. C-14, Tc-99, I-129), insbesondere im Hinblick auf ihren Übergang zwischen verschiedenen Umweltbereichen (z. B. Übergang zwischen aquatischem und terrestrischem Milieu);
- Die Aufnahme bestimmter Radionuklide (z. B. Tc-99) durch im Wasser lebende Spezies, wozu noch gründlichere Informationen erforderlich sind;
- Die Untersuchung möglicher synergistischer Effekte von Radionukliden und konventionellen, in die Umwelt abgegebenen Schadstoffen, besonders im Hinblick auf die Aufnahme von Radionukliden in Nahrungsketten;
- Der Austausch von C-14 und HTO zwischen Atmosphäre und dem terrestrischen Milieu;
- Dispersion in der Atmosphäre und Vorgänge der Ablagerung in Wohngebieten.

4.1.3. Somatische Sofortwirkungen ionisierender Strahlung

Strahlenschäden werden im Augenblick der Exposition induziert. Alle sich daraus ergebenden biologischen Wirkungen hängen im wesentlichen von den schnellen Veränderungen ab, die während eines extrem kurzen, auf die Energieabsorption folgenden Zeitraums auftreten. Eine genaue Kenntnis dieser Vorgänge könnte zu einem Verständnis der Mechanismen der Strahlenwirkungen führen. Es ist bereits seit vielen Jahren bekannt, daß freie Radikale und ihre Reaktionsprodukte während der Frühphase der Strahlenschädigung eine entscheidende Rolle spielen. Es ist jedoch erst durch neuere technologische Entwicklungen möglich geworden, diese in biologischem Material zu messen und zu bestimmen. In nur wenigen Jahren sind große Fortschritte erzielt worden. Heute sind die Reaktionen von strahleninduzierten, freien Radikalen mit Nukleinsäuren — den Strahlungen gegenüber anfälligstem biologischen Material — ziemlich gut bekannt. Weitere Untersuchungen auf diesem Gebiet sollten — bei guter Koordinierung — ein klares Bild der primären Mechanismen der Strahlenschädigungen ergeben. Diese könnten zum Verständnis und zu Möglichkeiten der Kontrolle der Folgen einer Bestrahlung von lebendem Material genutzt werden.

Untersuchungen früher schädigender Wirkungen auf Zellen und Gewebe durch Strahlung von innen oder von außen werden in Anbetracht ihrer wach-

*) — Programm „Bewirtschaftung und Lagerung radioaktiver Abfälle“.
 — Programm „Verwendung von Plutonium“.
 — Programm „Uranschürfung und Urangewinnung“.
 — Programm „Stilllegung von Kernkraftwerken“.
 — Programm „Sicherung thermischer Leichtwasserreaktoren“.

senden Bedeutung in Industrie, Forschung und klinischer Medizin intensiviert. Die einer Behandlung zugänglichen, krankhaften Veränderungen umfassen in der Hauptsache lokalisierte Strahlenverletzungen und -schäden des lympho-hämoepoetischen Systems. Diese pathogenetischen Untersuchungen werden für die Entwicklung therapeutischer Behandlungsmethoden von grundlegender Bedeutung sein.

Da akute, subakute oder chronische lokale Strahlenschäden häufig auftreten, wird den Untersuchungen ihrer Mechanismen, ihrer Prognose, ihrer Komplikationen und ihrer Behandlung besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden. Aufgrund der Vielfalt der Bestrahlungsmodalitäten — einschließlich der Bestrahlung von außen und von innen (Absorption radioaktiven Materials durch Nahrungsaufnahme, Einatmung oder Verletzung) — müssen sie sich nicht nur auf die Haut, sondern auch auf tieferliegende Oberflächen wie die des Darmtrakts, der Atemwege und vieler anderer Organe erstrecken. Dem konnektiven und vaskulären Gewebe, das sich praktisch überall im Körper befindet, sind besondere Untersuchungen im Hinblick auf mögliche Spätwirkungen vorbehalten.

Das häufige Auftreten krebsartiger Veränderungen nach dem Heilungsprozeß ist ebenfalls typisch für Strahlenverbrennungen. Daher werden die Pathogenese dieser Verletzungen, der erschwerenden Faktoren, des Mechanismus und der Kinetik zellulärer Repopulation eingehend untersucht. Die Untersuchung befaßt sich außerdem mit den typischen Kennzeichen der Antigenveränderungen, der möglichen neoplastischen Veränderungen des geschädigten Gewebes, mit der Rolle, die eine Schädigung im Immunsystem spielt, sowie mit spezifischen Problemen, die bei Anwendung der Therapie mit Hauttransplantationen auftreten.

Frühwirkungen der Strahlenverletzungen auf das blutbildende System bei totaler oder teilweiser Körperbestrahlung sowie die Therapie solcher Verletzungen sind bereits in früheren Programmen untersucht worden. Zum Verständnis und zur Behandlung des „Knochenmarksyndroms“ sind beträchtliche Fortschritte erzielt worden. Allerdings ist die Beurteilung der Schädigung und des Regenerationspotentials der blutbildenden Funktionen mit den vorhandenen diagnostischen Methoden — insbesondere im Hinblick auf Schädigungen der Stammzellen bestimmter Lymphozytenpopulationen — noch nicht optimal. Daher soll der Einsatz von Chromosomenindikatoren und anderen Kontrollmöglichkeiten für Strahlenschäden untersucht werden. Was die Therapie anbetrifft, so erfordern verschiedene Probleme weiter große Aufmerksamkeit. Erst vor kurzem wurden neue Radioprotektoren entdeckt, die bei weiterer Untersuchung für eine Anwendung beim Menschen in Frage kommen könnten. Die immunologischen Probleme stellen immer noch eine der Hauptschwierigkeiten dar, obwohl Fortschritte in der Immunforschung die Möglichkeiten der Knochenmarktransplantation beim Menschen wesentlich verbessert haben: Immunologisch reaktive Lymphozyten können aus der Knochenmarksuspension

entfernt werden (Stammzellenseparation); Gewebecharakterisierung und Gefrierkonservierung der Stammzellen (Knochenmarkbanken) wurden verbessert; die Immunreaktionsfähigkeit, die für die mit Knochenmarktransplantation behandelten Patienten eine zentrale Rolle spielt (Immunschwäche ist die schwerwiegendste Spätfolge), kann manipuliert werden. In diesem Teil des Forschungsprogramms werden daher immunologische Probleme folgenden Inhalts besonders betont werden:

- a) Weitere Verbesserung des Nachweises neu entdeckter Gewebeantigene,
- b) Separation und Gefrierkonservierung von Stammzellen, einschließlich einer standardisierten Methode, für die Bestimmung ihrer Lebensfähigkeit,
- c) Überwachung und Stärkung der Immunreaktionsfähigkeit des Knochenmarkempfängers zur Vorbeugung gegen Spätfolgen (Infektionen, Möglichkeit strahleninduzierter Tumore).

4.1.4. Somatische Spätwirkungen ionisierender Strahlung

Zwei Arten von schädigenden Wirkungen können durch Strahlung induziert werden; einige davon können erst lange nach der ersten Exposition in Erscheinung treten. Bei dem einen Typ, der die sogenannten „stochastischen“ Wirkungen umfaßt, hängt die Häufigkeit, mit der die Wirkung auftritt, von der Höhe der Strahlendosis ab; die Schwere der Wirkung ist im allgemeinen jedoch nicht von der Dosis abhängig. Das wichtigste Beispiel für eine solche Wirkung ist die Induzierung maligner Krankheiten.

Bei dem anderen Typ, der die „nicht-stochastischen“ Wirkungen umfaßt, kann im allgemeinen bis zu einer gewissen Dosis kein signifikanter Schaden nachgewiesen werden, die Schwere der dann auftretenden Wirkung kann jedoch mit der Höhe der Dosis variieren. Die Induzierung des grauen Stars oder einer verminderten Fruchtbarkeit, die Schwächung der Organfunktionen oder der Blutbildung sind Veränderungen dieses Typs.

— Induzierung stochastischer Wirkungen

- a) *Beobachtungen am Menschen:* Durch Strahlen induzierte maligne Veränderungen haben im Strahlenschutz besondere Bedeutung. Die Kommission betont daher die weiterhin bestehende Notwendigkeit, die Häufigkeit der verschiedenen Typen maligner Veränderungen bei Gruppen zu bestimmen, die mit einer bekannten Dosis bestrahlt werden (aus medizinischen oder anderen Gründen) und die über lange Zeiträume hinweg umfassend beobachtet werden können, um festzustellen, ob sie höher liegt, als es den normalen Erwartungen entspräche. Der ideale Beobachtungszeitraum umfaßt mehrere Jahrzehnte, während derer weitere strahleninduzierte Tumore nachweisbar werden könnten.

Besondere Aufmerksamkeit sollte gerichtet werden auf die Dosimetrie, auf Dauer und Aussagekraft von follow-up-Studien, die Vergleichbarkeit von Kontrollserien, den Einfluß

von Geschlecht, Alter, Expositionszeit, die durch strahleninduzierte Tumore verursachte Sterblichkeit, die mit der Dosis oder anderen Faktoren variierende Latenzzeit zwischen Bestrahlung und Nachweis von Tumoren, den Einfluß der Strahlenqualität (LET), die dosisabhängige Veränderung dieses Einflusses (RBE) und die Art der Dosis/Wirkungs-Beziehung.

Gruppen von Patienten, die wiederholten oder umfangreichen radiologischen diagnostischen Untersuchungen ausgesetzt waren, werden immer dann überprüft, wenn vollständige Protokolle, z. B. zur Häufigkeit des Todes durch maligne Krankheiten, verfügbar sind.

Statistische Erhebungen an Patienten, die bei der Behandlung nicht maligner Krankheiten mittleren Strahlendosen von innen oder außen ausgesetzt waren, sollten zusätzliche Werte für die Abschätzung des Risikos der Krebsinduzierung in relevante Organe erbringen. Diese Erhebungen haben nur dann einen Sinn, wenn Kontrollwerte über die Anzahl der Krebserkrankungen von Patienten, die an derselben Krankheit litten, aber nicht bestrahlt wurden, erstellt werden können. Diese Untersuchungen sollten außerdem einige Anleitung zu den Sicherheitsanforderungen bei diesen Therapiemethoden erbringen. Ähnliche Studien zur Bestrahlungstherapie bei malignen Erkrankungen — sei es diese Therapie allein oder in Verbindung mit einer Chemotherapie — könnten ebenfalls dazu beitragen, die möglichen Folgewirkungen und die geeignete Behandlung zu definieren, um die Häufigkeit dieser Schäden auf ein Mindestmaß zu reduzieren. Außerdem könnten diese Arbeiten einen möglichen Synergismus von Strahlung und chemischen Substanzen oder eine größere Anfälligkeit bestimmter Gewebe bei bestimmten Krankheiten gegen die durch Strahlen hervorgerufene Karzinogenese aufzeigen.

- b) *Untersuchungen an Tieren:* Um den Mechanismus der Krebsinduktion klären zu können, sind grundlegende, experimentelle Arbeiten zur Natur dieses Phänomens und zur Häufigkeit, mit der maligne Veränderungen besonders durch niedrige Dosen und niedrige Dosisleistung wahrscheinlich induziert werden, erforderlich. Solche Informationen können eine Grundlage schaffen, von der aus auf die Häufigkeit geschlossen werden kann, mit der maligne Veränderungen als Folge der noch niedrigeren Dosen erwartet werden müssen, die bei berufsbedingter oder anderer Strahlenexposition auftreten. Hierzu werden Dosis/Wirkungs-Beziehungen bei niedrigen Dosen, mikrodosimetrische Untersuchungen sowie der Vergleich von Strahlungen hoher und niedriger LET und der Dosisprotraktion durchgeführt werden. In Untersuchungen, die die Vorgänge nach einer Inkorporation von Radionukliden betreffen, werden folgende Para-

meter berücksichtigt: Aufnahme (durch Nahrungsaufnahme oder Einatmen), Strahlenqualität, biologische Halbwertszeit, Verteilung auf die Organe, Affinität zu bestimmten Geweben, Inhomogenität der Ablagerung, Stoffwechsel und Ausscheidung, ferner Untersuchungen über den Nutzen oder möglichen Schaden chelatbildender Substanzen.

Besondere Aufmerksamkeit wird der Veränderung der Faktoren beigemessen, die den karziogenen Prozeß wahrscheinlich beeinflussen. Diese Faktoren sind endogen — wie Alter, Geschlecht, Hormone, Viren, Immunsystem und lokale Gewebereaktionen — sowie exogen — wie einige Aspekte der Kokarzinogenese und synergistische Effekte.

Die exakte Identifizierung gefährdeter Zellen sowie früher und intermediärer Abläufe von Vorgängen während der Karzinogenese erfordert die Entwicklung neuer Methoden (einschließlich biochemischer und immunologischer Marker). Außerdem sollten die Zusammenhänge zwischen mutagenen und kanzerogenen Wirkungen geklärt werden.

Die Standardisierung der Tierversuche, der Tumornomenklatur und die quantitative Bestimmung der morphologischen Endstadien wird fortgesetzt.

— Induzierung nicht-stochastischer Wirkungen

Wenn angemessene Verfahren und Dosis-Höchstwerte für den Strahlenschutz festgelegt werden sollen, ist es wichtig, die Formen nicht-stochastischer Wirkungen zu kennen, die durch Strahlung beim Menschen induziert werden können. Außerdem müssen die Schwere dieser verschiedenen Effekte und die Dosishöhe, bei denen sie mit Sicherheit induziert werden, bekannt sein. Es ist besonders wichtig, Informationen über solche Wirkungen zu erhalten, die durch Dosen hervorgerufen werden, die sich auf einige Zehntel eines Sievert pro Jahr belaufen und dies während vieler Jahre oder Jahrzehnte.

Diese praktische Voraussetzung gilt besonders für die Gewebe oder Organe, in denen die Krebsinduzierungsquote pro absorbierte Doseinheit wahrscheinlich niedrig ist, während die jährliche Höchstdosis für Gewebe wie Knochen, Haut und Schilddrüse weniger über eine mögliche Induzierung maligner Erkrankungen zu bestimmen ist als über die von schädlichen nicht-stochastischen Veränderungen.

An Menschen und Tieren werden Daten gesucht werden, über die gesamte akkumulierte Dosis, die verteilt über einen längeren Zeitraum des menschlichen oder tierischen Lebens verabreicht wurde und die dieselben Wirkungen zeigt wie jene, die durch eine einzige Dosis hervorgerufen werden.

Zur Lösung dieser Fragen ist daher eine Überprüfung sowohl der Wirkungen beim Menschen als auch der experimentell bei Tieren induzier-

ten Wirkungen notwendig. Beim Menschen ist es wichtig, die Dosis zu untersuchen, oberhalb der verschiedene nicht-stochastische Effekte beobachtet werden. Dies gilt besonders im Verlauf der Strahlentherapie, bei der entsprechende Dosiswerte erreicht werden. Wo es möglich ist, sollen jedoch auch die Strahlenwirkungen bei hoher LET und die Auswirkungen nach Radionuklidtherapie beobachtet werden. Untersuchungen der Pathogenese dieser Wirkungen werden wahrscheinlich die Bedeutung der Reparationsmechanismen klären.

In diesem Zusammenhang ist es ferner erforderlich, die Unterschiede zwischen den Reaktionen normaler und kranker Gewebe auf Bestrahlung zu erfassen. In vielen Fällen kann erwartet werden, daß die akkumulierte Dosis, die zu malignen Veränderungen in einem Gewebe führt, außerdem auch nicht maligne Veränderungen hervorgerufen oder initiiert hat. Alle Wechselwirkungen zwischen der Entwicklung dieser beiden Wirkungsarten ebenso wie der Einfluß nicht maligner Veränderungen auf die Häufigkeit der Krebserkrankungen sind wichtig. Die Untersuchung des frühen Entwicklungsstadiums von späten, nicht-stochastischen Wirkungen könnte sich ebenfalls für die Beurteilung der Wahrscheinlichkeit solcher Spätwirkungen als relevant herausstellen.

Im Hinblick auf Gefahren durch Bestrahlung während der Schwangerschaft müssen teratogene Wirkungen speziell auf folgende Detailfragen hin untersucht werden: mögliches Vorhandensein eines Schwellenwertes, Einfluß der LET, mögliche Inaktivierung, Erholung oder Wiederherstellung embryonaler Zellen, Beziehungen zwischen der Schädigung von Einzelzellen des Embryos, größere Störungen in der Entwicklung des Fötus und Dosis/Wirkung-Verhältnis in verschiedenen Stadien der embryonalen Entwicklung.

Die Häufigkeitsraten der unterschiedlichen Formen von Entwicklungsdefekten (meistens des Nervensystems) durch Strahleninduktion beim Menschen und bei jeder Art experimenteller Modelle sollten weitgehendst übereinstimmen.

Eine nicht-spezifische Verkürzung der Lebenszeit durch ionisierende Strahlungen ist noch ungewiß, sollten die experimentellen Arbeiten diesbezüglich Hinweise erbringen, so wären die entsprechenden Mechanismen zu untersuchen.

4.1.5. Genetische Wirkungen ionisierender Strahlung

Eine Untersuchung der Strahlenwirkungen auf genetisches Material ist wichtig, weil Strahlung zu einem erhöhten Auftreten chromosomaler Defekte und zu Erbkrankheiten führen kann und weil detaillierte Analysen der komplizierten Reaktionsfolgen erforderlich sind, mit denen die bestrahlten Zellen prämutagene oder präkanzerogene Schädigungen verbreiten. Die Hauptaufgaben dieses Sektors bestehen darin, Informationen zu folgenden Problemen zu liefern:

- Bewertung der durch Strahlung verursachten genetischen Schäden beim Menschen mit Hilfe der gängigen Methoden (direkte Messung und Methode der Verdoppelungsdosis). Um hier zu Ergebnissen zu gelangen, müssen Messungen der Häufigkeit von Geburten mit Erbkrankheiten, Bestimmung der Werte der Verdoppelungsdosen und Messungen der auftretenden genetischen Defekte pro rad durchgeführt werden.
- Verständnis der Faktoren, die das Auftreten der Schädigung steuern oder verhindern. Die bisher durchgeführte Forschung ermöglicht es heute, einige Vorgänge der DNS-Reparation in menschlichen Zellen genetisch und biochemisch zu beschreiben. Die Forschung zur Klärung der Mechanismen anzuregen, würde nicht nur bedeuten, daß diese Arbeiten fortgesetzt würden, sondern es könnten letztlich neue Möglichkeiten gefunden werden, Wechselwirkungen und Effekte vorauszusagen, Beziehungen zwischen Mutagenese und Karzinogenese zu erfassen und Strahlenschäden vorzubeugen oder davor zu schützen. Außerdem sollten Methoden beschleunigt entwickelt werden, durch die sensitive Individuen nachgewiesen werden könnten und darunter solche, die für Erbkrankheiten heterozygot sind, wodurch eine Reparationschwäche gegeben ist, und die gegenüber mutagenen und karzinogenen Faktoren erhöht anfällig sind.

Um diese Ziele zu erreichen, liegt in dem im folgenden vorgeschlagenen Programm der Schwerpunkt — wo immer es möglich ist — auf der direkten Analyse des menschlichen Systems. Allerdings wird der Einsatz von experimentellen Arten überall dort beibehalten, wo keine zuverlässige Alternative gegeben ist.

— Beurteilung und Analyse von genetischen Schäden in Eukaryoten

Spontan auftretende Genmutationen und Chromosomenaberrationen treffen den Menschen empfindlich, denn sie sind für einen wesentlichen Teil spontaner Fehlgeburten und bei überlebenden Neugeborenen für angeborene Mißbildungen sowie für geistige und körperliche Störungen verantwortlich. Nach UNSCEAR beträgt die Häufigkeit natürlich auftretender Erbängel und Erbkrankheiten in der menschlichen Bevölkerung etwa 1 % bei dominanten und X-Chromosom gebundenen Krankheiten, 0,1 % bei rezessiven Krankheiten, 0,4 % bei Chromosomendefekten und 9 % bei angeborenen Mißbildungen, die von vielen Faktoren beeinflussbar und unter unregelmäßig vererbten Bedingungen entstanden sind. In Anbetracht der bekannten Tatsache, daß Strahlenwirkungen Mutationen und Chromosomenanomalien hervorrufen können, ist es daher besonders wichtig, die vorhandenen Methoden zum Nachweis von genetischen Strahlenwirkungen so weit wie möglich zu verbessern und nach Analyse der Induktionsmechanismen eine zusammenfassende Liste der verschiedenen Faktoren und Umstände zu erstellen, die für ein Ansteigen der Häufigkeitsraten eine Rolle spielen könnten.

Da das menschliche System detaillierten genetischen Analysen gewöhnlich nicht zugänglich ist, wird ein wesentlicher Teil der Forschung an anderem eukaryotischem Material durchzuführen sein. Aus der Ähnlichkeit in der Organisation der Chromosomen (DNS, Histone, usw.) und der Zellorganellen ergibt sich, daß viele Induktionsmechanismen der Kern- und Zytoplasmachäden mit denen in menschlichen Zellen übereinstimmen. Das Programm umfaßt folgende Punkte:

- a) Verbesserung und Entwicklung von Meßsystemen und Versuchsmethoden zum Nachweis induzierter Veränderungen in menschlichen somatischen und Keimzellen;
- b) Klärung der Mechanismen, die zur „non-disjunction“ der Chromosomen und anderen Alternationen führen, Untersuchungen zur Beziehung zwischen Chromosomenstruktur und -verhalten (Heterochromatin, Synaptinomal-Komplex und Satellit-Assoziation);
- c) Untersuchung möglicher Zusammenhänge zwischen Strahlenempfindlichkeit, Reparation und Segregationsanomalien;
- d) spezifische Untersuchungen über Wechselwirkungen und Beziehungen zwischen den biologischen Wirkungen der Strahlungen und anderer Umweltagentien;
- e) einige ausgewählte Untersuchungen zur Klärung der Strahlenwirkung auf das Genom der Mitochondrien und seine Bedeutung für das Überleben der Zelle.

— Dosis/Wirkung-Beziehung

Es ist außerordentlich schwierig, beim Menschen die Beziehung zwischen Dosis und Wirkung zu erfassen, da nicht genügend Daten zur Verfügung stehen und da die quantitative Extrapolation von Versuchsergebnissen auf die beim Menschen vorliegenden Verhältnisse ernste Probleme stellt. In Anbetracht der Bedeutung der Dosis/Wirkung-Beziehung für die Beurteilung des Strahlenrisikos umfaßt das Programm folgende Themenbereiche:

- a) Epidemiologische Erhebungen über die Beziehungen zwischen aufgenommener Dosis, Häufigkeit der Fehlentwicklungen von Lymphozyten und von biologischen Spätfolgen der Exposition (Aplasie der Keimzellen und induzierte Wirkungen bei lebend- und totgeborenen Kindern);
- b) Bestimmung der *in-vivo* Kinetik von Lymphozyten, um die Dosen bei nicht gleichmäßiger Exposition leichter auswerten zu können;
- c) Untersuchungen mit Versuchssäugetieren (wenn möglich einschließlich Primaten), um mehr genetische und zytogenetische Daten zu sammeln, die für die quantitative Extrapolation genetischer Strahlenschäden auf den Menschen von Nutzen sein können;
- d) Studien zur Bewertung der Methoden und Ausgangshypothesen, die bei einer Risiko-

abschätzung durch Extrapolation von somatischen auf Keimzellen und von Versuchsarten auf den Menschen eingesetzt werden;

- e) Untersuchungen über die Induzierung von Mutationen in Keim- und somatischen Zellen bei sehr niedrigen Dosen sowie Entwicklung von Techniken zur Erleichterung dieser Untersuchungen.

— Biochemie und Genetik der Strahlenempfindlichkeit und Reparationsvorgänge

Die Forschung, die sich mit solchen menschlichen Zellen befaßt, die zu Reparationsschwäche führende Mutationen aufweisen, konnte auf den inzwischen gut fortschreitenden Erkenntnissen der Reaktionsfolgen bei der Wiederherstellung der DNS in Mikroorganismen aufbauen. Sie konnte nachweisen, daß die Mechanismen der Reparation von DNS-Schäden für die menschliche Gesundheit von großer Bedeutung sind. Mehrere spezifische Faktoren greifen das Reparationsvermögen an. Einer ganzen Reihe von Erbkrankheiten, mit denen erhöhte Strahlenempfindlichkeit und Krebsanfälligkeit einhergehen, liegen Mängel in der DNS-Reparation zugrunde.

- Ein großer Teil der geplanten Forschung soll an Säugetier- und insbesondere an menschlichen Systemen durchgeführt werden. Für eine weitergehende Analyse und für die Ausarbeitung komplexer biochemischer und genetischer Mechanismen wird jedoch der Einsatz von anderem als Säugetiermaterial notwendig sein.

Das Programm umfaßt folgende Themen:

- a) Überprüfung der Strahlenempfindlichkeit verschiedener menschlicher Zellen (Fibroblasten, Lymphozyten usw.), die zum einen von normalen „Kontroll“-Gruppen und zum anderen von Gruppen stammen, deren Vertreter Krankheiten mit erhöhter Empfindlichkeit gegenüber mutagenen Umweltfaktoren aufweisen. Wo es möglich ist, sollen die unter Einzelpersonen auftretenden Unterschiede der Strahlenempfindlichkeit gründlich untersucht werden.
- e) Identifizierung sowie genetische und biochemische Charakterisierung verschiedener Zelltypen von Säugetieren, die unterschiedliche Empfindlichkeit und Reparationsschwäche bei DNS-Schädigung aufweisen.
- c) Enzymologische Untersuchung der Reaktionsfolgen bei der DNS-Reparation (sie sind bisher an Mikroorganismen, deren normale Biochemie und Genetik gut bekannt sind, am gründlichsten untersucht worden) sowie Arbeiten zur biochemischen Spezifität und biologischen Bedeutung von DNS-Verletzungen in Säugetiersystemen. Dabei sollen Proteine, die spezifische Verletzungen erkennen können, als analytische Mittel eingesetzt werden. Auf diese Weise sollen die enzymatische Wiederherstellung und der Einfluß der Verletzungen auf Mutation, Rekombination und Chromosomenaberrationen verfolgt werden.

- d) Untersuchungen der Mutagenese und der Rolle der in der Säugetierzelle vorhandenen und in die Zelle induzierbaren Reparatursreaktionen. In diesem Teil des Programms werden mehrere kürzlich aus *Drosophila* isolierte Mutanten, die keine DNS-Reparaturen ausführen können, eingesetzt. Bei dieser Gelegenheit kann die Rolle der DNS-Reparaturreaktionen bei einer durch Strahlen induzierten genetischen Schädigung an einem eukaryotischen Modellsystem untersucht werden.
- e) Analyse der Beziehungen von DNS-Reparatur und Mechanismen, die in Zusammenhang mit der Karzinogenese stehen.

4.1.6. Abschätzung des Strahlenrisikos

Im Strahlenschutz benutzte Konzepte werden in den Mitgliedstaaten in verschiedener Weise angewandt. Aus diesem Grunde muß versucht werden, allgemein gültige Methoden für eine möglichst exakte und möglichst objektive Bewertung von Strahlenfolgen für den Menschen und seine Umwelt zu entwickeln. Die dabei erzielten Ergebnisse werden auch benötigt, wenn über Fragen des Standortes und der Art der Energieversorgung entschieden werden soll. Die 1977 von ICRP empfohlenen neuen Grundsätze für die Optimierung und Limitierung im Strahlenschutz beruhen auf einem Konzept von Risiko und Schädigung und erfordern die Beurteilung realistischer Beziehungen zwischen dosimetrischen Größen und genetischen und karzinogenen Risiken. Neue dosimetrische Größen und Konzepte sind entwickelt worden. Darunter befinden sich die effektive Äquivalentdosis und der Äquivalentdosisindex zur Beschreibung der individuellen Exposition sowie die kollektive Dosis und die kollektive Folgedosis für die Bewertung des kollektiven gesundheitlichen Schadens. Die praktische Anwendung dieser neuen Begriffe muß getestet und ihre Beziehung zu meßbaren Größen bestimmt werden.

Dabei sind drei Problemkreise in Betracht zu ziehen:

Der erste betrifft die *Bewertung individueller und kollektiver Dosen*, die sich aus normaler Ableitung und unbeabsichtigtem Freiwerden radioaktiver Substanzen ergeben. Die Bewertung der Dosen muß sich auf Daten berufen, die bei Untersuchungen des Radionuklidtransportes in der Umwelt ermittelt wurden (siehe Abschnitt 4.1.2.). Sie sollte zu einer genaueren Bestimmung der Dosisverteilung innerhalb der Bevölkerung und der Größe der kollektiven Dosis unter Berücksichtigung der natürlichen Grundstrahlung führen. Außerdem sind Modelle erforderlich, um jede wahrscheinliche Einwirkungsmöglichkeit auf den Menschen und seine Umwelt zu untersuchen, die den gesamten nuklearen Brennstoffkreislauf miteinfassen.

Was die augenblicklich befürwortete Optimierung des Strahlenschutzes anbetrifft, so müssen auch alle Risiken mitherücksichtigt werden, die sich aus menschlichen Aktivitäten ergeben, bei denen ionisierende Strahlen eingesetzt oder die Strahlungsverhältnisse beeinflußt werden, wie medizinische Anwendungen und technologisch erhöhte Radioaktivi-

tät. Das Programm wird in sukzessiven Phasen die zu untersuchenden Themen ermitteln, die Bewertung der Dosen, denen Arbeitskräfte und Bevölkerung ausgesetzt waren, erarbeiten und die Forschung über mögliche Schutzmaßnahmen und ihre Kosten umfassen.

Der zweite Problemkreis umfaßt methodologische Forschung zur Bestimmung des Schadens (detriment). Sie muß die Ergebnisse auswerten, die durch die experimentellen und epidemiologischen, in den entsprechenden Abschnitten des Programms beschriebenen Untersuchungen erzielt wurden. Dabei sollten zwei Problemgruppen behandelt werden: die Probleme der Bestimmung des Detriments im Falle mittlerer oder hoher Exposition nach einem Unfall und die Probleme im Zusammenhang mit niedrigen Dosen — und dies insbesondere bei allen berufsbedingt exponierten Personen.

Der dritte Problemkreis betrifft die Beurteilung ökonomischer und sozialer Konsequenzen bei einer Bestrahlung. Dies ist ein neues Thema, das entwickelt werden sollte, damit Hinweise zur „Optimierung“ der Strahlenschutzmaßnahmen gegeben werden können. Diese Maßnahmen sollten sich darauf stützen, Bestrahlungswerte „as low as reasonably achievable (ALARA)“ vorzusehen, die wiederum an die in Europa gegebenen Bedingungen angepaßt sind.

4.2. Durchführung

Die Durchführung der vorausgegangenen Programme hat gezeigt, daß die „indirekte Aktion“ — in Verbindung mit einem leistungsfähigen Management, das die Unterstützung des BPA erfährt, und auf der Grundlage sorgfältiger Forschungsbewertung — die geeignete Methode ist, dieses Forschungsprogramm der Gemeinschaft zu realisieren. Einige Aspekte dieses Systems können verbessert werden; in jedem Fall jedoch muß die Belastung der Vertragsnehmer und der Wissenschaftler mit Verwaltungsaufgaben „as low as reasonably achievable“ gehalten werden.

4.2.1. Beteiligte Laboratorien

Entsprechend der seit Beginn des Gesamtprogramms verfolgten Leitlinien wird sich die Kommission bemühen, die Zusammenarbeit auf der Basis von Kostenteilungsverträgen mit den geeigneten, auf den verschiedenen Hauptgebieten tätigen nationalen Institutionen und Hochschulen zu organisieren. In Anbetracht der begrenzten finanziellen Mittel, der Vielzahl der verschiedenen wissenschaftlichen Aspekte der Strahlenschutzforschung und der geographischen Entfernung zwischen den Forschungsgruppen, die über die notwendigen speziellen Qualifikationen verfügen, sind kooperatives Vorgehen und organisierte Verteilung der Aufgaben erforderlich. Außerdem wird die Arbeit der „Gruppe Biologie“ der Kommission in Ispra weiterhin einen integralen Teil des Programms darstellen und bestimmte im Rahmen der Vertragsprogramme durchgeführte Forschungsaufgaben ergänzen und unterstützen.

4.2.2. Management

Die Kommission — unterstützt vom BPA — wird für das Programm-Management und für die Verträge verantwortlich sein. Sie wird ferner für eine enge Zusammenarbeit mit den einschlägigen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in den Mitgliedstaaten sorgen. Zweifellos hat der BPA einen direkten Einfluß auf das Management des Strahlenschutzprogramms der Kommission, und aufgrund des nationalen Status seiner Mitglieder hat er auch Einfluß auf die Programme der Mitgliedstaaten.

4.2.3. Koordinierung

Optimale Durchführung und Koordinierung sind ein Hauptanliegen des BPA, wenn er Forschungsvorschläge und Verträge bewertet und Stellung nimmt zu ihrer Relevanz und Integration in das Programm und zur Auswahl der Laboratorien, denen die Aufgaben anvertraut werden sollen.

Besondere Aufmerksamkeit wird der Koordinierung während des Programms gelten. Treffen von Studiengruppen, Symposien und Konferenzen haben sich als besonders wirksame Mittel zur Förderung der Koordination herausgestellt, weil sie wissenschaftlicher Arbeit entsprechen und von den Wissenschaftlern günstig aufgenommen werden. An diesen auf die Beurteilung bestimmter Themenkreise des Programms ausgerichteten Tagungen werden an dem Vertragsprogramm beteiligte Forscher, Wissenschaftler aus nicht beteiligten Laboratorien oder Organisationen sowie wissenschaftliche Mitarbeiter der Kommission anwesend sein.

Existierende Gelegenheiten zum Informations- und Erfahrungsaustausch zwischen den Vertragspartnern sollten durch mögliche, zeitlich befristete Arbeitsaufenthalte der in dem Vertragsprogramm engagierten Forscher ergänzt werden. Die bisherigen Erfahrungen haben gezeigt, wie nützlich eine erhöhte Mobilität der Wissenschaftler für die Partner der Kommission ist, dadurch daß die Forscher für Zeiträume von einigen Monaten bis zu zwei Jahren in Vertragslaboratorien arbeiten können.

Die Verbindungen mit den wichtigsten internationalen, auf dem Gebiet des Strahlenschutzes tätigen Organisationen werden aufrechterhalten.

4.2.4. Bewertungsmaßstäbe

Seit der Einsetzung des BPA im Jahre 1968 sind Maßstäbe für die Bewertung der Programme entwickelt worden, jedoch war größere Flexibilität notwendig, um sie in der Strahlenschutzforschung anzuwenden. In diesem Programm arbeiten Hochschulen und nationale Institutionen mit, die auf so unterschiedlichen Gebieten wie Immunologie und Statistik tätig sind. Vom BPA und den Dienststellen der Kommission wird eine Bewertung zu drei verschiedenen Zeitpunkten durchgeführt.

Die Beurteilung von Forschungsvorschlägen *vor dem Beginn eines Projekts*: Hierbei werden die Vorschläge in Übereinstimmung mit den vereinbarten Leitlinien des Programms angenommen oder abgelehnt, geändert oder angepaßt.

Der Verlauf eines Projekts wird jährlich überprüft, auch hier wieder um die Abwicklung zu billigen oder erforderlichenfalls Änderungen und Neuorientierungen vorzunehmen und den Vertragspartnern eventuell neue Empfehlungen zu machen:

- Die erzielten Ergebnisse werden überprüft und jährlich ausgewertet, wenn die Kommission den Jahresbericht „Strahlenschutz“ vorlegt, der die Ergebnisse des abgelaufenen Jahres aus allen Projekten darlegt. In dieser Beziehung stellen die wissenschaftlichen Veröffentlichungen, die in den Jahresberichten zitiert werden, und die auf die Ergebnisse des Gemeinschaftsprogramms aufmerksam machen, ein wichtiges Element für die Beurteilung dar.
- Ebenfalls jährlich werden die geplanten Aktivitäten bei der Diskussion des „Arbeitsprogramms für das nächste Jahr“ bewertet.
- Schließlich werden spezielle Forschungsgebiete bei Tagungen der Studiengruppen und in direkten, individuellen Kontakten beurteilt.

Am Ende des Projekts werden die Ergebnisse ausgewertet: Die Beurteilung stützt sich auf abschließende und zusammenfassende Berichte sowie Monographien.

4.2.5. Verbreitung der Kenntnisse

Die wissenschaftlichen Forschungsergebnisse des Programms erscheinen in Artikeln, die in wissenschaftlichen Zeitschriften, in den Euratom-Berichten, in den von der Kommission herausgegebenen Monographien und in den Tagungsberichten über die Symposien und Seminare veröffentlicht werden.

4.3. Mittelausstattung

Die Kommission strebt die größtmögliche Effizienz beim Einsatz der für die Durchführung dieses Programms zur Verfügung gestellten Mittel an. Da es sich im wesentlichen um ein Programm indirekter Aktionen handelt, muß den Verträgen der Hauptanteil zugewiesen werden.

4.3.1. Personal

Die Kommission schlägt für den Zeitraum 1980 bis 1984 einen Personalbestand von 64 Bediensteten vor. In diesem Zusammenhang muß daran erinnert werden, daß 1973 ein Personalbestand von 97 Bediensteten genehmigt war und im Jahr 1976 68 Bedienstete, zu denen weitere 10 Ortskräfte für die Gruppe Biologie in Ispra hinzugezählt werden müssen, die im Budget vorgesehen waren.

4.3.2. Budget

Die Kommission hat die Gesamtkosten des Programms für den Zeitraum 1981 bis 1984 auf 58,2 Millionen ERE veranschlagt, dazu kommen etwa 10 Millionen ERE für das Jahr 1980, die voll durch die Mittelzuweisungen von 39 Millionen ERE für die Periode 1976 bis 1980 gedeckt sind.

Verglichen mit dem laufenden Programm ist dies sicherlich in absoluten Beträgen gesprochen eine

substantielle Erhöhung. Im Hinblick jedoch auf die allgemein anerkannte große soziale Bedeutung des Strahlenschutzes, seine Bedeutung für die Sicherstellung der Energieversorgung und die daraus resultierenden hohen Anforderungen an die radiobiologische Forschung wird dieser Betrag als notwendig veranschlagt, um ein ausgeglichenes Programm, das alle Prioritäten berücksichtigt, durchzuführen. Das Programm stützt sich auf eine Neuorientierung und Weiterentwicklung des gegenwärtigen Programms, wobei Weiterentwicklung, die neue Gesichtspunkte wie die Risikoabschätzung und die Behandlung der akuten, insbesondere lokalen Bestrahlung unterstreicht.

Die Expansion wird bewußt in Grenzen gehalten und wird sich nur auf die vertraglichen Aktionen beziehen, denen mehr als 81 % der Gesamtmittel zufließen werden (weniger als 7 % für das Management und die Verwaltung des Programms).

Folgende spezifische Fakten wurden der Budgetschätzung von 58,2 Millionen ERE zugrunde gelegt:

- die Ausgaben des Jahres 1980, das ursprünglich als letztes Jahr des laufenden Programms 1976 bis 1980 vorgesehen war (10 Millionen ERE);
- die Notwendigkeit, der Kostensteigerung bis zu einem gewissen Grad Rechnung zu tragen (+ 6 % pro Jahr);
- die Wiederanhebung der Beteiligung der Kommission an den Vertragsausgaben von derzeit durchschnittlich 33 % auf den früheren Stand von 40 %. Dies garantiert einen wesentlichen Anteil der Kommission an den gemeinsamen Anstrengungen in der europäischen Strahlenschutzforschung. Zudem und insbesondere gestattet es die Mobilität der Forscher in europäischen Laboratorien;
- eine begrenzte Expansion (+ 15 % für Vertragsaktivitäten).

Der Betrag von 10 Millionen ERE für das Jahr 1980 wird vollständig durch die Budgetzuweisung von 39 Millionen ERE für den Zeitraum 1976 bis 1980 gedeckt. Darin sind enthalten:

- die Personalausgaben, laufenden Verwaltungsausgaben und die Ausgaben für die Benutzung der wissenschaftlichen und technischen Dienste der gemeinsamen Forschungsstelle Ispra durch die Gruppe Biologie, entsprechend dem Haushaltsvorentwurf 1980;
- die finanzielle Beteiligung der Gemeinschaft an Verträgen für das Jahr 1980 oder nicht beanspruchte Mittel aus früheren Jahren, die innerhalb des Höchstbetrages von 1976 bis 1980 (39 Millionen ERE) genehmigt worden waren.

Der Betrag von 10 Millionen ERE für das Jahr 1980 ist keineswegs das Ergebnis einer Programmexpansion, sondern ergibt sich aus folgenden Faktoren:

- den Inflationsraten innerhalb des Zeitraums 1976 bis 1980
- dem Ansatz der „Bruttobezüge“ anstelle der „Nettobezüge“, wie früher verfahren wurde.

Zusammenfassende Berechnung:

	in Millionen ERE
Budget 1980	10,0
Budget 1981 bis 1984 berechnet auf der Grundlage des Budgets 1980 zuzüglich 6 % Steigerung pro Jahr	46,4
Wiederherstellung einer Beteiligung an Verträgen von durchschnittlich 40 %	+ 6,9
Ausweitung bestimmter Aktivitäten, Berechnungsgrundlage: Ausweitung des Vertragsprogramms um 15 %	+ 4,9
insgesamt 1981 bis 1984	58,2
insgesamt 1980 bis 1984	68,2

4.3.3. Finanzielle Aufschlüsselung

Zur Orientierung ergibt sich folgende Aufschlüsselung nach Ausgabenkategorien:

	in Millionen ERE			
	1980	1981 bis 1984	Total	%
Forschungen im Vertragswege	7,770	47,800	55,570	81
finanzielle Beteiligung an Forschungsverträgen	(5,850)	(38,9)		
Aufwendungen für im Rahmen der Verträge arbeitendes Personal der Kommission	(1,920)	(8,9)		
Gruppe Biologie, Ispra	1,410	6,500	7,910	12
Forschungsaufwendungen	(0,110)	(0,5)		
Aufwendungen für Infrastruktur und techn. Unterstützung	(0,330)	(1,5)		
Personalausgaben	(0,970)	(4,5)		
Management und Verwaltung	0,830	3,900	4,730	7
Aufwendungen für Sachverständige, Sitzungen usw.	(0,140)	(0,7)		
Personal für die zentrale Verwaltung	(0,690)	(3,2)		
insgesamt	10,010	58,200	68,210	100

Anlage I

Forschung 1976 bis 1978

Übersicht über einige wissenschaftliche Ergebnisse

Die Forschungsergebnisse des Programms „Strahlenschutz“ der Europäischen Gemeinschaften helfen die wissenschaftlichen Grundlagen zu vertiefen, die eine verlässliche Beurteilung der biologisch-ökologischen Folgen der Anwendungen ionisierender Strahlung und der Tätigkeiten im Bereich der Kerntechnik ermöglichen sowie den bestmöglichen Schutz des Menschen und seiner Umwelt gewährleisten. Diese Forschungsarbeiten tragen zur genaueren Abschätzung des Strahlenrisikos und zum Abbau von Unsicherheiten und Widersprüchen bei.

Das Programm umfaßt derzeit 130 Verträge mit ca. 240 Forschungsvorhaben; mehr als 500 Forscher sind ganz oder teilweise beteiligt.

In den ersten drei Jahren des laufenden Programms sind etwa 1 800 Einzelveröffentlichungen in wissenschaftlichen Zeitschriften erschienen; zahlreiche Monographien, Proceedings, technische Berichte über Strahlenschutzdaten zeugen von großer wissenschaftlicher Aktivität.

Jährlich etwa 40 Symposien, Seminare, Treffen von Studiengruppen, von Experten und Ausschüssen mit etwa 1 000 Teilnehmern sorgen für Koordination, Stimulation und wirken katalytisch auf nationale, bi- und multilaterale Programme.

Die Kommission hat bei der Durchführung des Programms der Tatsache Rechnung getragen, daß:

- gesellschaftspolitische Ziele mehr und mehr Maßstäbe der Forschungspolitik im Strahlenschutz werden,
- die einzelnen Forschungsarbeiten noch stärker und in größerem Rahmen abzustimmen sind.

Die Kommission hat deshalb im Rahmen ihrer Möglichkeiten:

- langfristige Forschungsprogramme entwickelt,
- die Forschung auf den für die Öffentlichkeit wichtigen Gebieten intensiviert (z. B. Abschätzung des Strahlenrisikos),
- den Transfer von wissenschaftlichen Ergebnissen in die praktische Anwendung gefördert (z. B. Entwicklung von Personendosimetern, Diagnose und Behandlung von akuten Strahlenschäden, Durchführung von Vergleichsprogrammen),
- längerfristige Prognosen erarbeitet (z. B. Tritium-Studie),
- die schnelle Umsetzung wissenschaftlicher Erkenntnisse in politische Entscheidungsprozesse unterstützt (z. B. Erstellung von Strahlenschutz-Grundnormen, Erarbeitung von Grundlagen für Standortentscheidungen).

Die Kommission hat sich bei ihrer Arbeit an den folgenden Kriterien, die die Forschung in der Gemeinschaft positiv beeinflussen haben, orientiert:

- Verstärkung der interdisziplinären Thematik und Zusammenarbeit innerhalb der geförderten Arbeiten (z. B. Gruppenverträge, EULEP, CENDOS, Primary-effects Gruppe),
- Verbesserung der Information und der Kooperation zwischen Wissenschaftlern mit ähnlichen Arbeitsgebieten (z. B. Studiengruppen, Konferenzen, Austausch von Wissenschaftlern),
- Neuorientierung von Forschungsarbeiten entsprechend dem wissenschaftlichen Fortschritt (eine permanente Aufgabe in Zusammenarbeit mit dem BPA).

Aus der Fülle der wissenschaftlichen Ergebnisse der letzten Jahre lassen sich in kurzer Form nur einzelne Beispiele stellvertretend beschreiben. Deshalb werden im folgenden aus den Gebieten der Dosimetrie, der Umweltkontamination, der somatischen und genetischen Strahlenwirkungen sowie der Risikoabschätzung einige Details ausgewählt und dargestellt.

Strahlendosimetrie und ihre Interpretation

Es ist das Hauptziel der Dosimetrie, zu zuverlässigen Messungen und Berechnungen der absorbierten Dosis und der Dosisverteilungen zu kommen. Sie sind erforderlich für ein besseres Verständnis der biologischen Effekte, die es dann erlauben, das Strahlenrisiko genau zu beurteilen. Außerdem sind sie wesentlich, um den Schutz strahlenexponierter Arbeiter zu sichern.

- Kooperative Strahlenschutzforschung hängt weitgehend von dem Grad ab, zu dem Versuchsmethoden und -material standardisiert sind. Daher sind verschiedene Vergleichsuntersuchungen auf dem Gebiet der Dosimetrie durchgeführt worden, z. B. für Personendosimeter in der Röntgendosimetrie und für Neutronen. Alle diese Vergleichsuntersuchungen haben gezeigt, daß Versuchsanordnungen Mängel aufweisen, daß unterschiedliche grundlegende physikalische Daten bei der Bestimmung der absorbierten Dosis benutzt werden und daß bei den dosimetrischen Verfahren Diskrepanzen auftreten. Die Durchführung der Vergleichsuntersuchungen hat eine deutliche Verbesserung der Forschungsverfahren bewirkt und die Genauigkeit und Reproduzierbarkeit der Messungen gesteigert. In den letzten Vergleichsuntersuchungen in der Röntgendosimetrie hat

sich beispielsweise ergeben, daß früher beobachtete, starke Standardabweichungen in den Ergebnissen mehrerer Laboratorien eliminiert werden konnten, hierzu trugen besonders auch Besuche der Laboratorien bei.

- Bei den Messungen und der Berechnung von Parametern, die der Dosimetrie zugrundeliegen, sind große Fortschritte gemacht worden. Die Simulierung des Transports energiearmer Elektronen (10 eV—30 KeV) in Wasser wurde befriedigend abgeschlossen; Wirkungsquerschnitte, Bremsvermögen und W-Werte wurden für verschiedene Materialien und verschiedene Teilchen gemessen und die für die Transportrechnungen benutzten Wirkungsquerschnitt-Sammlungen erweitert. Einige Probleme bei der Messung der Komponenten einer Mischstrahlung von Neutronen- und Gamma-Strahlung wurden gelöst. Die Bahnen von Elektronen und geladenen Teilchen und die Entstehung von Sekundärteilchen und ihre radiale Verteilung wurden untersucht. Mikrodosimetrische Größen wurden bestimmt und auf Gewerbebereiche von 10 bis 100 mm Durchmesser ausgedehnt; sie wurden zur Definition der Strahlenqualität eingesetzt und in mikrodosimetrische Modelle eingeführt, die zur Interpretation von Mutations- und Überlebensdaten von Säugetierzellen entwickelt worden sind.
- Die Untersuchung fundamentaler Mechanismen in der Strahlenphysik hat interessante Möglichkeiten für den Einsatz der Lyolumineszenz bei der Dosimetrie von Strahlenunfällen aufgezeigt, da einige menschliche Gewebe Lyolumineszenzeigenschaften aufweisen.
- Es wurden grundlegende Probleme der mathematischen Analyse der Tumorinduzierung durch ionisierende Strahlung untersucht. Statistische Methoden zur Bewertung von Tumorarten und Tumorfrequenz als Funktion der Zeit nach der Bestrahlung wurden getestet. So konnte ein statistisch signifikantes Ansteigen der Entwicklung von Brusttumoren in Sprague-Dawley Ratten bei einer Dosis schneller Neutronen von nur 0,1 rad nachgewiesen werden. Die relative biologische Wirksamkeit (RBW) dieser Neutronen scheint bei niedrigen Dosen Werte von 100 und mehr zu erreichen. Bei höheren Dosen sinkt die RBW auf schon aus anderen Experimenten bekannte Werte ab.
- Es konnte gezeigt werden, daß Radionuklide, die energiearme beta-Teilchen oder Augerelektronen emittieren, wenn sie in verschiedenen Organen, Zellen oder Zellstrukturen inkorporiert sind, biologische Effekte hervorrufen, die weitgehend davon abhängen, ob Zerfallsort und strahlenempfindliche Strukturen übereinstimmen. Es hat sich herausgestellt, daß der Zellkern der Stammzellen in bezug auf Spätwirkungen ein kritisches Mikrovolumen ist. Auf der Grundlage von Messungen des turnover der Stammzellen, der Aufnahme von Radionukliden in den Stammzellkern und der Dosisberechnungen bei bestimmten Mikroverteilungen wurden verschiedene, veränderliche Faktoren definiert und berechnet, um die

biologische Wirkung pro Einheit der Aufnahme bestimmen zu können. Auf diese Weise konnten die Strahlenwirkungen bestimmter tritierter oder I-125-markierter, organischer Verbindungen mit denen anorganischen Tritiums oder I-125 im Hinblick auf die Festlegung der Inkorporationsgrenzen verglichen werden.

- Obwohl völlig befriedigende Personendosimeter für Neutronen noch nicht existieren, sind bei der Entwicklung der Albedo-Dosimeter und der Kernspur-Detektoren Fortschritte gemacht worden. Mit neuen Ätztechniken ist es jetzt möglich, die Bahnen von energiearmen Rückstoßkernen und von alpha-Teilchen sichtbar zu machen.
- Ein kleines Beta-Dosimeter für Dosismessungen an der Oberfläche von Beta-Quellen ist entwickelt worden. Mit seiner Hilfe können die Dosen für Finger, Hände und Unterarme genau bestimmt werden.

Verhalten und Kontrolle der Radionuklide in der Umwelt

Das Hauptziel des laufenden Programms besteht darin, die Daten zu erfassen, die in verschiedene Modelle zur Beschreibung des Radionuklidtransfers in der Umwelt eingeführt werden müssen, um so die Strahlenschäden zu bestimmen. Ein weiteres Ziel ist es, Methoden zur Bestimmung und Kontrolle möglicher Schädigung der Umwelt und ihrer Komponenten zu finden.

- Zahlreiche Ergebnisse sind zu radiochemischen, chemischen, biologischen und ozeanographischen Aspekten verschiedener Radionuklide und zum Transfer begleitender Schadstoffe in unterschiedliche marine Ökosysteme zusammengetragen worden. Besondere Aufmerksamkeit wurde dem Langzeitverhalten der Transurane, den möglichen synergistischen Effekten von Radionukliden und konventionellen Schadstoffen (Hitze, Chlorverbindungen usw.) und dem Verhalten stabiler und radioaktiver Isotope gewidmet. Mathematische Modelle zur Berechnung des Kreislaufs von Chemikalien in mariner Umgebung sind wesentlich verbessert worden. Durch diese Arbeiten ist die notwendige Prognosekapazität bei der Kontrolle der Umgebung von Wiederaufbereitungsanlagen und im Falle unfallbedingter radioaktiver Abgabe erweitert worden.
- Forschung zur Strahlenkontamination von Festland- und Frischwasserökosystemen war in der Hauptsache auf die Aktinide sowie auf einige wichtige Radioisotope mit langer Halbwertszeit wie H-3, Tc-99, I-129, Pu-239 und Pu-240 konzentriert. Eine empfindliche Methode zur Pu-Bestimmung in großen Bodenproben steht jetzt zur Verfügung. Dennoch müssen viele heute verfügbare Daten verbessert werden: z. B. muß die beobachtete, durch das Altern bewirkte Veränderung von Pu-Transferfaktoren gemessen und erklärt werden. Erste Beobachtungen der Eigenschaften von Technitium haben sowohl seine Mobilität als auch seine Toxizität für lebende Organismen aufgezeigt.

- Tritiumuntersuchungen haben ergeben, daß eventuell ein erhöhtes Risiko dort besteht, wo Tritium in lebende Organismen inkorporiert wird, bevor es in der Umgebung verdünnt wird.
- Arbeiten mit I-129 schreiten fort. Die entwickelte Extraktionsmethode wird jetzt bei Schilddrüsenproben eingesetzt, die in ausgewählten Gebieten der Gemeinschaft gesammelt wurden.
- Die Möglichkeiten einer Dekontaminierung landwirtschaftlicher Gebiete nach einem Unfall sind untersucht worden. Verschiedene Dekontaminierungsmethoden sind geprüft worden. Die Anwendung chelatbildenden Polyamins im Boden läßt bereits eine bedeutende Herabsetzung des Transfers einiger Aktivierungsprodukte vom Boden in die Pflanzen erwarten.

Somatische Sofortwirkungen ionisierender Strahlung

Die Hauptziele des Programms 1976 bis 1980 auf diesem Gebiet sind die Diagnose und die Behandlung akuter Strahlenschäden.

- Nach Ganzkörperbestrahlung mit einer vergleichsweise hohen Dosis zeigen als erstes die Stammzellen des blutbildenden Systems schwere Schäden. Beim Menschen befinden sich diese Zellen im Knochenmark. Im Prinzip könnte eine Person, die stark bestrahlt worden ist, durch Transplantation einer bestimmten Menge Knochenmark eines gesunden Spenders geheilt werden. Wie Versuche gezeigt haben, bietet dieses Verfahren in der Praxis jedoch viele Schwierigkeiten, die durch fortgesetzte Forschung schrittweise bewältigt werden. Zum Beispiel müssen Spender und Empfänger genetisch so nah verwandt wie möglich sein; anderenfalls reagiert das transplantierte Mark gegen den Empfänger und kann sogar seinen Tod verursachen. Dies ist die sogenannte „Graft versus Host“-Reaktion (G. v. H.). Die zur vollständigen Wiederherstellung des Patienten erforderliche Mindestzahl an Knochenmarkszellen ist jetzt bestimmt. Durch intensive Versuche mit Knochenmarkszellen vom Menschen und Affen kann die Aufrechterhaltung der Regenerationsfähigkeit dieser Zellen nach einer Lagerung jetzt garantiert werden. Die Mindestdosis bei Ganzkörperbestrahlung, die ein „Annehmen“ unter bestimmten Bedingungen erlaubt, ist ebenfalls bestimmt worden. Mehrere Methoden sind entwickelt worden, um die G.v.H.-Reaktion zu verhindern oder zu behandeln. In jüngster Zeit sind bei der Entnahme und dem Einsatz blutbildender Stammzellen aus dem peripheren Blut Fortschritte erzielt worden.
- Beträchtlicher Fortschritt ist auch bei der Klärung der durch ionisierende Strahlen induzierten Schäden an der Desoxyribonukleinsäure (DNS) geleistet worden. Physikalische, chemische und biologische Techniken sind bei der gründlichen Untersuchung der wichtigsten strahleninduzierten Schäden der Nukleinsäuren und ihrer Bestandteile erfolgreich angewendet worden. Ein umfangreiches Wissen über den Sitz und die

strukturellen Eigenschaften freier Radikale, über die die Reaktionskette bis hin zur stabilen chemischen Veränderung verläuft, konnte erlangt werden. Die letzteren sind detailliert untersucht worden und geben Anhaltspunkte über solche Veränderungen, die für biologische Fehlfunktionen mitverantwortlich sind. Biologische Schäden, wie Basenveränderungen und Strangbrüche sind an geeigneten Modellsystemen gut charakterisiert worden.

Somatische Spätwirkungen ionisierender Strahlung

In dem laufenden Programm wurde den somatischen Spätwirkungen nach akuter oder andauernder Bestrahlung oder Inkorporation von Radioisotopen besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Die Untersuchungen sind auf Bestrahlungswerte bei der medizinischen Diagnose und auf jene Radioisotope wie Plutonium und die anderen Aktinide, die möglicherweise zu den gefährlichsten zählen, konzentriert. Epidemiologische Untersuchungen bestrahlter Gruppen sind hinsichtlich der Risikoabschätzung beim biologischen Strahlenschutz von großer praktischer Bedeutung.

- EULEP hat seine Bemühung um eine erfolgreiche Koordination der Forschung auf dem Gebiet der somatischen Spätwirkungen fortgesetzt, wobei auf den folgenden Themen besonderer Nachdruck liegt: die Standardisierung der Versuchsbedingungen in den an der Erforschung der Spätwirkungen beteiligten Laboratorien, die Koordination bei der Planung entsprechender kooperativer Forschungsprojekte, die Durchführung spezieller Projekte auf dem Gebiet der karzinogenen und nichtkarzinogenen Spätwirkungen sowie auf dem der Radiotoxizität inkorporierter Radionuklide. Vergleichsuntersuchungen in der Dosimetrie wurden durchgeführt. Erste Schritte zu einer Standardisierung der Labortiere sind gemacht worden. Halbjährlich stattfindende Arbeitstagungen zur Pathologie strahleninduzierter Schäden führten zu der Standardisierung der Terminologie, insbesondere bei der Tumorklassifizierung. Die Ergebnisse sind im EULEP-Atlas der Pathologie, einem wichtigen Referenzdokument, veröffentlicht.
- Ebenfalls im Zusammenhang mit EULEP hat eine multidisziplinäre Forschungsgruppe ihre koordinierte Untersuchung zur Bedeutung der vaskulären Effekte auf die Entwicklung von Strahlenspät Schäden fortgesetzt. Quantitative, biologische Messungen an der Großhirnrinde zeigten, daß den schweren Gefäßabnormitäten ein signifikanter Anstieg der Vaskularität vorausgeht. Die Veränderungen sind mit keiner bemerkbaren Veränderung der Ultrastruktur verbunden und werden daher als ein Primäreffekt der Strahlung angesehen. Der leichte Anstieg im Gesamt-DNS-Gehalt des Gehirns während desselben Zeitraums könnte darauf hinweisen, daß die erhöhte Vaskularität ein aktiver Prozeß ist.
- Es konnte gezeigt werden, daß ein chelatbildendes Agens bei der Entfernung von Plutonium aus

der Lunge wirksam ist. Toxizitätsuntersuchungen haben gezeigt, daß es toxischer als andere bekannte Agentien, wie z. B. DTPA, ist, daß aber eine einzige Injektion ausreichend für eine Behandlung ist. Die Bedeutung dieser Untersuchungen liegt darin, daß sie zu einer Entfernung intrazellulären Plutoniums führen könnten. Die Beseitigung von Plutoniumnitrat aus intramuskulären Retentionsbereichen ist gemessen worden.

- Am-241 befindet sich in bestrahltem Kernbrennstoff. Realistische Werte der zulässigen Exposition für in der Luft befindliches Am-241 können nur dann festgelegt werden, wenn adäquate Daten zu seiner Retention und seiner Verteilung im Körper verfügbar sind. Das Verhalten Am-241 wurde bei neun Personen mit seit langem bestehender Strahlenbelastung nach unfallbedingter Inhalation untersucht. Diese Arbeit ist später erweitert worden und umfaßt vergleichende Untersuchungen zur Retention von $^{241}\text{AmO}_2$ und $^{238}\text{PuO}_2$ in der Lunge einer erst kürzlich exponierten Person. Diese Untersuchung ist nicht nur deshalb von besonderer Wichtigkeit, weil die PuO_2 -Beseitigung aus der Lunge interessant ist, sondern auch deshalb, weil der Nachweis der 60-keV gamma-Strahlen aus begleitendem Am-241 häufig zur Bestimmung von Plutoniumablagerungen in der Lunge eingesetzt wird.
- Daten zu den verschiedenen Schritten bei der Herstellung von Röntgenaufnahmen sind für die Optimierung der Bildqualität (z. B. diagnostischer Wert) wichtig. Solche Daten erhält man bei spektrometrischen und dosimetrischen Untersuchungen von Röntgenspektren und bei der Bestimmung der Spektralempfindlichkeit der verschiedenen Bildspeichersysteme. Der Einfluß unterschiedlicher Einstellung, unterschiedlicher geometrischer und Expositions-faktoren auf die Organdosen wurde bestimmt, um das Risiko für den Patienten zu verringern.
- Ein wesentlicher Schutz gegen Spätwirkungen konnte an Mäusen demonstriert werden, die mit einem Gemisch aus chemischen Schutzstoffen behandelt und dann Röntgenstrahlen ausgesetzt wurden. Der Schutz war vor allem gegen Thymuslymphome, myeloide Leukämie, Sarkome, Glomerulosklerose und nichtkrebsartige Lungenverletzungen wirksam.
- Untersuchungen mit dem kurzlebigen alpha-emittierenden, knochensuchenden Ra-224 haben ergeben, daß Dosisprotraktion bei fraktionierter Verabreichung vermehrtes Auftreten von Knochensarkomen ergibt (ein mit der Protraktion und der Gesamtdosis zunehmendes Auftreten).
Das mit mehr als 90 % höchste Auftreten von Knochensarkomen wurde nach einer Durchschnittsdosis von 1 080 rad über einen Zeitraum von 36 Wochen beobachtet. Andere kürzlich erzielte Ergebnisse haben gezeigt, daß die Häufigkeit von Knochentumoren nach Inkorporation eines kurzlebigen beta-Emitters (Lu-177) ebenfalls erhöht werden kann, wenn die Dosis fraktionsweise über einen längeren Zeitraum hinweg gegeben und nicht auf einmal verabreicht wird.

- Der Vorgang der Krebsinduzierung durch ionisierende Strahlung wird wahrscheinlich durch Viren beeinflusst. Vergleichende Untersuchungen an verschiedenen Viruspopulationen bei strahleninduzierter Leukämie sind durchgeführt worden. Zwei Linien splenotroper Viren sind isoliert, physiko-chemisch charakterisiert und als endogene Mäuseviren identifiziert worden. Nach der Inkorporation von Ra-224 in Mäuse wurde unmittelbar nach Beginn der Bestrahlung eine vorübergehende Expression der RNS-Viren vom C-Typ und während der Tumorentwicklung (elf bis zwölf Monate nach der Bestrahlung) ein zweiter Typ der Virusexpression im Skelett beobachtet.

- Synergistische Effekte von Strahlung und anderen Umweltfaktoren müssen in Zukunft bei Risikoabschätzungen berücksichtigt werden, weil sie u. U. die biologischen Strahlenwirkungen beeinflussen. Mit der Untersuchung synergistischer Wirkungen ist kürzlich begonnen worden.

Folgende Wirkung kann als Beispiel angeführt werden: Die Entwicklung strahleninduzierter Knochensarkome scheint beschleunigt zu werden, wenn während der Latenzzeit das häufig angewandte antimetabolische Mittel Zyklophosphamide verabreicht wird.

- Epidemiologische Untersuchungen an mit Thorotrast oder Ra-224 behandelten Patienten werden fortgesetzt. Vorläufige Ergebnisse hinsichtlich der Risikokoeffizienten für Ra-224 sind erzielt worden. Wenn alle diesbezüglichen Daten zur Verfügung stehen, werden jedoch noch weitere statistische Analysen notwendig sein.

Genetische Wirkungen ionisierender Strahlung

Die Ziele dieses Programmabschnitts sind im wesentlichen die gründliche Analyse der Mechanismen, die die Evolution der in bestrahlten Zellen induzierten Schäden steuern, sowie die Entwicklung von Methoden zur Bewertung der Natur und Häufigkeit zytogenetischer Schäden bei exponierten Einzelpersonen.

- Untersuchungen zur Empfindlichkeit und Reparation bei Versuchsarten, besonders bei Bakterien, Hefe und Tetrahymena haben viel zu unserem Verständnis von den sehr komplizierten Vorgängen, über die die bestrahlte Zelle mit ihren Verletzungen fertig wird, beigetragen. Viele enzymatische und regulierende Reaktionen, die in die Reparation eingreifen, sind identifiziert worden: z. B. unter anderem die „S.O.S.“-Induktion (das ist ein Hilfssyndrom, das einen komplexen Stoffwechselkreislauf als Reaktion auf nichtreparierte DNS-Verletzungen auslöst und wahrscheinlich sowohl bei der Mutagenese als auch bei malignen Veränderungen der Säugetierzellen eine Rolle spielt) und die Hauptreaktionsfolgen zur Mutagenese sind erfaßt worden.
- Auf der Basis der bei der Forschung mit Mikroorganismen erzielten Ergebnisse und Anhaltspunkte sind verschiedene biochemische Techniken, Methoden zur Genlokalisierung, Tests und

Verfahren der pränatalen Diagnose erfolgreich entwickelt worden. Sie dienen dem Nachweis und der Spezifizierung von DNS-Reparationsdefekten beim Menschen und stellen damit einen modernen molekularen Versuch dar, den Menschen gegen Strahlung zu schützen. Neben vielen, bedeutungsvollen Leistungen ermöglichte die durchgeführte Arbeit die Isolierung und Charakterisierung der ersten menschlichen Zellmutanten, bei denen die postreplikative Reparatur verändert ist. Außerdem trug sie zu der Entdeckung der ersten menschlichen gegenüber ionisierender Strahlung abnorm empfindlichen Zelllinie bei. Verschiedene Beziehungen zwischen Strahlenempfindlichkeit und Austausch von Schwesterchromatiden, Mutagenese und Krebsanfälligkeit sind für bestimmte Linien mit Reparaturmängeln festgestellt worden; für die Krankheit Xeroderma pigmentosum sind sieben genetisch verschiedene Formen mit Hilfe der Komplementäranalysen nachgewiesen worden. Aus Untersuchungen an Affen konnte geschlossen werden, daß eine Dosis von 850 rad die Ovarien der Primaten stark angreift, und es wurden Hinweise für die Existenz induzierbarer Reparatursysteme, ähnlich dem in Bakterien gefundenen S.O.S.-Reparationsmechanismus gefunden.

- Auf dem Gebiet der Radiozytogenetik verstehen wir inzwischen besser, über welche Mechanismen ionisierende Strahlung Chromosomenaberrationen hervorruft, und wie die Dosis/Wirkungs-Beziehungen von der Strahlenqualität und verschiedenen experimentellen Ansätzen abhängen. Die Analyse der Mutationshäufigkeit an 13 loci des X-Chromosoms von *Drosophila* legt nahe, daß eine Proportionalität zwischen spontanen und induzierten Mutationsraten besteht. Die Dosis/Wirkungs-Beziehung nach Röntgenbestrahlung ist für Anomalien bei der Verteilung der Geschlechtschromosomen in Säugetierkeimzellen bestimmt worden. Die Analyse der Strahlenwirkung auf die Meiose bei menschlichen Zellen konnte erfolgreich angegangen werden, dabei wurden zwei verschiedene Richtungen eingeschlagen, zum einen durch die Entwicklung von Kulturmethoden und zum anderen durch dreidimensionale Rekonstruktion der menschlichen Nuclei nach elektronenmikroskopischen Aufnahmen.

Abschätzung des Strahlenrisikos

Wahrnehmung und Bewertung des „Strahlenrisikos“ haben einen solchen Umfang angenommen, daß es notwendig geworden ist, alle Aspekte gründlich zu analysieren. Hiermit ist während des laufenden Programms begonnen worden mit der Absicht, die optimalen Bedingungen für die Entwicklung der Kernenergie zu bestimmen. Die Forschung setzt daher an folgenden Punkten ein: ökonomische und soziale Konsequenzen der Bestrahlung, Bewertung der Strahlenschäden, d. h. die Gesamtheit der durch Exposition hervorgerufenen schädlichen Wirkungen für die Bevölkerung, Bewertung der individuellen

und kollektiven Dosen bei normaler Entsorgung von Kernkraftwerken und im Falle eines Unfalls.

- Werte für bestimmte, zur Beurteilung kollektiver Dosen eingesetzte Parameter sind jetzt verfügbar. Insbesondere ist ein Modell zur Messung weit entfernter atmosphärischer Dispersionen entwickelt worden (MESOS-Modell), mit dem die atmosphärische Kontamination auf der Grundlage von Abgasen bei mittlerer Entfernung gemessen werden kann. Außerdem ist die Kartierung der Bevölkerungsverteilung in den neun Ländern der Gemeinschaft vervollständigt worden. Sie basiert auf einem Programm, das die Bevölkerungsverteilung bei einer Kartennetzeinheit von 10 km × 10 km erfaßt. Diese Untersuchung hatte zum Ziel, eine genaue Vorstellung der kollektiven von der europäischen Bevölkerung erhaltenen Dosis zu bekommen. Es sollte jedoch angemerkt werden, daß sie auch auf vielen Gebieten von Nutzen ist. Weiterhin ist in Frankreich für marine Produkte ein Modell erstellt worden, daß die Verbreitung kontaminierter Produkte über Verteilungs- und Marketingnetze aufzeigt.
- Im Hinblick auf die Versuche, die Strahlenschäden zu beurteilen, sind viele, sowohl bibliografische als auch experimentelle Arbeiten auf einem sehr fortgeschrittenen Stand. Allerdings ergeben sich neue Gedankengänge aus den epidemiologischen Untersuchungen von Personen, die entweder während einer medizinischen Behandlung oder als Folge ihrer Berufstätigkeit bestrahlt worden sind. Für den letzteren Fall ist eine Arbeit in Angriff genommen worden, durch die ein europäisches Bestrahlungsregister für Arbeiter, die bei ihrer Arbeit einer Bestrahlung ausgesetzt sind vorbereitet wird.
- Im Hinblick auf die Anwendung von Methoden zur Bewertung der ökonomischen und sozialen Folgen einer Bestrahlung, sind die Untersuchungen auf die Bestimmung der „as low as reasonably achievable (ALARA)“ Werte ausgerichtet worden. Verschiedene Methoden zur Optimierung des Strahlenschutzes sind in der Weise katalogisiert, daß ihre jeweiligen Vor- und Nachteile hervorgehoben werden. Die „Multikriterien“-Methode wurde zunächst für ein ausgewähltes Thema eingesetzt (Brennstoffkreislauf für das Programm von 100 1-GWe Druckwasser-Reaktoren). Diese Methode, die eine gewisse Wichtung der verschiedenen Kriterien erfordert, auf deren Basis die Optionen bestimmt werden sollen, verdeutlicht die Variabilität der möglichen Optionen (d. h. der ALARA-Werte) im Licht der von den Entscheidungsgremien gesetzten Prioritäten.

Diese Auswahl von Ergebnissen aus den im Programm „Strahlenschutz“ laufenden Forschungsprojekten läßt klar erkennen, daß in weiten Bereichen konkrete Ergebnisse erzielt worden sind, die zum großen Teil bereits für die Praxis ihre Bedeutung haben. Gleichzeitig ist erkennbar, daß eine Menge Zwischenergebnisse vorliegen, die weiterer intensiver Bearbeitung bedürfen; gerade sie werden in den kommenden Monaten und Jahren reiche Früchte tragen. Ein Teil der Forschungsvorhaben ist lang-

jährig angelegt, hier ist mit Ergebnissen erst in späterer Zukunft zu rechnen. Von diesen Arbeiten werden insbesondere fundamentale Aussagen zur Strahlenwirkung kleiner und kleinster Dosen und damit für ein besonders wichtiges Strahlenschutzproblem erwartet.

Schließlich sollte darauf hingewiesen werden, daß die Ergebnisse aus dem Strahlenschutz häufig in

andere, verwandte Arbeitsgebiete hineinwirken. Das Beispiel der Knochenmarkstransplantation ist typisch für die engen Beziehungen zwischen Strahlenschutz und medizinischer Therapie. Diese komplizierte Methode, die für die Behandlung schwerer Strahlenunfälle entwickelt worden ist, wird augenblicklich für die klinische Leukämiebehandlung getestet.

Anlage II

Vorschlag für einen Beschluß des Rates zur Festlegung eines Fünfjahresforschungs- und Ausbildungsprogramms (1980 bis 1984) der Europäischen Atomgemeinschaft auf dem Gebiet Biologie—Gesundheitsschutz (Strahlenschutzprogramm)

DER RAT DER EUROPÄISCHEN
GEMEINSCHAFTEN —

gestützt auf den Vertrag zur Gründung der Europäischen Atomgemeinschaft, insbesondere auf Artikel 7,

auf Vorschlag der Kommission, nach Anhörung des Ausschusses für Wissenschaft und Technik,

nach Stellungnahme des Europäischen Parlaments,

nach Stellungnahme des Wirtschafts- und Sozialausschusses,

in Erwägung nachstehender Gründe:

Es liegt im Interesse der Gemeinschaft, die zur Beurteilung der Wirkungen und Gefahren ionisierender Strahlung notwendigen Kenntnisse zu vervollständigen, zu erweitern und zu vertiefen, um einen adäquaten Schutz des Menschen und der Umwelt zu gewährleisten.

Die wissenschaftliche Zusammenarbeit, der Austausch von Informationen und die Mobilität oder der Austausch von Wissenschaftlern innerhalb der Gemeinschaft sind für den Strahlenschutz unerlässlich.

Die Erweiterung der Kenntnisse, die neuen Konzepte im Strahlenschutz und die Notwendigkeit verwaltungsmäßiger Verbesserungen erfordern die Ersetzung des gegenwärtigen Programms 1976 bis 1980 durch ein neues Programm 1980 bis 1984, wobei das Jahr 1980 ein überlappendes Jahr ist. Der Be-

schluß 76/309/Euratom¹⁾ des Rates ist daher aufzuheben.

Die Forschungsarbeiten, auf die sich dieser Beschluß bezieht, sind ein angemessenes Mittel zur Fortsetzung einer solchen Aktion. Es liegt daher im gemeinsamen Interesse, ein Mehrjahresprogramm auf dem Gebiet des Strahlenschutzes zu verabschieden —

BESCHLIESST:

Artikel 1

Mit Wirkung vom 1. Januar 1980 wird für die Dauer von fünf Jahren ein Forschungs- und Ausbildungsprogramm auf dem Gebiet des Strahlenschutzes festgelegt. Dieses Programm ist im Anhang beschrieben.

Artikel 2

Die für die Dauer des Programms erforderlichen Gesamtaufwendungen werden auf 68,2 Millionen ERE und auf einen Personalbedarf von 64 Bediensteten veranschlagt. Diese Zahlen stellen nur Richtwerte dar. Der Wert der Europäischen Rechnungseinheit ist in Artikel 10 der Haushaltsordnung vom 21. Dezember 1977 festgelegt.

Artikel 3

Der Beschluß 76/309/Euratom wird mit Wirkung vom 1. Januar 1980 aufgehoben.

¹⁾ ABl. EG Nr. L 74 vom 20. März 1976, S. 32

Strahlenschutzprogramm (indirekte Aktion)

Ziel des Programms ist es, durch gemeinsame europäische Anstrengungen die Kenntnisse im Strahlenschutz unter Berücksichtigung der speziellen Probleme in Europa und des vorhandenen Fachwissens zu erweitern. Das Programm ist auf die Untersuchung und Kontrolle der Strahlenrisiken ausgerichtet; es verfolgt hierzu zwei Hauptziele:

- Erweiterung der wissenschaftlichen und technischen Kenntnisse mit dem Ziel, die Grundnormen für den Gesundheitsschutz der Bevölkerung und der Arbeitskräfte gegen die Gefahren ionisierender Strahlung auf den neuesten Stand zu bringen;
- Beurteilung der biologischen und ökologischen Auswirkungen der Tätigkeit im Nuklearbereich und der Anwendung der Kernenergie und ionisierender Strahlung, um einen angemessenen Schutz des Menschen und der Umwelt in all den

Fällen sicherzustellen, in denen sonst ein unannehmbarer Schaden verursacht werden könnte.

Das Programm umfaßt sechs Hauptgebiete:

- Strahlendosisimetrie und ihre Interpretation,
- Verhalten und Kontrolle von Radionukliden in der Umwelt,
- somatische Sofortwirkungen ionisierender Strahlung,
- somatische Spätwirkungen ionisierender Strahlung,
- genetische Wirkungen ionisierender Strahlung,
- Abschätzung des Strahlenrisikos.

Die entsprechenden Arbeiten werden hauptsächlich über Forschungsverträge und teilweise von der Gruppe Biologie der Kommission im Zentrum Ispra der Gemeinsamen Forschungsstelle durchgeführt.

Anlage III**Stellungnahme des Beratenden Programmausschusses BPA „Strahlenschutz“ zu dem Vorschlag der Kommission für ein Forschungs- und Ausbildungsprogramm (1980 bis 1984) für die Europäische Atomgemeinschaft auf dem Gebiet Biologie—Gesundheitsschutz (Strahlenschutzprogramm)**

In seinen Sitzungen vom 17. Oktober und 13./14. November 1978 hat der BPA „Strahlenschutz“ den Vorschlag der Gemeinschaft für ein Forschungs- und Ausbildungsprogramm (1980 bis 1984) für die Europäische Atomgemeinschaft auf dem Gebiet Biologie-Gesundheitsschutz (Strahlenschutzprogramm) im Detail geprüft; dies gilt insbesondere für die Maßnahmen die zur Koordinierung der Aktivitäten im nationalen Bereich und in der Gemeinschaft unternommen werden.

Der BPA stimmt darin überein, daß es im Interesse der Gemeinschaft liegt, die zur objektiven Beurteilung der Wirkungen und Gefahren ionisierender Strahlung notwendigen Kenntnisse zu vervollstän-

digen, zu erweitern und zu vertiefen, um einen adäquaten Schutz des Menschen und der Umwelt sicherzustellen.

Der BPA stimmt ebenfalls darin überein, daß sich der wissenschaftliche Inhalt des Vorschlags auf eine begründete Bewertung der derzeitigen und der vorhersehbaren Anforderungen an die Forschung der Gemeinschaft im Bereich des Strahlenschutzes stützt.

Der BPA befürwortet einstimmig, einem neuen Mehrjahresprogramm als der angemessenen Form für die Weiterführung der Strahlenschutzforschung zuzustimmen.

J. W. Harman

Vorsitzender des BPA

Stellungnahme des Ausschusses für Wissenschaft und Technik vom 19. Januar 1979 zu dem Vorschlag für ein Programm „Biologie—Gesundheitsschutz, Strahlenschutz“ für den Zeitraum 1980 bis 1984

Auf seiner Sitzung vom 19. Januar 1979 hat der Ausschuß für Wissenschaft und Technik den Entwurf des Vorschlags für ein Forschungs- und Ausbildungsprogramm (1980 bis 1984) der Europäischen Atomgemeinschaft auf dem Gebiet Biologie—Gesundheitsschutz (Strahlenschutz), der dem Rat von der Kommission vorzulegen ist, geprüft.

Der AWT schließt sich der bereits vom BPA geäußerten Meinung an, nach der es im Interesse der Gemeinschaft liegt, die zur objektiven Beurteilung der Wirkungen und der Gefahren ionisierender Strahlung notwendigen Kenntnisse zu vervollständigen, zu erweitern und zu vertiefen, um einen adäquaten Schutz des Menschen und der Umwelt sicherzustellen.

Der AWT hat auch vermerkt, daß die aus diesem Programm erwachsenden Kenntnisse einen signifikanten Beitrag zur Fortschreibung der Grundnormen für den Strahlenschutz leisten werden.

Der AWT beurteilt den Vorschlag der Kommission für ein gleitendes Programm aus wissenschaftlichen und organisatorischen Gründen außerordentlich positiv und gibt eine befürwortende Stellungnahme zu dem Programmvorschlag ab.

Finanzbogen

Biologie—Gesundheitsschutz Strahlenschutzprogramm

1. Haushaltslinie:

- Posten: 3352
- Bezeichnung: Biologie—Gesundheitsschutz, Strahlenschutz

- 1.1. Bezeichnung der Aktion:
Biologie—Gesundheitsschutz
Strahlenschutz

2. Rechtsgrundlage:

- Anwendung von Artikel 7 des EAG-Vertrags und des Anhangs 1
- Beschluß des Rates vom

3. Beschreibung der Aktion:

3.1. Beschreibung:

Weiterführung eines koordinierten Forschungsprogramms auf dem Gebiet des Strahlenschutzes, insbesondere im Rahmen von Kostenteilungsverträgen.

3.2. Ziel:

Untersuchung und Bewertung der Gefährdung durch ionisierende Strahlung nach zwei Hauptgesichtspunkten:

- Erweiterung der wissenschaftlichen und technischen Kenntnisse mit dem Zweck, die Grundnormen für den Gesundheitsschutz der Bevölkerung und der Arbeitskräfte gegen die Gefahren ionisierender Strahlung auf den neuesten Stand zu bringen.
- Beurteilung der biologischen und ökologischen Auswirkungen der Tätigkei-

ten im Nuklearbereich und der Anwendung der Kernenergie und ionisierenden Strahlung, um einen angemessenen Schutz des Menschen und der Umwelt in all den Fällen sicherzustellen, in denen sonst ein unannehmbare Schaden verursacht werden könnte.

4. Begründung der Aktion:

Es handelt sich um ein Ziel der Politik in drei Bereichen, deren Bedeutung zur Zeit unumstritten ist:

- Sozialwesen
- Umweltschutz
- Energie.

5. Finanzielle Auswirkungen der Aktion auf die Interventionsmittel (einschließlich Personalausgaben, Verwaltungsausgaben sowie Ausgaben für den laufenden technischen Betrieb)

- 5.1. Gesamtkosten während der vorgesehenen Laufzeit 143 210 000 ERE

5.2. Finanzierungsanteil:

- des Gemeinschaftshaushalts 68 210 000 ERE
- der einzelstaatlichen Haushalte 75 000 000 ERE
- anderer Sektoren auf nationaler Ebene

5.3. Mehrjähriger Fälligkeitsplan

5.3.1.1. Verpflichtungsermächtigungen

	1980 voriges Programm	1980 neues Programm	1981	1982	1983	1984	1985
Personal	3 583 000	—	3 797 000	4 025 000	4 267 000	4 526 000	—
Verwaltung + techn. Betrieb	579 000	—	615 000	650 000	689 000	731 000	—
Verträge	(5 848 000) ¹⁾	15 000 000 ²⁾	16 000 000	5 000 000	2 900 000	—	—
insgesamt ...	4 162 000	15 000 000	20 412 000	9 675 000	7 856 000	5 257 000	—
	+5 848 000			= 58 200 000			
	10 010 000						

Fußnoten siehe nächste Seite.

5.3.1.2. Zahlungsermächtigungen

	1980 voriges Programm	1980 neues Programm	1981	1982	1983	1984	1985
Personal	3 583 000	—	3 797 000	4 025 000	4 267 000	4 526 000	—
Verwaltung + techn. Betrieb	579 000	—	615 000 6 900 000	650 000	689 000	731 000	—
Verträge	4 100 000	—	(1 756 000) ³⁾	9 150 000	9 750 000	10 400 000	2 700 000
insgesamt ...	8 262 000	—	11 312 000 ⁴⁾	13 825 000	14 706 000	15 657 000	2 700 000
= 58 200 000							

¹⁾ Der Betrag von 5 848 000 entspricht dem Finanzbeitrag zu den Verträgen 1980, der durch früher eingegangene und noch nicht erfüllte Verpflichtungen sowie durch aus dem vorigen Programm verbleibende Verpflichtungsermächtigungen gedeckt wird.

²⁾ Die Verpflichtungsermächtigungen in Höhe von 15 000 000 ermöglichen die Vorbereitung, den Abschluß und die Unterzeichnung der Verträge im Jahr 1980, deren Laufzeit frühestens am 1. Januar 1981 beginnt.

³⁾ Es handelt sich um Zahlungsermächtigungen für das vorige Programm.

⁴⁾ 11 312 000 Zahlungsermächtigungen für das neue Programm.

+ 1 756 000 Zahlungsermächtigungen für das vorige Programm.
13 068 000

^{*)} Dieser Betrag wird wie folgt gedeckt: 4 045 000 ERE durch noch nicht verbuchte Mittel für das vorige Programm und 117 000 ERE durch verbleibende Verpflichtungsermächtigungen.

5.3.2. Berechnungsweise:

Bei dem Kostenvoranschlag für die Jahre 1981 bis 1984 wurde ein Steigerungssatz von 6 % zugrunde gelegt.

a) Personalausgaben:

Der Bedarf wird auf der Grundlage eines Personaleinsatzes von 64 Bediensteten für dieses Programm berechnet:

41 Bedienstete der Laufbahngruppe A
12 Bedienstete der Laufbahngruppe B
10 Bedienstete der Laufbahngruppe C
1 Bediensteter der Laufbahngruppe D.

Die Gesamtzahl von 64 Bediensteten sowie die Aufschlüsselung nach Besoldungsgruppen entsprechen der Personallage im Haushaltsplan 1979.

b) Verwaltungsausgaben und Ausgaben für den laufenden technischen Betrieb:

Es handelt sich um die Ausgaben für Dienstreisen und Sitzungen, die Ausgaben für den technischen Betrieb der Gruppe Biologie in Ispra sowie für die der wissenschaftlichen und technischen Hilfsdienste der Forschungsanstalt Ispra der GFS.

c) Ausgaben je Vertrag:

Da die Art des Forschungsobjekts und die Qualifikation der Vertragsnehmer unterschiedlich ist, kann keine einheitliche Berechnungsweise festge-

legt werden. Es kann jedoch von einem durchschnittlichen Beitrag von 40 % zu den Gesamtkosten der Vertragspartner ausgegangen werden. In jedem Fall wird der Beratende Programmausschuß zur endgültigen Festsetzung der Gemeinschaftsbeiträge gehört.

6. Finanzielle Auswirkungen auf die Personalausgaben und die Ausgaben für den laufenden technischen Betrieb:

(siehe Punkt 5)

7. Finanzierung der Ausgaben:

In den künftigen Haushaltsplänen zu veranschlagende Mittel.

8. Etwaige Auswirkungen auf die Mittel:

- Gemeinschaftssteuer auf die Beamtengelder
- Beitrag der Beamten zur Versorgungskasse.

9. Vorgesehene Kontrolle:

- Wissenschaftliche Kontrolle durch die Lenkungsausschüsse der Assoziationen, den Beratenden Programmausschuß und die zuständigen Beamten der GD XII.
- Verwaltungskontrolle durch die GD „Finanzkontrolle“ für die Ausführung des Haushaltsplans sowie der Ordnungsmäßigkeit und der Übereinstimmung der Ausgaben und durch die Dienststelle „Verträge“ der GD XII.

Bericht der Abgeordneten Gerlach (Obernau) und Schäfer (Offenburg)

Der Vorschlag der EG-Kommission wurde vom Präsidenten des Deutschen Bundestages gemäß Sammelliste für die in der Zeit vom 28. März bis 24. April 1979 eingegangenen EG-Vorlagen — Drucksache 8/2781 Nr. 30 — zur federführenden Beratung an den Innenausschuß und zur Mitberatung an den Ausschuß für Forschung und Technologie, den Ausschuß für Jugend, Familie und Gesundheit sowie den Haushaltsausschuß überwiesen.

Der Haushaltsausschuß hat in seiner Sitzung am 19. September 1979 beschlossen, die Vorlage zur Kenntnis zu nehmen. Weiterhin solle die Bundesregierung aufgefordert werden, darauf hinzuwirken, daß sich die vorgesehenen Forschungsvorhaben nicht überschneiden.

Der Ausschuß für Jugend, Familie und Gesundheit hat in seiner Sitzung am 19. September 1979 die Vorlage ebenfalls zur Kenntnis genommen und die Zusammenfassung der Forschungsschwerpunkte mit dem Ziel, die in der Bundesrepublik Deutschland auf diesem Gebiet tätigen Stellen zu koordinieren, begrüßt. Ferner hat der Ausschuß gebeten zu prüfen, ob die Universitäten in das Programm eingebunden werden.

Der Ausschuß für Forschung und Technologie hat in seiner Sitzung am 17. Oktober 1979 dem federführenden Innenausschuß empfohlen, dem Vorschlag zuzustimmen und die Bundesregierung aufzufordern, darauf hinzuwirken, daß das Programm im Rahmen der Mitgliedsländer der EG und mit den nationalen Forschungsvorhaben koordiniert wird.

Der Innenausschuß hat die Vorlage in seiner Sitzung am 7. November 1979 beraten. Er hält das vorliegende Forschungsprogramm für notwendig und sinnvoll, vor allem auch deswegen, weil es sich teilweise an die Vorschläge des Innenausschusses bei der Beratung der Strahlenschutzberichte 1976 und 1977 anschließt. Die Hauptabschnitte des Programmes tragen insofern der Tatsache Rechnung, daß im Bereich des Strahlenschutzes und der langfristigen Folgen auch schwachradioaktiver Abgaben noch Forschungsdefizite bestehen. Die Forderung des Ausschusses für Forschung und Technologie nach einer Koordination der Forschungsvorhaben auf diesem Gebiet ist zu unterstützen, weil vermieden werden muß, das gleiche Forschungsprogramm auf verschiedenen Ebenen durchgeführt werden. In Übereinstimmung mit dem Ausschuß für Jugend, Familie und Gesundheit ist der Ausschuß ferner der Überzeugung, daß wegen der dort durchgeführten parallelen Forschungen — soweit möglich — eine gezielte Zusammenarbeit mit den Universitäten durchgeführt werden soll, auch wenn dadurch rechtliche Probleme auftreten sollten. Entgegen der Auffassung des Haushaltsausschusses hält es der Innenausschuß für sinnvoll, daß sich das vorliegende Programm mit dem gegenwärtig laufenden Strahlenschutzprogramm 1976 bis 1980 überschneidet. Nur dadurch ist nach Auffassung des Ausschusses die Kontinuität der Forschungsprogramme und damit ein reibungsloser Übergang gewährleistet. Die Kosten hält der Ausschuß im Hinblick auf die hohe Bedeutung des Strahlenschutzes für angemessen.

Der Ausschlußbeschuß erging einstimmig.

Bonn, den 12. Dezember 1979

Gerlach (Obernau)

Schäfer (Offenburg)

Berichterstatter

