Strahlenschutzkommission

Geschäftsstelle der
Strahlenschutzkommission
Postfach 12 06 29
D-53048 Bonn

http://www.ssk.de

Vorschlag zur Weiterentwicklung des Strahlenschutz-Forschungsprogramms des BMU

Stellungnahme der Strahlenschutzkommission

Verabschiedet in der 107. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 12. Dezember 1991
Veröffentlicht in: – Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission, Band 24

Inhaltsverzeichnis

I Vorbemerkung.....3

II Zusätzlich empfohlene Schwerpunkte 4

III Derzeit geförderte Projekte und Vorschläge für zukünftige Forschungsthemen.....9

I Vorbemerkung

Die Durchführung der Aufgaben der Bundesregierung im Strahlenschutz, insbesondere die Erstellung zweckmäßiger Strahlenschutzvorschriften und die Aufsicht über die Durchführungsmaßnahmen, ist nur auf einem breiten wissenschaftlich-technischen Fundament möglich. In dem weitgespannten Themenspektrum von der Erfassung der Strahlenexposition des Menschen durch natürliche und zivilisatorische Strahlenquellen über die Analyse der biologisch-medizinischen Strahlenwirkungen auf exponierte Personen und deren Nachkommen bis hin zur Strahlenschutztechnik, zur Beseitigung radioaktiver Abfälle und zur Vorsorge für Störfälle und Unfälle hat die bisherige Forschung Erkenntnisse erbracht, aus denen die wichtigsten Handlungsanweisungen für den Strahlenschutz klar und deutlich abzulesen sind.

Dennoch erweist sich bei vielen praktischen Fragen der Normensetzung oder ihrer Durchführung eine Vertiefung und Erweiterung der wissenschaftlich-technischen Grundlagen durch Forschung als notwendig. Die mögliche zivilisatorische Strahlenexposition des Menschen umfaßt viele Größenordnungen der Dosis von den im Normalfall oft unmeßbar geringen, weit unterhalb der natürlichen Strahlenexposition liegenden Dosiswerten bis zu der in extremen Unfallsituationen sehr hohen Dosen mit unmittelbarer Lebensgefahr. Gleichzeitig besteht eine Vielfalt an physikalischen, chemischen und biologischen Einflüssen auf die Mechanismen der Strahlenexposition und der biologischen Strahlenwirkungen. Neue Techniken des industriellen Umgangs mit Strahlung und radioaktiven Stoffen und nicht zuletzt der gesetzliche Auftrag der ständigen Optimierung des Strahlenschutzes des Menschen lassen daher einen Stillstand der Forschung auf diesem Gebiet nicht zu.

Die SSK hat 1986 vor dem Hintergrund der vorangegangenen langjährigen Strahlenschutzforschung und unter Berücksichtigung des aktuellen Forschungsbedarfs ausführliche Vorschläge zur weiteren Entwicklung des Strahlenschutz-Forschungsprogramms des BMU vorgelegt (vgl. Empfehlungen der Strahlenschutzkommission 1985/86, Veröffentlichungen der SSK - Band 6, S. 65 ff.). Dieser Themenkatalog hat in den letzten 5 Jahren als Grundlage der Forschungsförderung auf dem Gebiet des Strahlenschutzes gedient. Die geförderten Themen sind in dem folgenden Bericht zusammengestellt. Im Zeitraum von 1986 bis 1990 wurden insgesamt 222 Vorhaben mit einer Gesamtsumme von ca. 160 Millionen DM gefördert. Die Forschungsergebnisse haben erhebliche Fortschritte für die Sicherheit der Bevölkerung und der beruflich Strahlenexponierten gebracht.

Der zurückliegende 5-Jahresabschnitt hat aber auch neue Themenbereiche der Strahlenschutzforschung erkennen lassen, unter denen an erster Stelle die radioökologischen Fragen bei Kontamination grosser Landflächen, die biologischen Untersuchungen der Wirksamkeit kleiner Dosen, die epidemiologische Erforschung von gesundheitlichen Auswirkungen des Uranbergbaus, Schutzmaßnahmen beim Kernkraftwerks-Abbau sowie der Strahlenschutz bei nichtionisierenden Strahlen zu nennen sind. Ebenso besteht im Bereich der bisherigen Forschungsschwerpunkte, z.B. der technisch-organisatorischen Strahlenschutzmaßnahmen in Medizin und Technik, des Notfallschutzes und der Beseitigung radioaktiver Abfälle, weiterhin Forschungsbedarf im Interesse der Vertiefung der Erkenntnisse und der Erweiterung der Handlungsbasis im Strahlenschutz.

Aus diesen Gründen legt die SSK hiermit eine Fortschreibung ihrer Vorschläge zum Strahlenschutz-Forschungsprogramm des BMU vor. Die bisherigen sowie die zusätzlich empfohlenen

Forschungsschwerpunkte lassen sich in 10 Themenbereiche gliedern. Einen kurzen Überblick über die zusätzlich empfohlenen Schwerpunkte gibt Abschnitt II dieser Stellungnahme. Eine ausführliche Darstellung der bisher geförderten und der zusätzlich zu fördernden Forschungsthemen sowie der zugehörigen Begründungen enthält der Abschnitt III. Die Vorschläge für neue Forschungsthemen - soweit beim BMU ressortierend - wurden von der SSK einschließlich ihrer Ausschüsse erarbeitet.

Die SSK versteht die Liste der vorgeschlagenen Forschungsthemen als Anregung für die Themenwahl bei Anträgen auf Forschungsförderung, gleichzeitig aber auch als fachliche Unterstützung für die Begutachtung solcher Anträge. Selbstverständlich erkennt sie an, daß bei der Auftragsvergabe die Finanzierbarkeit zusätzlich berücksichtigt werden muß. Die zum Teil bestehende Deckungsgleichheit der vorgeschlagenen Themen mit dem Strahlenschutz-Forschungsprogramm der EG spiegelt die bestehenden Notwendigkeiten im Interesse des Schutzes von Arbeitskräften und Bevölkerung wider. Da jedoch mit EG-Mitteln nur multinationale Forschungsprojekte gefördert werden können, sind diese nur als Ergänzung zur nationalen Forschungsförderung auf dem Gebiet des Strahlenschutzes zu sehen.

II Zusätzlich empfohlene Schwerpunkte

1 Analyse der natürlichen und zivilisatorischen Strahlenexposition

1.1 Radon in Wohngebäuden in Gebieten des Uranbergbaus

1.2 Strahlenexposition in Bergwerken

1.3 Medizinische Strahlenexposition (Patienten)

1.4 Medizinische Strahlenexposition (Personal)

1.5 Strahlenexposition der Bevölkerung durch medizinische Einrichtungen

1.6 Strahlenexposition von fliegendem Personal

2 Meßtechnik und Dosisermittlung

2.1 Realisierung neuer Meßgrößen im Strahlenschutz

2.2 Spezielle Entwicklungen auf dem Gebiet der Aktivitätsmessungen

2.3 Spezielle Entwicklungen auf dem Gebiet der Personendosimetrie

2.4 Untersuchungen der Kinetik von Radionukliden im Körper und Erarbeitung von Stoffwechselmodellen sowie dosimetrische Berechnungen

2.5 Dosimetrische Erfassung der Patientenexposition in der Röntgendiagnostik

2.6 Dosimetrie in der Strahlentherapie mit offenen radioaktiven Stoffen

2.7 Weiterentwicklung von Schnellmethoden zur nuklidspezifischen Bestimmung von α- und β-Strahlern

2.8 Weiterentwicklung der in situ-Spektrometrie unter Berücksichtigung der Abschirmung durch die Tiefenverteilung der Radionuklide im Boden

2.9 Bestimmung von Radonfolgeprodukten und Gleichgewichtsfaktoren in der Umgebung von Halden und anderen Quellen

2.10 Entwicklung von Verfahren zur Durchführung der vorgesehenen Probenahmen aus dem Containment von Kernkraftwerken nach größeren Störfällen oder Unfällen

3 Radioökologische Daten und Modelle

3.1 Verifizierung und Validierung fortgeschrittener Ausbreitungs- und Strömungsmodelle

3.2 Untersuchung der Einflüsse von Orographie und Bebauung auf die Ausbreitung von Emissionen (insbesondere bei Schwachwindwetterlagen)

3.3 Bestimmung des Windfeldes für den Einsatz von Lagrange-Modellen zur Ausbreitungsberechnung im KFÜ

3.4 Untersuchungen zu Vertikalmigration einschließlich des Zusammenhangs zwischen Vertikalmigration und Transferfaktoren

3.5 Ablagerung von Radionukliden mit Regen, Schnee, Reif und Nebel

3.6 Bestimmung von Depositionsgeschwindigkeiten reaktionsfähiger, gasförmiger Nuklidverbindungen auf Boden und Vegetation

3.7 Festlegung der Meßgrößen zur Bestimmung meteorologischer Daten

3.8 Fortführung der Untersuchung der Jod-Verlagerung im Boden über ausreichend lange, isotopspezifisch bestimmte Zeiträume

3.9 Untersuchung von Methoden zur Induzierung der Immobilisation und Remobilisation von Radionukliden in kontaminierten Böden

3.10 Fortführung der Untersuchungen der auf Diffusion beruhenden bzw. durch Luftbewegung oder sonstige mechanische Einwirkung hervorgerufenen Reemission von Radionukliden nach ihrer Ablagerung auf Boden oder Vegetation unter besonderer Berücksichtigung von Jod und Tritium

3.11 Ausbreitung von Radon im Boden und in Gebäuden

3.12 Untersuchung der Ablagerung und Verweilzeit von Radionukliden in urbanen Gebieten (d.h. auf Gebäuden, Verkehrswegen und Grünflächen) und der sich daraus ergebenden Strahlenexposition der Bevölkerung

3.13 Untersuchung der Ablagerung von Radionukliden auf Obstbäumen und -sträuchern und ihrer Translokation

3.14 Untersuchungen zur Ablagerung und zum weiteren Verhalten von Radionukliden in Waldökosystemen

3.15 Abhängigkeit der trockenen Ablagerung vom Vegetationsstand der Pflanze

3.16 Untersuchung der Strahlenexposition über den Wasserpfad in Bezug auf stehende Gewässer unter Berücksichtigung der langfristigen Akkumulation von Radionukliden im Gewässer und der Austauschprozesse zwischen Wasser und Bodensediment

3.17 Entwicklung einer Berechnungsgrundlage für küstennahe Standorte

3.18 Untersuchungen zur Parametrisierung von Transferfaktoren in Abhängigkeit von verschiedenen Bodenparametern

3.19 Untersuchung der Unterschiede zwischen lang- und kurzlebigen Radionukliden bei Transfervorgängen in Tieren unter besonderer Berücksichtigung der Speicherkompartments und des Einflusses stabiler Isotope

3.20 Transfer von Radionukliden in der Nahrungskette bei extensiver Bewirtschaftung

3.21 Strahlenexposition von Pflanzen und Tieren in besonders exponierten Ökosystemem

3.22 Weiterentwicklung der radioökologischen Modelle für Störfälle

3.23 Erarbeitung von Berechnungsverfahren für die Strahlenexposition durch Emissionen aus Fusionsreaktoren und assoziierten Anlagen

3.24 Anwendbarkeit vorhandener radioökologischer Modelle auf natürliche Radionuklide

3.25 Langzeitverhalten natürlicher Radionuklide in Halden, Absetzbecken, Bergwerken und kontaminiertem Gelände einschließlich der Prüfung der Effektivität von Sanierungsmaßnahmen

4 Somatische und genetische Wirkungen von Strahlenexpositionen

4.1 Mutationsinduktion durch ionisierende Strahlen

4.2 Reparatur von Strahlenschäden in Säugetierzellen als Determinante der Strahlenwirkungen in Geweben, Organismen und im Menschen

4.3 Analyse epidemiologischer Daten zur Krebsmortalität und -inzidenz im Hinblick auf die Abschätzung des kanzerogenen Strahlenrisikos, insbesondere bei kleinen Dosen

4.4 Karzinogenese durch ionisierende Strahlung

4.5 Karzinogenes, teratogenes und mutagenes Risiko der Nachkommen durch Bestrahlung vor und während der Schwangerschaft

4.6 Standardisierung epidemiologischer Untersuchungsverfahren

4.7 Molekularbiologische Mechanismen und Bewertung der entzündungshemmenden und stimulierenden Wirkung ionisierender Strahlen

5 Analyse von Strahlenrisiken

5.1 Risiko radiologischer Untersuchungen

5.2 Erfassung des kanzerogenen und genetischen Risikos als Nebenwirkung der Strahlentherapie

5.3 Übertragbarkeit von Begriffssystemen und Rechenmethoden, die für die Risikoabschätzung durch ionisierende Strahlung entwickelt wurden, auf Risikoanalysen bzgl. anderer Noxen

6 Vorsorge für Störfälle und Unfälle

6.1 Weiterentwicklung von Notfallschutz-Konzepten

6.2 Maßnahmen zur Sicherstellung der Ernährung nach großflächiger Kontamination

7 Verfahren und Einrichtungen zur Optimierung des Strahlenschutzes

7.1 Techniken der Personendekontamination

7.2 Rückhalteeinrichtungen für radioaktive Stoffe

7.3 Diagnostische Strategien zur Verbesserung des Strahlenschutzes in der Medizin

7.4 Weiterentwicklung der Qualitätssicherungsverfahren in der Radiologie

7.5 Optimierung der Strahlenschutzausbildung und -weiterbildung

7.6 Großräumige Sanierung von Halden und Absetzbecken aus dem Uran-Bergbau

7.7 Entwicklung von Verfahren zur Überwachung der Abluft-Aerosolfilter in kerntechnischen Anlagen

8 Strahlenschutz bei der Behandlung und Beseitigung radioaktiver Abfälle

8.1 Untersuchung zu Freistellungsmessungen bei Abfällen aus der Kerntechnik

8.2 Untersuchung zur Deponierung schwachradioaktiver Abfälle

8.3 Systemstudie: Problematik des Einschmelzens schwach kontaminierten metallischen Schrotts aus dem Abbau einer kerntechnischen Anlage

9 Biologische Indikatoren; Diagnose, Pathogenese und Thera-pie von Strahlenschäden

9.1 Objektivierung der biologischen Dosimetrie

9.2 Therapie von Strahlenschäden

10 Strahlenschutz bei nichtionisierenden Strahlungen

10.1 Abklärung der Zunahme der Melanominzidenz bei UV-Bestrahlung der Haut

10.2 Biologische Wirkungen des gepulsten Ultraschalls

10.3 Biologische Wirkungen im Nahfeld von HF-Strahlern

10.4 Prüfung bisher berichteter Hypothesen über mögliche Wirkungsmechanismen und weitere Abklärung der Wirkungsweise von ELF-Feldern auf zellulärer Ebene

10.5 Mögliche gesundheitliche Risiken durch MR-Untersuchungen

III Derzeit geförderte Projekte und Vorschläge für zukünftige Forschungsthemen

1 Analyse der natürlichen und zivilisatorischen Strahlenexposition

In den Forschungsvorhaben zum Themenbereich "Analyse der natürlichen und zivilisatorischen Strahlenexposition" soll zum einen in Fortführung der bisherigen Untersuchungen die Strahlenexposition durch alle natürlichen Strahlenquellen erfaßt werden. Die Schwankungsbreite der natürlichen Strahlenexposition ist eine wichtige Bezugsgröße für die Festlegung von Dosisgrenzwerten für die Bevölkerung.

Im Hinblick auf die zivilisatorisch veränderte natürliche Strahlenexposition sollen Grundlagen für eine möglicherweise notwendige Erweiterung des Gültigkeitsbereiches der Strahlenschutzverordnung erarbeitet werden. Hierzu gehört die Ermittlung der Radonbelastung im Freien, in Wohnungen, in Bergwerken und in der Nähe von Abraumhalden und Absetzbecken.

Ein weiterer Schwerpunkt ist die Erfassung der übrigen Komponenten der zivilisatorischen Strahlenexposition, insbesondere in der Medizin und bei fliegendem Personal.

Derzeit geförderte Projekte:

00593-1	Untersuchungen der Aktivitätskonzentration von in der bodennahen Luft enthaltenen Radionukliden und ihrer jahreszeitlichen Schwankungen
00603-1	Erhebungsmessungen zur Erfassung der derzeitigen Strahlenbelastung in Wohn- und Aufenthaltsräumen
00697b-1	Messungen des Radons und seiner Folgeprodukte in Wohnräumen und im Freien und Abschätzung der daraus resultierenden Strahlenexposition der Bevölkerung
00946-1	Radioaktive Stoffe in menschlichen Knochen
00950-7	Strahlenexposition von Patienten durch medizinische Maßnahmen
00951-1	Entwicklung und Anwendung eines Modells zur Berechnung der Verteilung von Radon in Häusern
00955-6	Untersuchungen zur Auswirkung der Radonemission der Versuchsgrube Krunkelbach auf Beschäftigte und Umwelt
00975-7 4013-7	Strahlenexposition des Patienten bei der nuklearmedizinischen Anwendung markierter monoklonaler Antikörper
00977-7	Ermittlung der Strahlendosis bei der Anwendung radioaktiv markierter monoklonaler Antikörper
00991-4	Bestimmung der Strahlenbelastung des Menschen nach Hautkontakt mit Radionukliden
01006-1	Der geologische Einfluß des Untergrundes auf die natürliche Strahlenexposition in der Bundesrepublik Deutschland
01008-1	Neufassung des Jahresberichts "Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung"
01009-7	Arten und Häufigkeiten nuklearmedizinischer Untersuchungsverfahren und dadurch bedingte Strahlenexposition von Patienten und Gesamtbevölkerung
01016-1	Durchführung und Auswertung von Ganzkörpermessungen als Folge des Reaktorunfalls in Tschernobyl
01018-1	Langzeitkontrolle von Kindern und Erwachsenen auf Inkorporation als Folge von Tschernobyl
01020-1	Verlaufsmessung über die Inkorporation von radioaktiven Spaltprodukten bei Erwachsenen und Kindern in den Jahren 1986 - 1989

01024-1	Identifizierung und Quantifizierung inkorporierter Radionuklide im menschlichen Körper
01030-1	Erfassung, Dokumentation und strahlenhygienische Bewertung der in der Bundesrepublik Deutschland vorliegenden Meßdaten als Folge des Reaktorunfalls in Tschernobyl
01062-1	Inkorporationsmessungen an beruflich strahlenexponierten Personen
01087-1	Berufliche Strahlenexposition durch Radon
01070-1 4015-1	Radioaktivität in Wildtieren
01091-1	Radiocaesium in Wild
01093-1	Radionuklide in der Tiefsee
01110-6 4029-6	Die Inkorporationsgefährdung und -messung beruflich strahlenexponierter Personen durch Radiopharmaka, die Gammastrahlung niedriger Energie emittieren
01117-1	Analytische und meßtechnische Ermittlung von Kennwerten zur radiologischen Überwachung von Verbrennungsanlagen
01118-1	Geogene Faktoren der Strahlenexposition unter besonderer Berücksichtigung des Radonpotentials
01132-1	Strahlenexposition durch den Umgang mit Reststoffen aus der Kohleverbrennung
4008/2-4	Radiologische Erfassung, Untersuchung und Bewertung bergbaulicher Altlasten (Altlastenkataster)
4038-3	Berechnung der externen Strahlenexposition der nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl in der Ukraine evakuierten Personen (Externe Strahlenexposition)
4039-3	Untersuchungen zur internen Strahlenexposition durch Jod und Strontium der Bevölkerung in der Ukraine nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl (interne Dosimetrie)

Als künftig zu fördernde Forschungsthemen werden vorgeschlagen:

1.1 Radon in Wohngebäuden in Gebieten des Uranbergbaus

Begründung:
Die sinnvolle Festlegung von Maßnahmen zur Sanierung von Wohngebäuden mit erhöhtem Radongehalt ist nur bei Kenntnis der tatsächlichen Verhältnisse möglich. Die Erfassung des Radon-Gehalts ist gleichzeitig Voraussetzung für die wissenschaftliche Erfassung epidemiologischer Zusammenhänge.

1.2 Strahlenexposition in Bergwerken

Begründung:
Die Strahlenexposition von Bergarbeitern durch radioaktive Edelgase und deren an Aerosole gebundene Zerfallsprodukte sowie durch Radioaktivität des Gesteins ist noch unvollständig bekannt. Diese Daten werden sowohl zur arbeitsmedizinischen Bewertung als auch als epidemiologisches Erhebungsmaterial zur chronischen beruflichen Strahlenexposition benötigt. Neben der notwendigen Ermittlung der Konzentration von Radon und Radon-Folgeprodukten in Luft über- und untertage sollten auch der Begleitfaktor Staub (Konzentration und Gehalt an Uran, Arsen und Siliziumdioxid) bestimmt und die Komponenten der Direktstrahlung ermittelt werden.

Dieses Forschungsthema hat für die sächsisch-thüringischen Erzbergbau-Gebiete eine große aktuelle Bedeutung. Nur mit Hilfe der quantitativen Erfassung der Strahlenexposition der Bergarbeiter können Dosis-Risiko-Beziehungen für strahleninduzierten Lungenkrebs aufgestellt werden.

1.3. Medizinische Strahlenexposition (Patienten)

Begründung:
Ein erklärtes Ziel der Entwicklung neuer Techniken in der Radiologie und Nuklearmedizin ist neben der Verbesserung der diagnostischen und therapeutischen Effizienz auch die Verminderung von Strahlenexpositionen.

Im einzelnen wird empfohlen, einen Katalog für die Strahlenexposition bei gängigen Untersuchungen in der Röntgendiagnostik und Nuklearmedizin zu erstellen sowie die Möglichkeiten ihrer weiteren Verminderung zu erörtern. Insbesondere besteht Forschungsbedarf auf den Gebieten der Datenerfassung und der Fortführung der Überwachung medizinisch bedingter Strahlenexpositionen durch herkömmliche und neue Diagnoseverfahren wie z.B. digitale Subtraktions-Angiographie (DSA), digitale Lumineszenz-Radiographie (DLR), Computertomographie (CT) oder Knochendichtemessungen.

Erhebungen der Strahlenexposition des Patienten bilden gleichzeitig eine wichtige Grundlage für die Abklärung der Risiken durch medizinische Anwendung röntgendiagnostischer Maßnahmen.

1.4 Medizinische Strahlenexposition (Personal)

Begründung:
Die neueingeführten Methoden erfordern eine Erhebung von Werten der beruflichen Exposition des medizinischen Personals in der Röntgendiagnostik, der nuklearmedizinischen Diagnostik und der Strahlentherapie.

1.5 Strahlenexposition der Bevölkerung durch medizinische Einrichtungen

Begründung:
Die Strahlenexposition der Bevölkerung durch Abluft aus medizinischen Einrichtungen (z.B. radiologischen Abteilungen von Krankenhäusern) soll festgestellt werden. Aus den Ergebnissen läßt sich die Frage beantworten, ob eine Filterung dieser Abluft generell erforderlich bzw. eine meßtechnische Überwachung zu empfehlen ist.

1.6 Strahlenexposition von fliegendem Personal

Begründung:
Die Strahlenexposition des Personals in hochfliegenden Verkehrsflugzeugen ist in höherem Maße als diejenige auf der Erdoberfläche durch die kosmische Strahlung bedingt. Bei der Berechnung von Körperdosen und bei der Abschätzung von biologischen Wirkungen sowie bei der Entwicklung von Dosismeßeinrichtungen müssen die physikalischen Eigenschaften eines breiten Spektrums ionisierender Teilchen berücksichtigt werden.

2 Meßtechnik und Dosisermittlung

In Technik und Medizin finden unterschiedliche ionisierende Strahlungen Anwendung oder treten als Begleiterscheinung der Kerntechnik auf. Sie umfassen ein breites Spektrum hinsichtlich der Strahlenart, der Dosisleistung und des Energiebereichs sowie der Art der radioaktiven Stoffe. Durch universell einsetzbare und optimal anwendbare Dosismeßgeräte sowie ausreichend genaue Verfahren der Dosisermittlung soll sichergestellt werden, daß bei unterschiedlichen Expositionsbedingungen eine zuverlässige Dosisbestimmung bei geringem Aufwand möglich ist.

Die §§ 46, 61, 62 und 63 StrlSchV fordern die Messung der abgeleiteten Aktivität aus einer kerntechnischen Anlage, die Messung der Ortsdosis in der Anlage und die Messung der Körperaktivität bzw. der Personendosis bei beruflich Strahlenexponierten sowie die Ermittlung der Körperdosen unter Berücksichtigung der Expositionsbedingungen. Um die Einhaltung der Grenzwerte und der Grundsätze des § 28 der Strahlenschutzverordnung in diesen Anwendungsbereichen durch einen vertretbaren Aufwand an Meßgeräten hinreichend überwachen zu können, ist es erforderlich, die bestehenden Dosimetersysteme zu verbessern und neue Meßsysteme zu entwickeln wie auch dosimetrische Modelle und Daten zu überprüfen und ggf. zu korrigieren.

In den laufenden Forschungsvorhaben werden bestehende Dosimeter auf besondere Anwendungsfälle hin modifiziert und erprobt sowie neue Meßsysteme entwickelt und ihre Anwendungsmöglichkeiten getestet. Auch die Methodenentwicklung zur rechnerischen Ermittlung der Körperdosen bei externer und interner Strahlenexposition verschiedener Altersgruppen und

unter besonderen Bedingungen erschließt einen wichtigen Zugang zur Quantifizierung der beruflichen und allgemeinen Strahlenexposition. In einigen Forschungsvorhaben werden die Konzentrationen radioaktiver Stoffe in der Umwelt gemessen. Dies geschieht im Hinblick auf spezielle Nuklide mit besonderen Nachweismethoden in den Umweltbereichen Luft, Wasser, Boden und in den Nahrungsketten bis hin zum Menschen. Für Vergleiche ist die Standardisierung von Meß- und Berechnungsverfahren erforderlich.

Derzeit geförderte Projekte:

00864-3	Erstellung einer Sammlung von Meßanleitungen für die Überwachung der Umweltradioaktivität auf Datenträger
00972a-2	Ermittlung und Sensitivitätsanalyse von Dosisfaktoren für externe und interne Strahlenexposition unter besonderer Berücksichtigung von Embryo, Fetus, Kindern und Jugendlichen
00972b-2	Untersuchungen zur Ermittlung der Strahlenexposition bei Aufnahme radioaktiver Stoffe durch den Menschen
00981-2	Entwicklung und Untersuchung von hochenergetischen Photonenfeldern für die Strahlendosimetrie
00986-2	Grundlagen und Kriterien für die Anwendung eines Proportionalzählers in der Neutronen-Personendosimetrie
01000-2	Neutronendosimetrie in Kernkraftwerken mit LWR
01002-2	Physikalische Parameter zur Definition der Qualitätsfaktoren im Strahlenschutz
01005-2	Erprobung von BeO-Personendosimetern
01014-2	Auswertung eines internationalen Ringversuchs an abbildenden Systemen in der Nuklearmedizin
01015-2	Neutronen-Äquivalentdosisleistungsmesser nach dem Einkugelalbedomeßverfahren
01022-1	Bestimmung der inkorporierten Radioaktivität über Ganzkörperzähler
01023-3	Studie zur Neukonzeption der Überwachung der Umweltradioaktivität
01028-2	Störfalljodmonitor
01034-1	Inkorporationsmessungen mit einem hochauflösenden Halbleiterdetektor
01036-2	Untersuchungen von großflächigen Betastrahlern zur Kalibrierung von Strahlenschutzdosimetern und Kontaminationsmonitoren

01040-2	Entwicklung, Erprobung und Einsatz von Schnellmethoden zur nuklidspezifischen Bestimmung atmosphärischer Kontaminationen
01041-2	in-vivo-Messungen von Aktiniden
01042-2	Messung und Beseitigung von Oberflächenkontaminationen
01048-2	Berechnung von Organabschirmfaktoren für Schwangere und Feten sowie von Dosisleistungsfaktoren für Feten, Kinder, Jugendliche und Schwangere
01057-3	DV-Konzeption für das integrierte Meßnetz zur Überwachung der Umweltradioaktivität nach dem Strahlenschutzvorsorgegesetz (StrVG)
01059-2	Technische Optimierung des TSEE-Auswertegerätes
01061-2	Feldstudie - Praktischer Einsatz eines neuen Teilkörpermeßsystems
01063-3	Erprobung von Airborne-Gammaspektrometrie zur Kartierung von radioaktivem Fallout
01067-3	Rahmenausschreibung zum integrierten Meß- und Informationssystem zur Überwachung der Umweltradioaktivität
01076-2	Erprobung eines Phosphatglas-Dosimetriesystems
01080-2	Ermittlung der intestinalen Absorption (f1-Werte) für Radionuklide aus Lebensmitteln und deren Beeinflussung durch spezifische Hemmstoffe
01083-2	Schnelle Bestimmung von Strontium-, Plutonium- und Technetiumisotopen in Luft durch Lasermassenspektrometrie
01084-2	Untersuchung stochastischer Verfahren zur Festlegung von Nachweisgrenzen bei Kernstrahlungsmessungen
01085-2	Analyse von radioaktiven Strontiumisotopen in Aerosolen mit Hilfe der Beschleunigermassenspektrometrie
01094-2	Schnellmethoden zur Bestimmung von Plutonium, Americium und Neptunium
01100-2	Untersuchung von Kalibrierverfahren für Neutronen, Personendosimeter
01102-2	Stufenkonverter-Untersuchungen für CR-39 Detektoren zur Neutronendosimetrie
01106-2	Nachweis und Erkennungsgrenzen bei spektrometrischen Kernstrahlungsmessungen
01108-2	Entwicklung von Proportionalzählrohren

01112-4	Vergleichende Untersuchungen zur Ermittlung der Schilddrüsenaktivität bei Inkorporation von Jodisotopen mit Teil- und Ganzkörperzählern
01113-2	Erarbeitung von Bewertungskriterien für Messungen des Radons und seiner Zerfallsprodukte in Häusern
01114-2	Unterstützung bei der Überwachung des Projektes "Integriertes Meß- und Informationssystem zur Überwachung der Umweltradioaktivität"
01120-2	Anwendung von Proportionalzählern in der Neutronen-Personendosimetrie
01121-4	Ermittlung der Strahlendosis in "Nicht-Speicherorganen" für Thorotrast
01124-2	Messung von Kalium-40 und Cäsium-137 an Kleinkindern
01126-2	Inkorporationsüberwachung von beruflich strahlenexponiertem Personal in der Nuklearmedizin
01134-2	Herstellung und Untersuchung definierter Radon-Felder zur Kalibrierung von Radon-Dosimetern
4002-2	Überarbeitung von Richtlinien
4004-2	Größenverteilung und Konzentration der "unangelagerten" Radon-Zerfallsprodukte und Konzentration von Thoron und dessen Zerfallsprodukten in der Raumluft (einschließlich Untersuchungen in Thüringen und Sachsen)
4005-3	Erstellung eines Gutachtens zum IMIS-IT-Projekt
4009-2	Erweiterung dosimetrischer Konzepte zur Anwendung im Strahlenschutz
4019-2	Radonmessung im Rahmen der deutsch-deutschen Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Strahlenschutzes
4020-2	Schnelle Bestimmung von Strontium-, Plutonium- und Technetiumisotopen in Luft durch Lasermassenspektrometrie
4021-2	Analyse von radioaktiven Strontiumisotopen in Aerosolen mit Hilfe der Beschleunigermassenspektrometrie
4032-4 1046-4	Gewebeäquivalente Phantommaterialien

Als künftig zu fördernde Forschungsthemen werden vorgeschlagen:

2.1 Realisierung neuer Meßgrößen im Strahlenschutz

– Erarbeitung der Grundlagen für Gerätekalibrierungen und Kalibrierprozeduren

– Untersuchung der Energie- und Richtungsabhängigkeit vorhandener Orts- und Personendosimeter in bezug auf die neuen Meßgrößen

– Erarbeitung der Anforderungen an Meßgeräte zur Messung der neuen Meßgrößen; Anpassung von Prüfregeln, DIN-Normen und KTA-Regeln

– Anpassung der Meßgerätekonstruktionen und Meßverfahren

– Anpassung der Berechnungsgrundlagen zur Ermittlung von Körperdosen aus Orts- und Personendosen

– Umstellung der Tafeln für Schwächungskoeffizienten, Abschirmfaktoren u.ä.

– Umstellung der Tafeln für Dosisleistungskonstanten

Begründung:
Die Unvollständigkeit und Inkonsistenz der Meßgrößen, die für die einzelnen Strahlen- und Expositionsarten verwendet wurden, gab häufig Anlaß zu Unsicherheit oder unrealistisch erhöhten Körperdosisabschätzungen. Entwicklungen im internationalen Rahmen haben durch Einführung neuer Meßgrößen (ICRP 39, ICRP 43, DIN 6814, Teil 3) den Weg zur grundsätzlichen Verbesserung der Situation bei Orts- und Personendosimetern gewiesen. Eine Weiterentwicklung der Standard-Meßverfahren, der Anforderungen an Meßgeräte, der Kalibriertechniken und der praktischen Meßverfahren ist hier erforderlich.

2.2. Spezielle Entwicklungen auf dem Gebiet der Aktivitätsmessungen

Begründung:
Meßverfahren für radioaktive Kontaminationen von Oberflächen, insbesondere äußeren und inneren Körperoberflächen des Menschen, sind weiter zu entwickeln, um notwendige Meßdauern zu verkürzen und die Aussagesicherheit in bezug auf die durch gesetzliche Bestimmungen limitierten Größen zu verbessern.

Die Standardisierung und Präzisierung der Aktivitätsermittlung bei Ganzkörpermessungen hat bei großflächig kontaminierten Gebieten an Bedeutung gewonnen.

Für Aktivitätsmessungen in Luft und Wasser, an Bewuchsproben, Körperflüssigkeiten und -ausscheidungen ist die Meßrichtigkeit und -beständigkeit durch Entwicklung und Bereitstellung spezieller Kalibrierprüfpräparate zu verbessern. Für Alphastrahler sind spezielle Meßverfahren zu entwickeln, die auch bei meßtechnisch schwierigen Proben angewandt werden können. Trotz der extrem niedrigen Eintrittswahrscheinlichkeiten kerntechnischer Unfälle müssen Verfahren zur sicheren meßtechnischen Erfassung hoher Aktivitäten in Abluft und Abwasser als Vorsorgemaßnahmen entwickelt werden.

2.3 Spezielle Entwicklungen auf dem Gebiet der Personendosimetrie

Begründung:
Es ist notwendig, die Meßtechniken für β-Strahlung, für Neutronen und für Photonen niedriger Energie weiterzuentwickeln, die Meßbereiche zu erweitern und eine bessere Meßbeständigkeit bei einigen neuen Verfahren der Personendosimetrie zu erreichen. Meßunsicherheiten bei Messungen der Umgebungsstrahlung sollten herabgesetzt werden, weil diese als Erhebungsmessungen vor Inbetriebnahme kerntechnischer Anlagen die Bezugsgrundlage für die spätere Überwachung des Betriebes bilden.

2.4 Untersuchungen der Kinetik von Radionukliden im Körper und Erarbeitung von Stoffwechselmodellen sowie dosimetrische Berechnungen

Begründung:
Notwendig sind Bemühungen zur Verbesserung und Komplettierung von Stoffwechselmodellen verschiedener inkorporierter Radionuklide zwecks Dosisberechnung einschließlich der medizinischen Anwendung von Radionukliden als diagnostische und therapeutische Agenzien, zur Berücksichtigung der Altersabhängigkeit und der chemischen und biochemischen Parameter, zur Fortführung der dosimetrischen Berechnungen, zur Erweiterung der Liste der erfaßten radioaktiven Stoffe sowie zur Berücksichtigung der Einflüsse weiterer anwesender Noxen auf die Radionuklid-Kinetik.

2.5 Dosimetrische Erfassung der Patientenexposition in der Röntgendiagnostik

Begründung:
Als wichtiger Zugang zur Ermittlung der Organdosen in der Röntgendiagnostik sollten die Messungen der Eintrittsdosis, z.B. mit TLD, sowie die Messungen des Flächendosisprodukts weiterentwickelt werden.

2.6 Dosimetrie in der Strahlentherapie mit offenen radioaktiven Stoffen

Begründung:
Es sind Bemühungen notwendig, das Genauigkeitsniveau der Dosimetrie bei der Anwendung offener radioaktiver Stoffe in der Strahlentherapie auf das der Tele- und Brachytherapie anzuheben.

2.7 Weiterentwicklung von Schnellmethoden zur nuklidspezifischen Bestimmung von α- und β-Strahlern.

Begründung:
Bei Ereignissen mit nicht unerheblichen radiologischen Auswirkungen ist bisher die Messung von γ-Strahlern zur schnellen Einschätzung der Situation möglich. In den meisten denkbaren Fällen müssen diese Informationen aber in möglichst kurzer Zeit durch Angaben zum Gehalt an α- und β-Strahlern ergänzt werden. Hierfür sind Schnellmethoden zur nuklidspezifischen Bestimmung erforderlich, die bisher nur beschränkt vorliegen.

2.8 Weiterentwicklung der in situ-Spektrometrie unter Berücksichtigung der Abschirmung durch die Tiefenverteilung der Radionuklide im Boden

Begründung:
Mit der in-situ-γ-Spektrometrie ist es möglich, bei Ereignissen mit nicht unerheblichen radiologischen Auswirkungen Bodenkontaminationen schnell nuklidspezifisch zu erfassen. Die Auswerteverfahren, die die Tiefenverteilung der Radionuklide im Boden berücksichtigen, sind zu verbessern, um die zeitaufwendige Messung von Bodenprofilen zu minimieren.

2.9 Bestimmung von Radonfolgeprodukten und Gleichgewichtsfaktoren in der Umgebung von Halden und anderen Quellen.

Begründung:
Die Kenntnisse der Variationsbreite der Konzentration von Radonfolgeprodukten bzw. der Gleichgewichtsfaktoren in der Umgebung von Halden und anderen Quellen in Abhängigkeit von unterschiedlichen Ausbreitungsbedingungen (Meteorologie, Orographie) sind zu verbessern, um die Beurteilung der radiologischen Situation in den Bergbaugebieten abzusichern.

2.10 Entwicklung von Verfahren zur Durchführung der vorgesehenen Probenahmen aus dem Containment von Kernkraftwerken nach größeren Störfällen oder Unfällen.

Begründung:
Für die Prognose von Emissionen und Immissionen nach größeren Stör- und Unfällen ist die Kenntnis der Radionuklidzusammensetzung im Containment erforderlich. Die entsprechenden Probenahmeverfahren sind zu entwickeln.

3 Radioökologische Daten und Modelle

Gegenstand der Forschungsvorhaben ist die Ausbreitung radioaktiver Stoffe in der Umwelt bei Ableitung mit Luft oder Wasser. Hierbei sollen spezifische Anreicherungen in den einzelnen Ökosystemen, insbesondere im Hinblick auf die Nahrungsketten, analysiert werden. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sollen eine realistische Ermittlung der Strahlenexposition nach Ableitung radioaktiver Stoffe im Rahmen von radioökologischen Modellen ermöglichen.

Das Immissionskonzept der Strahlenschutzverordnung verlangt im § 45 die Einhaltung von Dosisgrenzwerten in der Umgebung kerntechnischer Anlagen. Aus vorgegebenen Ableitungswerten lassen sich nur bei genauer Kenntnis des ökologischen Verhaltens der Nuklide realistische Immissionswerte für die Umgebung und damit für die Strahlenexposition des Menschen ermitteln. Die Ergebnisse der Untersuchungen zur Ausbreitung radioaktiver Stoffe in der Umgebung dienen dazu, im Rahmen des Genehmigungsverfahrens die Einhaltung der Dosisgrenzwerte entsprechend den Forderungen der Strahlenschutzverordnung sicherzustellen.

Radioökologische Daten werden in den laufenden Forschungsvorhaben mit dem Ziel der Verifizierung bzw. Verbesserung radioökologischer Modelle ermittelt. Hierzu gehören auch atmosphärische Ausbreitungsmodelle, die untersucht und experimentell überprüft werden. Weitere Untersuchungen erfolgen mit dem Ziel der Erstellung von Richtlinien zur Überwachung der Umweltradioaktivität und zum Ausbau automatischer Überwachungssysteme.

Derzeit geförderte Projekte:

00630-3	Radioökologische Studien in der Unterelbe und dem anschließenden Estuar
00746-3	Radioökologische Untersuchungen in der Nahrungskette Luft-Boden-Rebe-Wein
00781f-3	Verhalten von Radionukliden in Sediment und Klärschlamm in Rhein und Weser
00881-3	Mathematisch-statistische Prüfung der radioökologischen Berechnungsverfahren
00913-3	Untersuchungen zur Radioökologie des Jod-129 unter besonderer Berücksichtigung der Umwandlungen von Jodverbindungen unter Umweltbedingungen
00952-3	Berechnung der Strahlenexposition in der Umgebung kerntechnischer Anlagen auf der Grundlage aktueller Wetterdaten des Standortes
00959-3	Anreicherung von Radionukliden in Fischen bei Normalbetrieb und Störfall von kerntechnischen Anlagen
00971-3	Vergleich dreier Verfahren zur Kr-85-Abtrennung aus der WAA 350 bezüglich der Strahlenbelastung
00979-3	Das Verhalten von Chemikalien, die für die Wiederaufarbeitung von Kernbrennstoffen benötigt werden, im Untergrund unter besonderer Berücksichtigung der Grundwassergefährdung
00984-3	Die Ausbreitung künstlicher Radionuklide in der Nordsee
00993-3	Experimentelle Bestimmung der Langzeitausbreitungsfaktoren durch simultane C-14- und Kr-85-Messungen in der Umgebung der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe
00996-3	Windkanaluntersuchungen zur Erfassung von Störeinflüssen auf die Ausbreitung radioaktiver Stoffe bei Freisetzung aus kerntechnischen Anlagen in unmittelbarer Gebäudenähe
01004-3	Untersuchungen zum Realismus der Radioökologiemodelle
01011-3	Untersuchungen zur atmosphärischen Ausbreitung von Schadstoffen nach Kurzzeitemissionen in nicht ebenem Gelände
01012-3	Transportmodelle und Grundwasserverströmungsvorgänge von radioaktiven Stoffen in porösen und klüftigen Medien
01017-3	Erweiterung des Lagrange-Ausbreitungsmodells und Validierung des Modells im Hinblick auf den Einsatz in gegliedertem Gelände
01033-3	Untersuchungen über den Transfer von Cs-137 in kritischen Belastungspfaden
01035-3	Vergleichende Betrachtung der Dynamik von Cäsium und Kalium im Boden

01037-1	Untersuchungen über den Transfer von Cs-137 und Sr-90 aus der Nahrung in die Muttermilch
01038-3	Ermittlung von regionalen Verzehrgewohnheiten als Grundlage für die Ableitung von Richtwerten
01043-3	Aufnahme und Verteilung von Radioruthenium in Pflanzen für den Expositionspfad Luft/Pflanzen
01047-3	Ablagerung von Radionukliden bei Schneefall sowie Nebel und Vergleich mit der Ablagerung bei Regen und trockenem Wetter
01051-3	Abnahme von künstlicher Radioaktivität nach Deposition in städtischer Umgebung
01055-3	Experimentelle Verifizierung dynamischer Radioöko logie-Modelle in der Folge von Tschernobyl
01071-3	Erstellung eines dynamischen Modells zur Berechnung der Strahlenexposition über den Wasserpfad bei stehenden und fließenden Gewässern
01074-3	Untersuchungen zur Radioaktivitätsausbreitung im Nordostatlantik
01109-3	Konzeption eines Registers für die berufliche Strahlenexposition
01116-3	Untersuchungen zur Radioökologie des Jod-129 unter besonderer Berücksichtigung der Umwandlungen von Jodverbindungen unter Umweltbedingungen
01138-3	Transport von radioaktiven Stoffen in der ungesättigten und gesättigten Bodenzone
4018-3	Einfluß von physikalischen, physiochemischen und biologischen Prozessen auf Migration und Pflanzenverfügbarkeit des Jod-129 in drei landwirtschaftlich relevanten Bodentypen
4025-3	Ablagerung von Radionukliden bei Schneefall sowie Nebel und Vergleich mit der Ablagerung bei Regen und trockenem Wetter
4036-3	Untersuchungen zum Einfluß der Versorgung von Milchkühen mit stabilem Jod auf den Transfer von Jod-131 vom Futter in die Milch

Als künftig zu fördernde Forschungsthemen werden vorgeschlagen:

3.1 Verifizierung und Validierung fortgeschrittener Ausbreitungs- und Strömungsmodelle

3.2 Untersuchung der Einflüsse von Orographie und Bebauung auf die Ausbreitung von Emissionen (insbesondere bei Schwachwindwetterlagen)

3.3 Bestimmung des Windfeldes für den Einsatz von Lagrange-Modellen zur Ausbreitungsberechnung im KFÜ

3.4 Untersuchungen zu Vertikalmigration einschließlich des Zusammenhangs zwischen Vertikalmigration und Transferfaktoren

3.5 Ablagerung von Radionukliden mit Regen, Schnee, Reif und Nebel

3.6 Bestimmung von Depositionsgeschwindigkeiten reaktionsfähiger, gasförmiger Nuklidverbindungen auf Boden und Vegetation

3.7 Festlegung der Meßgrößen zur Bestimmung meteorologischer Daten

3.8 Fortführung der Untersuchung der Jod-Verlagerung im Boden über ausreichend lange, isotopspezifisch bestimmte Zeiträume

3.9 Untersuchung von Methoden zur Induzierung der Immobilisation und Remobilisation von Radionukliden in kontaminierten Böden

3.10 Fortführung der Untersuchung der auf Diffusion beruhenden bzw. durch Luftbewegung oder sonstige mechanische Einwirkung hervorgerufenen Reemission von Radionukliden nach ihrer Ablagerung auf Boden oder Vegetation unter besonderer Berücksichtigung von Jod und Tritium

3.11 Ausbreitung von Radon im Boden und in Gebäuden

3.12 Untersuchung der Ablagerung und Verweilzeit von Radionukliden in urbanen Gebieten (d.h. auf Gebäuden, Verkehrswegen und Grünflächen) und der sich daraus ergebenden Strahlenexposition der Bevölkerung

3.13 Untersuchung der Ablagerung von Radionukliden auf Obstbäumen und -sträuchern und ihrer Translokation

3.14 Untersuchungen zur Ablagerung und zum weiteren Verhalten von Radionukliden in Waldökosystemen

3.15 Abhängigkeit der trockenen Ablagerung vom Vegetationsstand der Pflanze

3.16 Untersuchung der Strahlenexposition über den Wasserpfad in bezug auf stehende Gewässer unter Berücksichtigung der langfristigen Akkumulation von Radionukliden im Gewässer und der Austauschprozesse zwischen Wasser und Bodensediment

3.17 Entwicklung einer Berechnungsgrundlage für küstennahe Standorte

3.18 Untersuchungen zur Parametrisierung von Transferfaktoren in Abhängigkeit von verschiedenen Bodenparametern

3.19 Untersuchung der Unterschiede zwischen lang- und kurzlebigen Radionukliden bei Transfervorgängen in Tieren unter besonderer Berücksichtigung der Speicherkompartimente und des Einflusses stabiler Isotope

3.20 Transfer von Radionukliden in der Nahrungskette bei extensiver Bewirtschaftung

3.21 Strahlenexposition von Pflanzen und Tieren in besonders exponierten Ökosystememem

3.22 Weiterentwicklung der radioökologischen Modelle für Störfälle

3.23 Erarbeitung von Berechnungsverfahren für die Strahlenexposition durch Emissionen aus Fusionsreaktoren und assoziierten Anlagen

3.24 Anwendbarkeit vorhandener radioökologischer Modelle auf natürliche Radionuklide

3.25 Langzeitverhalten natürlicher Radionuklide in Halden, Absetzbecken, Bergwerken und kontaminiertem Gelände einschließlich der Prüfung der Effektivität von Sanierungsmaßnahmen

Gemeinsame Begründung:
Die Projekte der vorstehenden Liste betreffen radioökologische Berechnungsverfahren und Messungen von radiologischen Phänomenen in Ökosystemen. Ihre Bearbeitung erbringt eine notwendige Ergänzung zu den bisherigen radioökologischen Berechnungsunterlagen. Es müssen nicht nur weitere Ausbreitungswege, sondern auch weitere Radionuklide (insbesondere die natürlichen) berücksichtigt werden. Die Meßmethodik i.e.S. ist im Abschnitt 2 berücksichtigt.

4 Somatische und genetische Wirkungen von Strahlenexpositionen

Die Grundlagenuntersuchungen über Phänomene und Mechanismen der biologischen Strahlenwirkungen müssen wegen ihrer entscheidenden Bedeutung für die Bewertung und Begrenzung

von Strahlenrisiken, insbesondere bei niedrigen Dosen und bei zeitlich verteilter Strahlenexposition, fortgesetzt werden.

Die Ermittlung von Dosis-Wirkungs-Beziehungen ist einerseits über biologische und medizinische Untersuchungen bei unterschiedlichen Strahlenarten, Dosen und Dosisleistungen, andererseits über epidemiologische Erhebungen möglich. Neben der Wirkung ionisierender Strahlen allein sollen auch Kombinationseffekte als Folge von Umweltnoxen in Verbindung mit ionisierenden Strahlen untersucht werden.

Die Strahlenschutzverordnung gibt Dosisgrenzwerte für beruflich strahlenexponierte Personen und die Bevölkerung vor. Die Ergebnisse der Untersuchungen dienen dazu, diese Regelungen auch weiterhin zu überprüfen und eventuell zu ergänzen, um den Schutz des Menschen vor den Gefahren der ionisierenden Strahlen sicherzustellen.

Derzeit geförderte Projekte:

00634-4	Langfristige empirisch-statistische Ermittlung des Gesundheitsrisikos, insbesondere des Krebserkrankungsrisikos, im Hinblick auf die Strahlenbelastung der Bevölkerung
00634/1-4	Langfristige empirisch-statistische Ermittlung des Gesundheitsrisikos und der Gefährdung der Bevölkerung im Hinblick auf die Strahlenbelastung, insbesondere Ermittlung des Krebserkrankungsrisikos und des Risikos von Fehlbildungen bei Neugeborenen und der Säuglingssterblichkeit
00656a-4	Biologische Wirkungen niederenergetischer Elektronen
00698-4	Untersuchungen an präimplantierten Mäuseembryonen
00716a-4	Teratogene Strahlenwirkungen, Phänomene, Dosiswirkungsbeziehungen und Risikobereiche
00716b-4	Teratogene Strahlenwirkungen: Diaplazentare Passage und teratogene Wirkung radioaktiver Stoffe, Sammlung und Auswertung des internationalen Schrifttums
00718-4	Mutationsauslösung in Säugerzellen durch niedrige Dosen ionisierender Strahlen
00730-4	Methoden zur Abschätzung von Risiken der Bevölke rung als Grundlage zur Bewertung und Durchführung epidemiologischer Untersuchungen von Strahlenwirkungen im niedrigen Dosisbereich
00730/1-4	Statistische Analyse und Bewertung der Erhebungen zum Schilddrüsenkrebsrisiko durch Radiojodtest
00812-4	Untersuchungen zur Beurteilung der durch künstliche Bestrahlung bewirkten Spätschäden beim Menschen (Thorotrastpatienten) - Follow-Up-Studie

00911-4	Auswirkungen schwacher Strahlendosen auf die Entwicklung von Amphibien
00956-4	Dosiswirkungsbeziehungen bei kleinen Strahlendosen mittels Ames-Test
00960-4	Zuverlässigkeit der Studien zur Bestimmung von Risikoeffizienten
00978-4	Tierexperimentelle Untersuchungen über die Wirkung inkorporierter radioaktiver und nichtradioaktiver Partikel und deren Synergismus
00992-4	Tierexperimentelle Untersuchungen über die Wirkungen inkorporierter radioaktiver und nichtradioaktiver Partikel und deren Synergismus
00999-4	Onkogene Transformation von Zellen in vitro durch ionisierende Strahlung
01046-4	"Geburten 87" - Belastungen in der Schwangerschaft und frühkindlichen Entwicklung; Epidemiologische Untersuchung über den Schwangerschaftsverlauf in der Zeit nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl
01075-4	Effekte kleiner Strahlendosen auf den Stoffwechsel von Knochenmarkzellen, insbesondere auf die Steuerung von Schutzmechanismen
01095-6	Epidemiologie von Radiojodpatienten
01097-4	Epidemiologische Studie über das Auftreten von Krebserkrankungen im Kindesalter in der Umgebung von Kernkraftwerken
01119-4	Untersuchungen über die Wirkung hämopoetischer Wachstumsfaktoren auf die Strahlenempfindlichkeit der Hämopoese und ihr Regenerationsvermögen
01122-4	Untersuchung von Wirkungsmechanismen ionisierender Strahlung in der frühen Schwangerschaft der Maus
01128-4	Teratogene Wirkungen ionisierender und nichtionisierender Strahlen: Phänomene, Dosiswirkungsbeziehungen und Risikobereiche - Modellversuche mit Säugetieren
04026-4 01096-4	Zelluläre Reparaturprozesse
04033-6	Schilddrüsen-Karzinom-Entstehung nach Applikationen von 131 Jodid im Rahmen des Radiojodtestes bei Kindern

Als künftig zu fördernde Forschungsthemen werden vorgeschlagen:

4.1 Mutationsinduktion durch ionisierende Strahlen

Begründung:
Für die Analyse genetischer und somatischer Mutationen steht durch neueste Entwicklungen (vor allem auf dem Gebiet der Molekularbiologie) ein außergewöhnlich großes Methodenarsenal zur Verfügung.

Dies ermöglicht

a) eine vertiefte Einsicht in molekulare Reparatur-Prozesse und Prozesse der Mutationsinduktion,

b) die Anwendung neuer Mutationsassays in Säugetierzellen bzw. Nager-Mensch-Hybridzellen und

c) das Sammeln wichtiger Erkenntnisse zur Fragestellung der möglichen Krebsveranlagung über den Erbgang (durch Anwendung der neuen Methoden).

4.2 Reparatur von Strahlenschäden in Säugetierzellen als Determinante der Strahlenwirkungen in Geweben, Organismen und im Menschen

Begründung:
Die weitere Aufklärung der Mechanismen der Reparatur und Fehlreparatur von Strahlenschäden in menschlichen und Säugetierzellen, z.B. der Abhängigkeit der Reparaturkinetik von der Zellzyklusphase und von anderen biologischen Parametern, ist für den Strahlenschutz, insbesondere bei kleinen Dosen und unterschiedlicher zeitlicher Dosisverteilung, von grundsätzlicher Bedeutung. Die zellulären Reparaturprozesse nach Strahleneinwirkung stellen wesentliche Einflußfaktoren für die Höhe der Dosisgrenzwerte und deren zeitliche Staffelung dar.

4.3 Analyse epidemiologischer Daten zur Krebsmortalität und -inzidenz im Hinblick auf die Abschätzung des kanzerogenen Strahlenrisikos insbesondere bei kleinen Dosen

Begründung:
Die Analyse epidemiologischer Daten bildet eine unentbehrliche Basis für die Erfassung des Strahlenrisikos des Menschen. In Fortführung der grundlegenden Arbeiten zur Evaluierung der Spätwirkungen bei Atombomben-Opfern von Hiroshima und Nagasaki sind die folgenden Themen von Bedeutung:

a) Lungenkrebsrisiko bei Uranbergarbeitern,

b) Leukämie- und Krebsrisiko der Bevölkerung im Zusammenhang mit dem Uranbergbau,

c) Leukämie- und Krebsrisiko beruflich Exponierter,

d) Leukämie- und Krebsinzidenz in der Umgebung von kerntechnischen Anlagen,

e) Analyse des clusterförmigen Auftretens der Leukämie.

4.4 Karzinogenese durch ionisierende Strahlung

Begründung:
Die Einbeziehung molekularbiologischer und experimentell-genetischer Untersuchungsmethoden soll Aufschluß über die Aktivierungs- bzw. Desaktivierungsmechanismen der Onkogene liefern und ihre Rolle bei der Induktion und Promotion von Krebs aufklären. Die Kenntnis der kausalen Zuordnung eines Tumors zum erzeugenden Agens hätte erhebliche Bedeutung für die Risikoabschätzung und wäre eine arbeitsmedizinische Begutachtungsgrundlage für die Anerkennung von Berufskrankheiten.

Wichtige aktuelle Themen sind:

a) Molekularbiologie von Neoplasien

b) Onkogenaktivierung bzw. Onkogensupressorgen-Desaktivierung

4.5 Karzinogenes, teratogenes und mutagenes Risiko der Nachkommen durch Bestrahlung vor und während der Schwangerschaft

Begründung:
Erweiterung der quantitativen und qualitativen Basis für die Bewertung von Strahlenexpositionen vor und während einer Schwangerschaft. Einen wichtigen Schwerpunkt bilden die neuralen Entwicklungsstörungen.

4.6 Standardisierung epidemiologischer Untersuchungsverfahren

Begründung:
Für die Zusammenfassung der Ergebnisse mehrerer Studien (Meta-Analyse) sowie für die Bewertung von Studien mit alternativem Design ist eine Standardisierung der epidemiologischen Untersuchungsverfahren notwendig.

4.7 Molekularbiologische Mechanismen und Bewertung der entzündungshemmenden und stimulierenden Wirkung ionisierender Strahlen

Begründung:
Für eine wissenschaftliche Bewertung der entzündungshemmenden Wirkung ionisierender Strahlen bei balneologischen Anwendungen sowie zur Bewertung dieser Anwendungen unter Strahlenschutzgesichtspunkten ist eine Aufklärung der zugrunde liegenden molekularbiologischen Mechanismen unerläßlich. Notwendig erscheint auch die wissenschaftliche und unter Strahlenschutzgesichtspunkten vorzunehmende Überprüfung, inwieweit die an einzelnen biologischen Systemen, z. B. Pflanzen, erhobenen Befunde über Stimulationswirkungen ionisierender Strahlungen auf den Menschen übertragen werden dürfen.

5 Analyse von Strahlenrisiken

Vorwort:
Die quantitative Erfassung der Strahlenrisiken bei den verschiedenen beruflichen und zivilisatorischen Strahlenexpositionen von Einzelpersonen sowie Berufs- oder Bevölkerungsgruppen gehört zu den ständigen Aufgaben der Strahlenschutzforschung. Sie ist eine unerläßliche Grundlage für die Entwicklung und den Vergleich von Optimierungsverfahren.

Derzeit geförderte Projekte:

00870-1	Fragen des Strahlenschutzes bei Gewinnung, Verwendung und Beseitigung natürlich-radioaktiver Materialien
0967-1	Strahlenrisiko der Bevölkerung durch Radionuklide aus der Tiefsee
01044-7	Nutzen und Risiko der Radiojodbehandlung bei Patienten mit Schilddrüsenüberfunktion
01066-1	Lungenkrebsrisiko durch Radon in der Bundesrepublik Deutschland
4006-1	Lungenkrebsrisiko durch Radon in Deutschland, Fallstudie Thüringen und Sachsen
4031-1	Strahlenschutz für Mensch und Umwelt - 25 Jahre Fachverband für Strahlenschutz e.V.

Als künftig zu fördernde Forschungsthemen werden vorgeschlagen:

5.1 Risiko radiologischer Untersuchungen

Begründung:
Bei einer quantitativen Abschätzung des Risikos radiologischer Untersuchungen bedürfen Faktoren, wie z.B. die Altersverteilung der Exponierten oder die tatsächliche Untersuchungsfrequenz, einer besonderen Beurteilung.

5.2 Erfassung des karzinogenen und genetischen Risikos als Nebenwirkung der Strahlentherapie

Begründung:
Wegen der gestiegenen Remissionsraten in der Strahlentherapie gewinnt die quantitative Erfassung karzinogener und genetischer Nebenwirkungen zunehmende Bedeutung.

5.3 Übertragbarkeit von Begriffssystemen und Rechenmethoden, die für die Risikoabschätzung durch ionisierende Strahlung entwickelt wurden, bei Risikoanalysen bzgl. anderer Noxen

Begründung:
Es hat sich gezeigt, daß Modelle, die für ionisierende Strahlung entwickelt wurden, im Ansatz auch für andere Noxen brauchbar sind, bei denen es noch keine eigenen Entwicklungen gibt, aber eine Risikoabschätzung sinnvoll wäre. Diese Klärung ist auch für die Bewertung von Kombinationsrisiken unerläßlich.

Vorschläge zur Analyse von Strahlenrisiken bei nichtionisierenden Strahlen sind nicht hier, sondern im 10. Abschnitt aufgeführt.

6 Vorsorge für Störfälle und Unfälle

Ziel der Forschungsvorhaben soll es sein, drohende Strahlenexpositionen der Bevölkerung und des Personals in kerntechnischen Unfallsituationen rasch in ihrem Umfang zu erfassen, geeignete Methoden, Verfahren, Maßnahmen und Geräte unter Berücksichtigung der Wirksamkeit, Durchführbarkeit, Planung und Optimierung von Notfallschutzmaßnahmen fortzuentwickeln und damit einen bestmöglichen Schutz vor Strahlenschäden nach kerntechnischen Unfällen planerisch zu sichern.

Die Ergebnisse aus den Untersuchungen, Studien und Gutachten fließen entweder unmittelbar in die Entscheidungen des BMU ein, entsprechend seiner Zuständigkeit für die Rechts- und Zweckmäßigkeitsaufsicht nach Artikel 85 GG in Verbindung mit dem Atomgesetz und der Strahlenschutzverordnung, oder sie werden durch weiterführende Analysen für die Ziele einer Fortentwicklung des Strahlenschutzes aufbereitet. Insbesondere werden Untersuchungen im Zusammenhang mit den §§ 36 bis 38 StrlSchV und den "Rahmenempfehlungen zum Notfallschutz" mit dem Ziel der Konkretisierung der Kriterien und Maßnahmen zum Notfallschutz ausgewertet.

Daneben werden in den zur Zeit geförderten Forschungsvorhaben spezielle Meßmöglichkeiten erprobt, in Studien die Effektivität von Notfallschutzmaßnahmen untersucht sowie spezielle Schutzmaßnahmen hinsichtlich ihrer Wirksamkeit analysiert.

Derzeit geförderte Projekte:

00980-5	Ermittlung und Darstellung des Umfangs und Nutzens von Maßnahmen des Notfallschutzes bei verschiedenartigen Unfällen in Kernkraftwerken
00997-5	Untersuchungen zu den Auswirkungen neuer Ergebnisse von Risikoanalysen auf die Notfallschutzplanung in der Umgebung kerntechnischer Anlagen
01013-5	Anwendungsbereich und Grenzen von Gaußmodellen bei der Berechnung der Ausbreitung unfallbedingter luftgetragener Radionuklide
01019-5	Untersuchungen zur Dekontamination urbaner Oberflächen (Teil B)

01021-5	Untersuchungen zur Dekontamination urbaner Oberflächen (Teil A)
01025-5	Abschätzung der möglichen Strahlenexposition nach einer einmaligen Emission aus schnell zur Verfügung stehenden Daten
01026-5	Untersuchungen zum dynamischen Verhalten von Radionukliden nach Störfällen zur Planung von Notfallschutzmaßnahmen
01027-5	Erfassung der medizinischen Einrichtungen zur Behandlung nach Strahlenunfällen
01032-5	Entwicklung und praktischer Einsatz von Schnellmethoden zum Nachweis unfallbedingter Umweltkontamination
01054-5	Rechnergestützte Entscheidungshilfen bei kerntechnischen Notfällen mit Anwendungsmöglichkeiten bei Übungen und Ausbildung
01056-5	Untersuchung der Resuspension von Plutonium in der Biosphäre
01065-5	Ermittlung der Umgebungsbelastung nach erhöhten Emissionen, Teil II (Entwicklung des Systems OLDES zu einem KFÜ-Baustein)
01069-5	Entwicklung und Einrichtung einer automatischen Station zur Überwachung der Aerosolaktivität
01072-5	Leitfaden für den fachlichen Berater der Katastrophenschutzleitung bei kerntechnischen Notfällen
01073-5	Erstellung eines Echtzeit-EDV-Expertensystems zur Abschätzung und Begrenzung radiologischer Konsequenzen in der Bundesrepublik Deutschland von Unfällen kerntechnischer Anlagen mit überregionalen Auswirkungen
01077-5	Prüfung der Modifikationen der ABG und SBG im Hinblick auf die Implementierung in ein Berechnungsverfahren zur AVV nach § 45 StrlSchV
01082-5	Überwachung der Abgabe radioaktiver Stoffe über den Fortluftkamin bei Stör- und Unfällen in ausländischen Kernkraftwerken
01089-5	Medizinisches Leit- und Informationssystem nach Strahlenunfällen
01090-5	Konzept einer Kontrollbereichsüberwachung unter Berücksichtigung der radiologischen Relevanz der Kontaminationen
01105-5	Untersuchungen zur Umsetzung neuer Ergebnisse von Risikoanalysen auf die Notfallschutzplanung in der Umgebung kerntechnischer Anlagen
01115-3	Berechnung strahlenepidemiologischer Tabellen für die Bundesrepublik Deutschland

01125-5	Vorbereitung der Schadensbekämpfung bei Unfällen und Störfällen
2002-5	Radiologische Relevanz von Kontaminationen
4023-5	Programmsystem zur Abschätzung und Begrenzung radiologischer Konsequenzen großflächiger Radionuklidkontamination (PARK)

Als künftig zu fördernde Forschungsthemen werden vorgeschlagen:

6.1 Weiterentwicklung von Notfallschutz-Konzepten

Begründung:
In der Erörterung von Notfallschutz-Konzepten und -Strategien müssen, mehr als bisher, die neuen modernen Kommunikationstechniken berücksichtigt werden. Es bedarf abgestimmter Maßnahmen bei Störfällen.

6.2 Maßnahmen zur Sicherstellung der Ernährung nach großflächiger Kontaminierung

Begründung:
Die Erfahrungen mit dem Reaktorunglück in Tschernobyl geben diesen Forschungsthemen ein besonderes Gewicht.

7 Verfahren und Einrichtungen zur Optimierung des Strahlenschutzes

Im Rahmen der Forschungsvorhaben sollen Vorsorgemaßnahmen, Techniken und Vorrichtungen entwickelt und erprobt werden, die zu einer Verringerung der Strahlenexposition und damit einer Verbesserung des Strahlenschutzes führen. Für den Bereich der Medizin sind dies dosisreduzierende Verfahren und Einrichtungen, aber auch Maßnahmen im Rahmen der Qualitätssicherung. Im kerntechnischen Bereich zählen hierzu Einrichtungen, Abschirmungen, Umschließungen, Rückhaltevorrichtungen, Transport- und Lagerungsmaßnahmen, die zur Dosisreduzierung beitragen, ebenso wie besondere Maßnahmen bei der Dekontamination. Nicht zuletzt soll durch eine optimale Strahlenschutzausbildung in den vorgenannten Bereichen ein wirksamer Strahlenschutz erreicht werden.

Mit den Ergebnissen der Forschungsvorhaben sollen Maßnahmen zur Optimierung des Strahlenschutzes im Rahmen von Aufsichtsmaßnahmen des BMU entsprechend Art. 85 GG veranlaßt werden.

Die laufenden Forschungsvorhaben befassen sich mit dem Wirkungsgrad und der Wirksamkeit der Anwendung radioaktiver Stoffe in der Medizin und mit qualitätssichernden Maßnahmen. Daneben werden im kerntechnischen Bereich Verfahren zur Dekontamination, Rückhaltung und Umschließung sowie Dichtigkeit von Transportbehältern im Hinblick auf die Optimierung des Strahlenschutzes weiter entwickelt und entsprechende Richtlinien erarbeitet.

Derzeit geförderte Projekte:

00685-7	Erarbeitung von Regeln der Strahlenschutztechnik
00887-7	Wirksamkeit von Strahlenanwendungen in der Kinderheilkunde
00878-7	Strahlenschutzregeln für die technische Anwendung umschlossener radioaktiver Stoffe; Umgang mit ortsveränderlichen Strahlengeräten für die Gammaradiographie
00921-7	Untersuchungen zum Auftreten und zur Abscheidung von penetrierenden Jodverbindungen in der Abluft von Kernkraftwerken
00923-6	Untersuchungen zum Strahlenschutz am Arbeitsplatz des nuklearen Brennstoffkreislaufes
00943-7	Untersuchungen von Dichtsystemen und dichten Umschließungen zum Transport und zur Lagerung radioaktiver Stoffe
00954-6	Verbesserung des Strahlenschutzes bei Personen, die aufgrund einer Genehmigung nach § 20 StrlSchV tätig sind, durch arbeitsplatzspezifische Untersuchungen der Strahlenbelastung
00974-6	Sammlung und Auswertung von Daten, die für den betrieblichen Strahlenschutz in kerntechnischen Anlagen von Bedeutung sind
00995-7	Untersuchungen zu physikalischen Aspekten der Qualitätssicherung in der Brachytherapie
01001-6	Untersuchungen zum Transport radioaktiver Stoffe
01010-6	Strahlenexposition durch die Verwendung von Reststoffen aus Brennelementfabriken
01045-6	Untersuchungen der Möglichkeit des Rezyklierens von Kernkraftwerksschrott in den kerntechnischen Kreislauf anhand der Gußcontainerfertigung
01050-6	Qualitätskontrolle von Technetium-99m-Generatoren
01053-7	Weiterentwicklung und Erprobung einer Methode zur Darstellung und Durchblutungsmessung von Myokard und Hirnsubstanz
01079-7	Optimierung des Strahlenschutzes bei Uranhexafluoridbehältern 48y
01081-7	Untersuchung der Sicherheitsreserven von Dichtsystemen zum Transport und zur Lagerung radioaktiver Stoffe

01086-7	Optimierung des Strahlenschutzes durch Untersuchungen bzw. Reduzierung der Strahlenbelastung der Beschäftigten in einem Uranbergwerk
01088-7	Erstellung eines fachlichen Feinkonzepts sowie Mitarbeit bei der Festlegung des DV-gestützten Verfahrens zur Überwachung der Umweltradioaktivität
01092-7	Organisation des Strahlenschutzes in deutschen Kernkraftwerken
01099-7	Organisation des Strahlenschutzes in deutschen Kernkraftwerken - Vereinheitlichung der Strahlenschutzberichte -
01101-6	Untersuchungen von strahlenspezifischen Aspekten bei der Beförderung radioaktiver Stoffe
01103-6	Radiologischer Arbeitsschutz in Kernkraftwerken mit SWR und LWR in den Jahren 1987 und 1986
01107-7	Ausführung und Beurteilung geeigneter Maßnahmen zur Sanierung von überdurchschnittlich Radon-belasteten Häusern
01111-7	Simulationsrechnungen zum Freisetzungsverhalten von Behältern für den Transport von radioaktiven Stoffen unter besonderer Berücksichtigung der inhärenten Sicherheitseigenschaften
01127-7	Entwicklung einer Methode zur Darstellung von lebensfähigem Myokard und Ermittlung der Strahlenexposition bei deren Anwendung
01129-6	Sammlung und Auswertung von Daten zum betrieblichen Strahlenschutz
4000-7	Entscheidungsgrundlagen für Empfehlungen und Maßnahmen nach dem Strahlenschutzvorsorgegesetz
4003-7	Optimierung des Strahlenschutzes in der Nuklearmedizin für Patient und Personal unter Berücksichtigung der Präparation von Radiopharmazeutika mit Generator-nukliden
4024-7	Wirksamkeit diagnostischer Strahlenanwendungen in der Kinderheilkunde

Als künftig zu fördernde Forschungsthemen werden vorgeschlagen:

7.1 Techniken der Personendekontamination

Begründung:
Die Entwicklung schnellerer und wirkungsvollerer Techniken der Personendekontamination hat in den letzten Jahren stagniert. Das Arsenal von Methoden zur Beseitigung auf der Haut haftender oder inkorporierter radioaktiver Stoffe ist ergänzungsbedürftig.

Die Vorschläge aus der SSK-Empfehlung zur Personendekontamination sollten in neue Konzepte implementiert werden.

7.2 Rückhalteeinrichtungen für radioaktive Stoffe

Begründung:
Es bedarf der Entwicklung neuer kostengünstiger Verfahren, insbesondere zur Deckung des Bedarfs in den neuen Bundesländern.

7.3 Diagnostische Strategien zur Verbesserung des Strahlenschutzes in der Medizin

Begründung:
Strategien zur Reduktion der Strahlenexposition des Patienten und damit der Bevölkerung sind z.B. die Entwicklung dosisreduzierender Aufnahmetechniken und die Entwicklung von Rechenverfahren zur Kombination verschiedener bildgebender Verfahren und die Analyse des Zusammenhangs zwischen Strahlenexposition und Aussagekraft der Bildinformation.

7.4 Weiterentwicklung der Qualitätssicherungsverfahren in der Radiologie

a) Qualitätssicherung in der Röntgendiagnostik

b) Qualitätssicherung in der Nuklearmedizin

c) Qualitätssicherung bei der digitalen Daten- und Bildarchivierung

Begründung:
Die Qualitätssicherung in der Radiologie und Nuklearmedizin ist als Methode zur Verminderung der Strahlenexposition des Patienten bereits anerkannt. Im einzelnen sind jedoch erfolgversprechende Techniken, insbesondere rechnergestützte Verfahren, Messungen an Phantomen und organisatorische Verbesserungen, weiter in der Entwicklung und bedürfen der Förderung in Forschungsvorhaben.

7.5 Optimierung der Strahlenschutzausbildung und -weiterbildung

Begründung:
Der Wert einer guten Organisation der Strahlenschutzausbildung als Gegengewicht gegen menschliches Versagen wird immer deutlicher erkannt. Es bedarf einer systematischen Überprüfung zur Effizienz des Lernzielkataloges, unter anderem mit dem Ziel, kürzere Ausbildungszeiten zu erreichen.

7.6 Großräumige Sanierung von Halden und Absetzbecken aus dem Uran-Bergbau

Begründung:
Die Erfassung der möglichen Gefährdungen der Bevölkerung durch radioaktive Emission aus Halden und die meßtechnische Erfassung von Kontaminationen bilden praktische und Forschungs-Probleme in den ehemaligen Uranbergbau-Gebieten. Die hohen Kosten jeder absehe-

baren Maßnahme verleihen den Entwicklungsarbeiten für praktikable Techniken besonderes Gewicht.

7.7 Entwicklung von Verfahren zur Überwachung der Abluft-Aerosolfilter in kerntechnischen Anlagen

Begründung:
Zu dieser Fragestellung sollte eine Erhebungsstudie durchgeführt werden, durch die festgestellt wird, in welchen Anlagen und in welchen Zeitabständen quantitative Vor-Ort-Prüfungen der Filter vorgenommen werden.

8 Strahlenschutz bei der Behandlung und Beseitigung radioaktiver Abfälle

Noch offene Strahlenschutzfragen bei Behandlung und Beseitigung radioaktiver Abfälle sollen durch Forschungsvorhaben gelöst werden. Vom Anfall über die Erfassung, Handhabung, Konditionierung und Sicherstellung bis hin zur Endlagerung der radioaktiven Abfälle sollen die einzelnen Bereiche der Abfallbehandlung und -beseitigung durch organisatorische und technische Maßnahmen und Einrichtungen im Hinblick auf den Strahlenschutz verbessert werden. Die Ergebnisse der Forschungsvorhaben sollen die administrativen Maßnahmen zum Strahlenschutz bei radioaktiven Abfällen insbesondere bei Zwischenlagern und beim Endlager unterstützen. In den laufenden Forschungsvorhaben werden die Strahlenexpositionen aus radioaktiven Abfällen modellmäßig und in realen Messungen ermittelt.

Derzeit geförderte Projekte:

00988-8	Festlegung von Grenzwerten für die Beseitigung von schwach radioaktiven Abfällen
01031-8	Untersuchung zur schadlosen Verwertung von Nichteisenmatallen
01078-8	Untersuchung zur schadlosen Verwertung von Metallschrott sowie von Bauschutt und Gebäudeteilen
01104-8	Verbesserung und Neuentwicklung von radioökologischen Modellen zur Berechnung der Strahlenexposition bei der Beseitigung von schwachradioaktiven Abfällen
01130-8	Verfahrenstechnische Lösungsmöglichkeiten bei der Freigabe von radioaktiven Reststoffen aus stillegungsbedingten Gebäudeabrissen
04001-6	Untersuchungen zur Herleitung von Freigabekriterien zur konventionellen Beseitigung von Abfällen mit Radioaktivität
04028-8	Abfalltransporte zum Endlager Morsleben: Bewertung der Transportsicherheit

Als künftig zu fördernde Forschungsthemen werden vorgeschlagen:

8.1 Untersuchung zu Freistellungsmessungen bei Abfällen aus der Kerntechnik

Begründung:
Zur Zeit besteht die Forderung, bei freizustellenden Abfällen aus Kernanlagen flächendeckende Kontaminationsmessungen durchzuführen. Dies ist mit erheblichem Aufwand verbunden. Hier wäre es sinnvoll, eine Untersuchung durchzuführen, ob dieser Aufwand in jedem Fall notwendig ist. Ferner sollten mit dieser Untersuchung zusammenhängende Fragen der Meßtechnik geklärt werden. Die Untersuchungsergebnisse könnten die Grundlage für eine entsprechende Richtlinie bilden.

8.2 Untersuchung zur Deponierung schwachradioaktiver Abfälle

Begründung:
Wegen der künftig bei der Stillegung von kerntechnischen Anlagen anfallenden großen Mengen schwachaktiver Abfälle, insbesondere des Betonschutts, ist es erforderlich, die Strahlenschutzaspekte einer möglichen Deponierung dieser schwachaktiven Abfälle näher zu untersuchen. Hierzu gehört auch die Prüfung der Brauchbarkeit von vorhandenen Methoden zur Erfassung einer eventuellen Ausbreitung von Radionukliden in Bodenschichten nahe der Erdoberfläche und ggfs. die Entwicklung entsprechender Rechen- und Untersuchungsmethoden.

8.3 Systemstudie: Problematik des Einschmelzens schwach kontaminierten metallischen Schrotts aus dem Abbau einer kerntechnischen Anlage

Begründung:
In dieser Systemstudie sollte überprüft werden, welche Strahlenschutzfragen sich im Zusammenhang damit ergeben, daß der Betreiber einer kerntechnischen Anlage sich bei deren Abriß entschließt, den anfallenden metallischen Schrott in eigener Verantwortung auf dem Gelände der Anlage einzuschmelzen. Das Einschmelzen vor allem des metallischen Kleinschrotts bringt erhebliche Vorteile beim Ausmessen des freizugebenden Materials mit sich. Andererseits müssen Probleme, wie das Aufkommen an eventuell höher kontaminierten Sekundärabfällen wie z.B. Schlacken und Filtern, betrachtet werden.

9 Biologische Indikatoren; Diagnose, Pathogenese und Therapie von Strahlenschäden

Biologische Indikatorsysteme sind ein wichtiges Hilfsmittel zur Ermittlung von Strahlenexpositionen, wenn die physikalische Dosimetrie keine ausreichenden Daten liefert. In Forschungsvorhaben sollen die Möglichkeiten von biologischen Indikatoren erprobt und zur Anwendungsreife entwickelt werden.

Die Ergebnisse der Forschungsvorhaben sollen eine Verbesserung der Überwachung von beruflich Strahlenexponierten bei erhöhten Strahlenexpositionen bewirken und damit die Forderungen des § 63 Abs. 2 StrlSchV hinsichtlich der Ermittlung von Körperdosen erfüllen. Im Rahmen der laufenden und der vorgeschlagenen Forschungsvorhaben werden unterschiedliche biologische Indikatorsysteme getestet und auf ihre Anwendungsmöglichkeiten hin untersucht. Daneben sollen Untersuchungen über Entstehung, Erkennung und Behandlung von Strahlenschäden zum Schutz von Strahlenexponierten durchgeführt werden. Möglichkeiten zur Reduzierung von Strahlenschäden durch verbesserte Kenntnis von Diagnose, Pathogenese und The-

rapie sind Themen für weitere Forschungsvorhaben, die an die Maßnahmen bei erhöhten Expositionen unmittelbar anschließen.

Derzeit geförderte Projekte:

00651-9	Biologische Indikatoren für Strahlenwirkungen
00910-2	Testung und Optimierung eines Mutationsmonitorsystems für den Menschen
00965-9	Chromosomenanalysen bei chronisch strahlenexponierten Personen
00983-9	Erfassung und Auswertung der Strahlenexposition mit Hilfe von Chromosomenaberrationen
00985-9	Ermittlung der Strahlenexposition nach Unfällen mit Hilfe von biochemischen Untersuchungen und Chemilumineszenzmessungen
00990-9	Immunologische Indikatoren zur Ermittlung von Strahlenexpositionen
01029-9	Untersuchungen über Möglichkeiten, die Wiederherstellung der körpereigenen Abwehr nach Strahlenschädigung durch therapeutische Maßnahmen zu beeinflussen
01039-9	Untersuchungen zur Beeinflussung der Chromosomendosimetrie durch chemische Agentien
4012-9	Bewertungskriterien und Vorgaben für Sanierung des Uranbergbaus in den Ländern Thüringen, Sachsen und Sachsen-Anhalt

Als künftig zu fördernde Forschungsthemen werden vorgeschlagen:

9.1 Objektivierung der biologischen Dosimetrie

Begründung:
Die biologische Dosimetrie (insbesondere durch Chromosomenanalyse) ist in den letzten Jahren in weitem Umfang in der Praxis akzeptiert worden. Noch bestehende methodische Unvollkommenheiten und technisch bedingte Differenzen erscheinen nicht unüberwindbar. Besonders aussichtsreich sind, unter anderen, folgende Verbesserungen:

a) Automatisierung (computergestützte Anwendung) von biologischen Indikatorsystemen,

b) Neuentwicklung von biologischen Indikatorsystemen zur Ermittlung der Effekte niedriger Dosen.

Zur Vermeidung von Fehlinterpretationen ist bei allen Indikatorsystemen eine Quantifizierung der intra- und interindividuellen Meßwertschwankungen sowie der biologischen Einflüsse auf die Meßergebnisse notwendig.

9.2 Therapie von Strahlenschäden

Begründung:
Aufarbeitung der therapeutischen Erfahrungen an Opfern von Strahlenunfällen. Weiterentwicklung von Methoden zur Therapie der akuten Strahlenkrankheit.

10 Strahlenschutz bei nichtionisierenden Strahlungen

Das Gebiet der nichtionisierenden Strahlen umfaßt ein heterogenes Spektrum elektromagnetischer Felder und mechanischer Wellen. Diese spielen in unserer immer stärker elektronisch geprägten Umwelt eine wachsende Rolle, so daß die Erforschung von Wechselwirkungsmechanismen und evtl. gesundheitlichen Risiken für den Menschen immer mehr an Bedeutung gewinnt. Aber auch der Einfluß von "natürlicher" nichtionisierender Strahlung, des Sonnenlichtes, darf infolge zivilisatorisch bedingter Veränderungen der Umwelt (Beispiel: Ozonloch) nicht mehr unterschätzt werden, so daß auch auf diesem Teilgebiet der nichtionisierenden Strahlen verstärkt Forschungsbedarf besteht.

Wegen der zunehmenden Anwendung nichtionisierender Strahlen und wegen der entsprechend vermehrten Bedeutung des Schutzes der Bevölkerung hat die SSK 1988 den Ausschuß S8: "Nichtionisierende Strahlen" gegründet. In der Zeit von 1986 - 1991 wurden noch keine Projekte gefördert.

Als künftig zu fördernde Forschungsthemen werden vorgeschlagen:

10.1 Abklärung der Zunahme der Melanominzidenz bei UV-Bestrahlung der Haut

Begründung:
Die Zunahme sowohl künstlicher als auch natürlicher UV-Bestrahlung der menschlichen Haut in den letzten Jahren (Sonnenstudios, Wegfall der Ozon-Schutzschicht) macht es nötig, den Zusammenhang zwischen Melanomentstehung und Strahlendosis bzw. Strahlungswellenlänge genau zu erörtern. Unter Zuhilfenahme eines Melanom-Registers sollen epidemiologische Studien auf diesem Gebiet aufgenommen werden.

10.2 Biologische Wirkungen des gepulsten Ultraschalls

Begründung:
Die Ursachen für das Auftreten von Kavitationen in Zellsuspensionen bei Anwendung von diagnostischem Ultraschall sowie das Nicht-Auftreten von Kavitationen im soliden Zellverband (Organe) sind noch nicht geklärt. Da die Ultraschallexposition lebender Gewebe vornehmlich mechanische und thermische Interaktion hervorruft, muß vor allem die teratogene Wirkung von Ultraschall an embryonalem Gewebe untersucht werden.

10.3 Biologische Wirkungen im Nahfeld von HF-Strahlern

Begründung:
Während die dosimetrischen Konzepte der Absorption hochfrequenter elektromagnetischer Felder durch Mensch und Tier im Fernfeldbereich von Sendeantennen gut entwickelt sind, bestehen erhebliche Erkenntnislücken im Nahfeldbereich von Sendeantennen. Die für das Fernfeld entwickelten Dosiskonzepte sind hierfür nicht anwendbar. Beispielsweise ist bekannt, daß im Nahfeldbereich von Sendern geringer Leistung (z.B. Geräte des Mobilfunks) die für Fernfeldbedingungen entwickelten Grenzwerte um ein Vielfaches überschritten werden können.

Maßgebend für mögliche biologische Auswirkungen ist die im Gewebe absorbierte Hochfrequenzleistung bzw. -energie. In der Fachliteratur werden Ansätze für rechnerische Abschätzungen genannt, die jedoch durch Messungen ergänzt werden müssen. Es ist die Entwicklung von Meßverfahren mit geeigneter Ortsauflösung und die Konstruktion gewebeäquivalenter Gewebephantome erforderlich. Messungen der im Gewebe absorbierten Hochfrequenzleistung im Nahfeldbereich von bereits verwendeten und in Entwicklung befindlichen Hochfrequenzstrahlern sind eine unerläßliche Voraussetzung für eine strahlenhygienische Bewertung sowie für die Erfassung der worst-case-Situationen.

Versuche an Suspensionen von biologischen Zellen haben gezeigt, daß mit kurzzeitigen elektrischen Impulsen die Permeabilität von Zellmembranen geändert werden kann. Abschätzungen zeigen, daß infolge der ungleichförmigen Absorption elektromagnetischer Energie durch den Menschen ähnliche Membraneffekte bei entsprechend hohen Pulsleistungen denkbar sind, auch wenn die zeitlich gemittelten Leistungsdichten klein sind und unterhalb der diskutierten Grenzwerte liegen. Bei niederfrequent modulierter Hochfrequenzstrahlung haben einige Autoren Änderungen der Membranpermeabilität gefunden. Die Bedeutung solcher Beobachtungen für den Gesundheitsschutz ist zu klären.

Die fundamentalen Wirkungsmechanismen unter Bedingungen, bei denen HF-Erwärmung nicht oder kaum möglich ist ("Fenster-Effekte"), sind zu klären.

10.4 Prüfung bisher berichteter Hypothesen über mögliche Wirkungsmechanismen und weitere Abklärung der Wirkungsweise von ELF-Feldern auf zellulärer Ebene

Begründung:
Elektrische und magnetische Felder im Bereich sehr niedriger Frequenzen, z. B. der Netzfrequenz, treten in vielen Lebensbereichen auf. Bekannt sind sog. Belästigungseffekte unter Hochspannungsleitungen, und es liegen noch umstrittene epidemiologische Befunde über biologische Wirkungen der im Wohnbereich auftretenden magnetischen Felder vor. Hieraus ergibt sich Forschungsbedarf sowohl in epidemiologischer Hinsicht als auch im Hinblick auf die zugrunde liegenden biologischen Mechanismen.

10.5 Mögliche gesundheitliche Risiken durch MR-Untersuchungen

Begründung:
Die immer weiter verbreitete diagnostische Anwendung von Kernspinresonanz-Untersuchungen in vivo macht eine weitere Abschätzung des gesundheitlichen Risikos bei Nutzung dieser Techniken nötig.

Insbesondere ist zu prüfen, ob statische Magnetfelder oberhalb 2 Tesla und Applikationen bestimmter Hochfrequenzpuls-Sequenzen zur Beeinflussung oder sogar Schädigung des menschlichen Organismus beitragen können.

Der mögliche Einfluß von hohen Magnetfeldern auf schwangeres Bedienungspersonal oder schwangere Patienten ist zu prüfen.