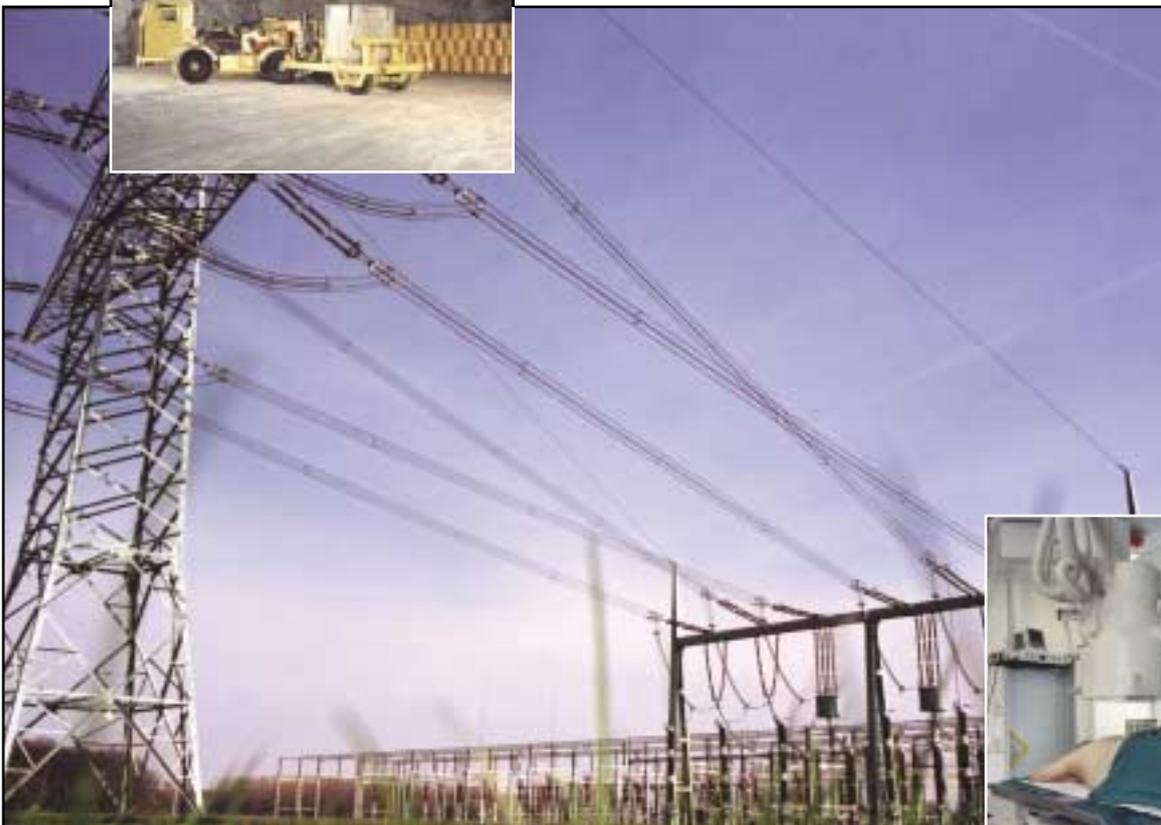




**BfS** Bundesamt für  
Strahlenschutz



**Jahresbericht 2000**

Bundesamt für Strahlenschutz  
Postfach 10 01 49  
38201 Salzgitter  
Tel.: 05341/8 85 - 0  
Fax.: 05341/8 85 - 8 85  
Internet: <http://www.bfs.de>

Redaktion: Lutz Ebermann

Sprachliche  
Überarbeitung: Pressebüro Stephan Noë

Fotos: BfS - Melanie Quandt, Klaus Menkhaus  
Energiewerke Nord GmbH Rubenow  
Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern für Abfallstoffe mbH  
Brennelement - Zwischenlager Ahaus GmbH  
Brennelementlager Gorleben GmbH  
Kernkraftwerk Krümmel GmbH

Grafik: BfS - Uwe Schöppler

Satz und Druck: Schlütersche GmbH & Co KG  
Verlag und Druckerei  
Hans-Böckler-Allee 7  
30173 Hannover

© 2001 Bundesamt für Strahlenschutz

Gedruckt auf Recyclingpapier

**Jahresbericht 2000  
des  
Bundesamtes für Strahlenschutz**

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort .....	5
---------------	---

## Ausgewählte Arbeitsschwerpunkte des BfS .....

### Vorsorge im Bereich der elektromagnetischen Felder .....

<b>Stand der internationalen Diskussion um Vorsorgeaspekte zum Schutz der Bevölkerung vor den Auswirkungen elektromagnetischer Felder .....</b>	<b>7</b>
• Der Vorsorgebegriff .....	7
• Mögliche Vorsorgemaßnahmen .....	7

### Intensivierung der Überwachung beruflicher Strahlenexposition .....

<b>Konsequenzen der Novellierung der Strahlenschutzverordnung .....</b>	<b>9</b>
• Exposition durch kosmische Strahlung .....	9
• Exposition durch Radon .....	9
• Absenkung der Grenzwerte .....	9
<b>Aufnahme der Berichterstattung des Strahlenschutzregisters .....</b>	<b>10</b>

### Medizinisches Röntgen .....

<b>Strahlenexposition der Bevölkerung: Auswertung der Daten für 1997 .....</b>	<b>11</b>
• Erhebung der Untersuchungshäufigkeiten für das Jahr 1997 .....	11
• Abschätzung der kollektiven effektiven Dosis für das Jahr 1997 .....	12
• Zusammenfassende Bewertung und Ausblick .....	12

### Schutz vor ultravioletter Strahlung der Sonne .....

<b>Exposition der Bevölkerung durch ultraviolette Strahlung der Sonne seit 1995 .....</b>	<b>14</b>
---	-----------

### Optimierung von Sicherheit und Strahlenschutz durch Forschung .....

<b>Strahlenschutz .....</b>	<b>16</b>
<b>Sicherheit kerntechnischer Einrichtungen .....</b>	<b>17</b>
<b>Internationale Zusammenarbeit .....</b>	<b>18</b>
<b>Ausgewählte Beispiele .....</b>	<b>18</b>
• Vorbereitung einer bundeseinheitlichen Regelung für anlageninterne Notfallschutzübungen .....	18
• Alterungsmanagement – ein Konzept zur Sicherheitserhaltung .....	19

# Inhaltsverzeichnis

## Harmonisierung von Umweltmessprogrammen .....21

### Harmonisierung der Messprogramme IMIS und REI

- Schaffung einer gemeinsamen Datenbasis ..... 21
  - Nationale Aktivitäten ..... 21
  - Initiativen auf europäischer Ebene..... 21

## Überwachung der Einhaltung des Kernwaffenteststoppabkommens .....23

- Xenon – Vergleichsexperiment im Rahmen des Vertrages über das umfassende Verbot von Nuklearversuchen (UVNV) ..... 23

## Radon.....25

- Strahlenexposition der Bevölkerung ..... 25
- Berufliche Strahlenexposition ..... 26
- Strahlenexposition der Bevölkerung aus bergbaulichen Hinterlassenschaften ..... 27

## Emissionsüberwachung bei Atomkraftwerken .....29

- Grundlagen ..... 29
- Überwachungs- und Bilanzierungsmessungen ..... 29
- Ergebnisse und Bewertung..... 29

## Nationaler Entsorgungsplan .....31

## Bestand und Anfall radioaktiver Abfälle .....32

## Endlagerung radioaktiver Abfälle .....33

- Das Bergwerk zur Erkundung des Salzstocks Gorleben ..... 33
- Das geplante Endlager Schacht Konrad ..... 33
- Das Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) ..... 35

## Transport und Zwischenlagerung .....37

- Transport radioaktiver Stoffe ..... 37
  - Atomrechtliche Beförderungsgenehmigungen und verkehrsrechtliche Zulassungen ..... 37
- Zwischenlagerung von Kernbrennstoffen ..... 38
- Zentrale Lager für Kernbrennstoffe ..... 38
  - Transportbehälterlager Ahaus ..... 39
  - Transportbehälterlager Gorleben ..... 40

# Inhaltsverzeichnis

<b>Standortzwischenlager</b> .....	40
• Forschungszentrum Jülich .....	40
• Zwischenlager Nord (ZLN) in Rubenow .....	40
• Zwischenlager Lingen (SZL) .....	40
<b>Neue Genehmigungsanträge für dezentrale Zwischenlager/Interimslager</b> .....	41
• Einrichtung der Projektgruppe GZ .....	41
• Konzept der dezentralen Zwischenlagerung .....	43
• Stand der Verfahren .....	43
• Öffentlichkeitsbeteiligung.....	43
• Prüfung der Genehmigungsvoraussetzungen.....	44
• Erarbeitung der Genehmigungsbescheide .....	44
• Ausblick .....	44

## Die Störfallmeldestelle des Bundesamtes für Strahlenschutz.....45

## Stilllegung kerntechnischer Anlagen.....48

## Weitere Aufgabengebiete des BfS - Spezielle Fragestellungen .....51

Dosis für das ungeborene Leben auf Grund von Aktivitätszufuhr durch die Mutter .....	51
Radioaktivität in Trink- und Mineralwasser .....	52
Sicherheit beim Umgang mit Strahlenquellen .....	53
Übungen des Bundesamtes mit Länderbehörden im Rahmen der nuklearspezifischen Gefahrenabwehr .....	55

## BfS: Zahlen und Fakten.....57

Aufbau und Organisation .....	57
Standorte, Beschäftigte und Haushalt .....	57
Einführung der Kosten- und Leistungsrechnung (KLR) im BfS .....	58

## Presse- und Öffentlichkeitsarbeit.....60

BfS präsentierte sich „strahlend“ beim Tag der offenen Tür .....	60
Das BfS im Spiegel der Medien .....	61

## Publikationen.....63

BfS-Berichte .....	63
Ausgewählte externe Publikationen .....	63
Beiträge in Tagungsbänden/Broschüren .....	66

# Vorwort

Sehr geehrte Leserinnen, sehr geehrte Leser,

Die Aufgaben des Bundesamtes waren im Jahr 2000 insbesondere geprägt durch die öffentliche Diskussion und Besorgnis über mögliche gesundheitsschädigende Auswirkungen der elektromagnetischen Felder des Mobilfunks sowie durch die Konsequenzen, die sich als Folge der Konsensvereinbarung vom 14.06.2000 zwischen der Bundesregierung und der Energiewirtschaft für die Arbeitsschwerpunkte des BfS ergeben haben.

Im Folgenden möchte ich kurz auf wichtige Aufgaben des BfS im Jahr 2000 eingehen:

Im Bereich der nichtionisierenden Strahlen äußern immer mehr Bürgerinnen und Bürger ihre Sorgen über mögliche gesundheitliche Risiken, die von neuen Technologien ausgehen könnten. Dazu beigetragen hat der geplante Ausbau der Mobilfunknetze in Deutschland, insbesondere vor dem Hintergrund der anstehenden Einführung der UMTS-Technologie. Ausgehend von der Empfehlung des Europäischen Rates, auf nationaler Ebene dem Vorsorgegedanken Rechnung zu tragen, hat das BfS eine Position zu Fragen der Vorsorge erarbeitet, die auf dem aktuellen wissenschaftlichen Kenntnisstand aufbaut. Besondere Bedeutung misst das BfS einer Verbesserung der Information der Bevölkerung bei. Dazu zählt vor allem die Offenlegung der Emission von Anlagen, die Einbeziehung der betroffenen Bevölkerung vor Errichtung bzw. Inbetriebnahme dieser Anlagen und die Information der Verbraucher bezüglich der Emission von Geräten, z.B. durch Kennzeichnung von Handys.

Im Bereich der ionisierenden Strahlen waren im Jahr 2000 insbesondere die Reduktion der durch medizinische Anwendung von Röntgenstrahlen verursachten Strahlenbelastung der Bevölkerung als auch der Schutz der Arbeitskräfte und der Bevölkerung vor natürlichen Strahlenquellen Schwerpunkte der Arbeiten des BfS.

Die Europäische Union hat es in der Patientenschutzrichtlinie (PatSRL) 97/43/EURATOM den Mitgliedsstaaten zur Pflicht gemacht, die Strahlenexposition der Bevölkerung und einzelner Bevölkerungsgruppen zu erfassen. Die Röntgenverordnung, die zur Umsetzung des Europarechts in deutsches Recht derzeit novelliert wird, sieht vor, diese Aufgabe dem BfS zu übertragen.

In Gesprächen des BfS mit den Spitzenverbänden der Kostenträger der Krankenversicherung und der Ärzteschaft wurde die Grundlage für eine jährliche Erfassung der Häufigkeitsdaten von Röntgenuntersuchungen als wesentlicher Beitrag zur regelmäßigen Erfassung der medizinischen Strahlenexposition und Bewertung des Strahlenrisikos gelegt.

Durch eine Richtlinie der Europäischen Union werden die grundlegenden Sicherheitsnormen für den Schutz der Gesundheit der Arbeitskräfte und der Bevölkerung gegen die Gefahren durch ionisierende Strahlungen auch



auf die natürlichen Strahlenquellen ausgedehnt und bei der Novellierung der deutschen Strahlenschutzverordnung in nationales Recht umgesetzt.

Im Jahre 2000 hat das BfS mit umfangreichen Untersuchungen im Rahmen einer Studie "Natürliche Radionuklide in Mineralwässern der Bundesrepublik Deutschland" begonnen. Im Gegensatz zum Trinkwasser werden Überwachungsmessungen zur Bestimmung der Radioaktivität in Mineralwässern infolge fehlender gesetzlicher Bestimmungen bisher nicht vorgenommen. Die geltende Mineral- und Tafelwasserverordnung wird zurzeit novelliert. Die Ergebnisse der Untersuchungen dienen der Erarbeitung von Vorschlägen über zulässige Konzentrationen natürlicher Radionuklide in Mineralwässern im Rahmen der Novellierung dieser Verordnung.

Der Bereich Nukleare Entsorgung war geprägt durch die Vereinbarung vom 14.06.2000 zwischen der Bundesregierung und den Energieversorgungsunternehmen (EVU) über einen Energiekonsens.

Als eine Folge wurde die untertägige Erkundung des Salzstocks Gorleben am 01.10.2000 für mindestens 3 bis höchstens 10 Jahre unterbrochen. Nach dem 1.10.2000 wurden nur noch Maßnahmen und Arbeiten durchgeführt, die bergrechtlich notwendig waren, um das Erkundungsbergwerk in einen längerfristig betriebssicheren Zustand zu überführen und um die bisherigen Investitionen und Arbeitsergebnisse nicht zu entwerten.

Das seit 1982 laufende Planfeststellungsverfahren für die Schachanlage Konrad als Endlager für radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung war auch Ende des Jahres 2000 noch nicht abgeschlossen. Die Vereinbarung sieht vor, dass das Planfeststellungsverfahren für Schacht Konrad nach den gesetzlichen Bestimmungen abgeschlossen wird. In Folge dessen hat das BfS im Juli 2000 den Antrag auf Anordnung des Sofortvollzuges des Planfeststellungsbeschlusses zurückgenommen. Damit haben Klagen gegen den zu

erwartenden Planfeststellungsbeschluss aufschiebende Wirkung. Bis zum Vorliegen einer rechtskräftigen gerichtlichen Entscheidung werden keinen Umrüstmaßnahmen im Schacht Konrad vorgenommen.

Im Endlager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) wurden im September 2000 größere Schäden in den sogenannten Schweben (Decken zwischen zwei Hohlräumen) in Form von Rissen festgestellt. Die Ergebnisse eines sofort initiierten Untersuchungsprogramms zeigten, dass im Einlagerungsbereich Lösefälle (Herabfallen auch großer Salzbrocken) auftreten könnten. Aufgrund dieser neuen Erkenntnisse zur bergmechanischen Situation im Südfeld des ERAM hat das BfS festgelegt, die Resthöhlräume der zwei Einlagerungskammern als Maßnahme der Gefahrenabwehr umgehend zu verfüllen. Eine Kontaminationsgefahr ist nach Abdecken der Abfälle in den der Einlagerungshohlräumen nicht mehr gegeben.

Für die 1998 wegen erheblicher Grenzwertüberschreitungen und mangelhafter Informationsweitergabe durch die Betreiber ausgesetzten Transporte abgebrannter Brennelemente aus Leistungsreaktoren wurden ab Ende Januar 2000 wieder Genehmigungen erteilt. Voraussetzung war die Erfüllung des vom BMU 1998 vorgelegten 10-Punkte-Plans sowie eines zusätzlichen Kriterienkataloges, der die notwendigen Anforderungen enthält, die bei künftigen Transporten zu erfüllen sind. Mit der Erfüllung der im 10-Punkte-Plan enthaltenen Forderungen ist nunmehr davon auszugehen, dass die Kontaminationsgrenzwerte während des gesamten Transportvorgangs mit der erforderlichen Sicherheit eingehalten werden können.

Das Ziel der Bundesregierung, Transporte abgebrannter Brennelemente auf das unbedingt erforderliche Minimum zu reduzieren und die Wiederaufarbeitung bestrahlter Brennelemente zu beenden, wird insbesondere durch das Konzept der dezentralen bzw. standortnahen Zwischenlagerung erreicht.

Bundesregierung und Energieversorgungsunternehmen haben sich darauf verständigt, dass die EVU so zügig wie möglich Zwischenlager an den Standorten der Kraftwerke oder in deren Nähe errichten sowie gemeinsam nach Möglichkeiten suchen, vorläufige Lagermöglichkeiten an den Standorten vor Inbetriebnahme der Zwischenlager zu schaffen. Für die nach § 6 Atomgesetz durchzuführenden Genehmigungsverfahren für die Standortzwischenlager und sogenannten Interimslager ist das Bundesamt für Strahlenschutz Genehmigungsbehörde. Mit der zu diesem Zweck eingerichteten Projektgruppe und der entsprechenden personellen und organisatorischen Ausstattung hat das BfS die Voraussetzungen für eine zügige und zweckmäßige Bearbeitung der Genehmigungsanträge unter Beachtung des Primats der Sicherheit geschaffen. Alle Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des BfS haben mit großem Engagement dazu beigetragen, dass diese komplexe zusätzliche Aufgabe umgehend angegangen werden konnte.

Bis Ende 2000 hatten die Energieversorgungsunternehmen 18 neue Anträge auf Erteilung einer Genehmigung nach § 6 Atomgesetz (AtG) zur vorübergehenden Aufbewahrung abgebrannter Brennelemente in dezentralen Zwischenlagern beim Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) eingereicht.

Neue Schwerpunkte bei abnehmendem Personal erfordern auch im Bundesamt für Strahlenschutz den Einsatz neuer Führungs- und Steuerungsinstrumente. So wurde zum 01.01.2000 im BfS die Projektgruppe „Einführung der Kosten- und Leistungsrechnung“ (KLR) eingerichtet. Innerhalb eines Jahres ist es gelungen, die wesentlichen Säulen der KLR so zu gestalten, dass der Wirkbetrieb zum 01.01.2001 aufgenommen werden konnte.

Im Jahre 2000 hat das BfS einen weiteren Schritt in Richtung mehr Bürgernähe und Transparenz unternommen. Rund 5000 Gäste aus der näheren und weiteren Umgebung erlebten am 17. Juni erstmals einen Tag der offenen Tür am Hauptsitz des BfS in Salzgitter-Lebenstedt. Erkennbar war: Der Schutz von Mensch und Umwelt vor den schädlichen Strahlenwirkungen steht im Mittelpunkt der Arbeit des BfS – nicht nur in Salzgitter, sondern auch in seinen Außenstellen – u.a. in Berlin, Freiburg und München. Dem Wunsch vieler Gäste, einen Tag der offenen Tür im Bundesamt für Strahlenschutz regelmäßig durchzuführen, wird das BfS gern nachkommen.

Auch im Jahr 2000 haben sich die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des BfS mit dem erforderlichen wissenschaftlichen Sachverstand, gesellschaftlichem Weitblick und Offenheit den Anliegen der Bevölkerung und den kommenden Herausforderungen gestellt und versucht, konsequent dem Gedanken des Umwelt- und Gesundheitsschutzes Rechnung zu tragen.

Der vorliegende Jahresbericht informiert über einige wichtige Arbeitsschwerpunkte und die erzielten Ergebnisse und gibt Ihnen einen Überblick über die Arbeitsweise des BfS sowie seine Struktur. Das BfS ist an einer offenen Diskussion über alle Belange des Strahlenschutzes, der kerntechnischen Sicherheit und der nuklearen Entsorgung mit Ihnen interessiert. Nicht nur die im Jahresbericht aufgeführten Ansprechpartner sondern alle Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des BfS stehen Ihnen für Ihre Fragen gern zur Verfügung.

Bitte nutzen Sie auch das Internetangebot unter [www.bfs.de](http://www.bfs.de) zur weiterführenden Information.

Ihr



Wolfram König  
Präsident des Bundesamtes für Strahlenschutz

## Vorsorge im Bereich der elektromagnetischen Felder

**Ansprechpartner:** Rüdiger Matthes (0 89/3 16 03-2 37)

### Stand der internationalen Diskussion um Vorsorgeaspekte zum Schutz der Bevölkerung vor den Auswirkungen elektromagnetischer Felder

Der geplante Ausbau der Mobilfunknetze in Deutschland, insbesondere die anstehende Einführung der UMTS-Technologie, hat eine öffentliche Diskussion über mögliche gesundheitliche Risiken neuer Kommunikationstechnologien ausgelöst. Im Zuge der geplanten Novellierung der 26. Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (26. BImSchV) über elektromagnetische Felder wird geprüft, ob die international vorgeschlagenen Grenzwerte einen ausreichenden Schutz für die Bevölkerung sicherstellen. Die Empfehlung des Rates der Europäischen Gemeinschaft (Council Recommendation 1999/519/EC on the limitation of exposure of the general public to electromagnetic fields (0 Hz – 300 GHz)), in der die Einführung von Grenzwerten zum Schutz der Bevölkerung vor elektromagnetischen Feldern angeregt wird, spricht sich dafür aus, auf nationaler Ebene dem Vorsorgegedanken Rechnung zu tragen.

#### Der Vorsorgebegriff

Eine Schwierigkeit bei der Anwendung des Vorsorgeprinzips besteht darin, dass sich Definition und Umsetzung für den Bereich der elektromagnetischen Felder international in einer Grundsatzdiskussion befinden. Die Europäische Kommission (Kommission der Europäischen Gemeinschaften. Mitteilung der Kommission – die Anwendbarkeit des Vorsorgeprinzips. KOM (2000) 1 endgültig Brüssel, 2. 2. 2000.) empfiehlt, dass Vorsorge auf einer klar definierten wissenschaftlichen Risikobewertung basiert und ein wissenschaftlich begründeter Gefahrenverdacht auslösend für vorsorgliche Maßnahmen sein sollte. Die Möglichkeiten zur Umsetzung umfassen ein weites Gebiet, von der Intensivierung der Forschung bis hin zu einer drastischen Absenkung von Grenzwerten.

#### Mögliche Vorsorgemaßnahmen

Die derzeit international diskutierten Vorsorgemaßnahmen können in fünf Kategorien eingeteilt werden:

1. Durch **Expositionsbegrenzung** Umweltauswirkungen möglichst minimieren (z.B. durch technische Entwicklungen). Beispiele sind die grundsätzliche Verschärfung der Grenzwerte, die Einführung eines all-

gemeinen Minimierungsgebotes oder die Festlegung quellenbezogener maximaler Emissionswerte.

2. Durch **Risikokommunikation** zu versuchen, einen hohen Informationsstand der Öffentlichkeit in Bezug auf die bekannten Risiken elektromagnetischer Felder zu erreichen sowie frühzeitig Besorgnisse der Bevölkerung aufzunehmen und zu berücksichtigen. Dazu ist auch eine für die Öffentlichkeit nachvollziehbare Darstellung der wissenschaftlichen Risikobewertung erforderlich. Das BfS leistet - z. B. in Form von Informationsschriften, der Teilnahme an Gesprächen mit Bürgerinnen und Bürgern sowie über die Medien – einen Beitrag zur Risikokommunikation.
3. Durch **Überwachung** der Exposition der Bevölkerung hohe Belastungen vermeiden. Dies sollte auch unter dem Aspekt erfolgen, dass Grenzwerte, wenn möglich, nicht ausgeschöpft werden. Unter diesem Aspekt könnte z. B. eine Überprüfung von Emissionen und Immissionen nach der Installation von Basisstationen erfolgen oder die Emission von Geräten durch Produktnormen begrenzt und überwacht werden. Vielfach wird für Hochfrequenzanlagen auch gefordert, ein öffentliches Emissionskataster zu erstellen und durch die Wahl alternativer Standorte zur Emissionsreduktion beizutragen. Das BfS hat unter dem Aspekt der Expositionserhebung umfassende Untersuchungen - z. B. an Mikrowellenherden, Straßenbahnen oder im Bereich der Energieversorgung - durchgeführt.
4. Durch **Einbeziehung** von Vertretern der Kommunen in die Planung der örtlichen Mobilfunknetze und die frühzeitige Information der Anwohnerinnen und Anwohner über geplante Basisstationen öffentliche Interessen berücksichtigen. Soweit möglich kann auch eine Einbeziehung der lokalen Öffentlichkeit in die Standortentscheidung erfolgen. In diesem Zusammenhang ist auch eine Informationsverpflichtung der Betreiber zu diskutieren.
5. Durch **Forschung** können widersprüchliche Befunde abgeklärt sowie ein Beitrag zur wissenschaftlichen Untersuchung öffentlicher Besorgnisse geleistet werden. Um Interessenseinflüsse bei derartigen Studien zu verhindern, wird die Schaffung eines unabhängigen Forschungsgremiums angeregt. Dieses Gremium sollte die Forschungsschwerpunkte festlegen, wissenschaftliche Studien begleiten und die Ergebnisse bewerten. Im internationalen Rahmen wird diese Rolle derzeit von der Weltgesundheitsorganisation (WHO; Internet: [www.who.int](http://www.who.int)) weitgehend wahrgenommen. Das BfS ist an diesem WHO-Projekt aktiv beteiligt.

In Deutschland wird derzeit die Diskussion um die Vorsorge im Bereich der elektromagnetischen Felder auf allen gesellschaftlichen Ebenen geführt. Die Entscheidung über die von staatlicher Seite zu treffenden Vorsorgemaßnahmen erfordert eine sorgfältige Abwägung verschiedener gesellschaftspolitischer Aspekte. Das Bundesamt für Strahlenschutz hat hierbei die Aufgabe, die wissenschaftlichen Befunde fachlich zu bewerten. Oberstes Ziel ist hierbei der Schutz der Bevölkerung vor Gesundheitsgefahren durch Einwirkung elektromagnetischer Felder.

Das BfS hat sich auf der Grundlage des aktuellen wissenschaftlichen Kenntnisstandes zu Fragen der Vorsorge positioniert. Die bestehenden Grenzwerte schließen gesundheitliche Gefahren, die durch die derzeit bekannten und wissenschaftlich abgesicherten Wirkungen elektromagnetischer Felder hervorgerufen werden können, aus. Die Grenzwerte müssen jedoch angesichts fortschreitender wissenschaftlicher Erkenntnisse ständig hinterfragt werden. Die gesetzlich festzulegenden Immissionsgrenzwerte müssten für alle Feldquellen gelten und nicht nur für die nach der derzeit gültigen Gesetzeslage

betroffenen Anlagen. Zurzeit sind das nur ortsfeste, gewerblich genutzte Anlagen mit einer Sendeleistung von mindestens 10 W (äquivalente, isotrope Strahlungsleistung). Aus Gründen der Vorsorge ist auf eine Reduzierung der Emissionen nieder- und hochfrequenter elektromagnetischer Felder hinzuwirken. Dies kann u.a. durch Festlegung spezifischer quellenbezogener Maximalwerte der Emissionen für Mobilfunkbasisstationen geschehen. Nach Ansicht des BfS muss die Vorsorge auch die Fortführung und Intensivierung der Forschung in Hinblick auf die Beseitigung noch bestehender Unsicherheiten über gesundheitliche Wirkungen sowie die Beurteilung und Bewertung der im Rahmen dieser Aktivitäten gewonnenen Ergebnisse durch unabhängige, interdisziplinäre, wissenschaftlich kompetente Gremien umfassen. Besondere Bedeutung misst das BfS einer Verbesserung der Information der Bevölkerung bei. Dazu zählt vor allem die Offenlegung der Emissionen relevanter Anlagen, die Einbeziehung der betroffenen Bevölkerung vor Errichtung und Inbetriebnahme dieser Anlagen und die Information der Verbraucher über die Emissionen von Geräten, z.B. durch Kennzeichnung der Handys sowie Hinweise ihrer vorsorgebewussten Handhabung.

# Intensivierung der Überwachung beruflicher Strahlenexposition

## Ansprechpartner:

Dr. Gerhard Frasch (0 89/3 16 03-2 85)  
Rainer Scheler (0 30/5 09 22-5 21)

Die Novellierung der Strahlenschutzverordnung stellt das BfS vor neue Aufgaben bei der Überwachung beruflicher Strahlenexposition. Das Strahlenschutzregister des BfS überwacht auch die Einhaltung der neuen Grenzwerte der Körperdosen. Mit der Aufnahme einer eigenen Berichterstattung werden Informationen über beruflich strahlenexponierte Menschen in Deutschland bereitgestellt. Die Leitstelle Inkorporationsüberwachung des BfS sichert auch nach der Absenkung der Grenzwerte durch Ringversuche einen gleichmäßig hohen Qualitätsstandard der behördlich bestimmten Inkorporationsmessstellen.

## Konsequenzen der Novellierung der Strahlenschutzverordnung

Mit der Novelle der Strahlenschutzverordnung wird die EU-Richtlinie 96/29 EURATOM in nationales Recht umgesetzt. Dies führt zu erheblichen Veränderungen bei der Überwachung der beruflichen Strahlenexposition. Bislang beschränkte sich die berufliche Strahlenschutzüberwachung auf Expositionen, die aus der zivilisatorischen Nutzung ionisierender Strahlung, beispielsweise in der Medizin, der Industrie oder der Kerntechnik resultieren. Die neue Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) schließt den Schutz vor beruflich bedingten Expositionen aus natürlichen Quellen, wie kosmischer oder terrestrischer Strahlung an Arbeitsplätzen ein. Neben den bisher beruflich strahlenexponierten Personen, die bereits durch die StrlSchV von 1989 geschützt werden, erhalten künftig auch Angehörige von Berufsgruppen, wie fliegendes Personal, Wasserwerker oder Personen in Schaubergwerken, einen rechtlich abgesicherten Strahlenschutz. Außerdem werden Dosisgrenzwerte zum Teil erheblich herabgesetzt.

### Exposition durch kosmische Strahlung

Überwachungspflichtig ist künftig Luftfahrtpersonal, das in einem Beschäftigungsverhältnis nach deutschem Arbeitsrecht steht und während des Fluges durch kosmische Strahlung eine effektive Dosis von mindestens 1 mSv im Kalenderjahr erhalten kann. Die Dosis wird auf der Grundlage der individuellen Flugzeiten, -routen, -höhen und unter Berücksichtigung der Phasen des Sonnenzyklus personenbezogen errechnet. Hierzu sind Computerprogramme verfügbar bzw. in der Entwicklung, die verlässliche Berechnungen liefern. Die Betreiber von Flugzeugen müssen die Dosiswerte ermitteln und mindestens halbjährlich über das Luftfahrtbundesamt oder über eine von ihm bestimmte Stelle an das Strahlenschutzregister des BfS übermitteln. Gegenwärtig beruht

die Abschätzung der Strahlenexposition des fliegenden Personals auf Stichproben mit ortsdosimetrischen Messungen beim Flugbetrieb und Annahmen über die jährlichen Flugzeiten und Flugrouten. Diese Ergebnisse deuten je nach den zugrunde gelegten Annahmen auf mittlere jährliche Dosen von etwa 3 mSv hin. Wenn die Strahlenschutzüberwachung des Flugpersonals technisch und organisatorisch umgesetzt ist, können Dosisverteilungen erstellt werden, die auf individuellen Dosisberechnungen des gesamten fliegenden Personals beruhen.

### Exposition durch Radon

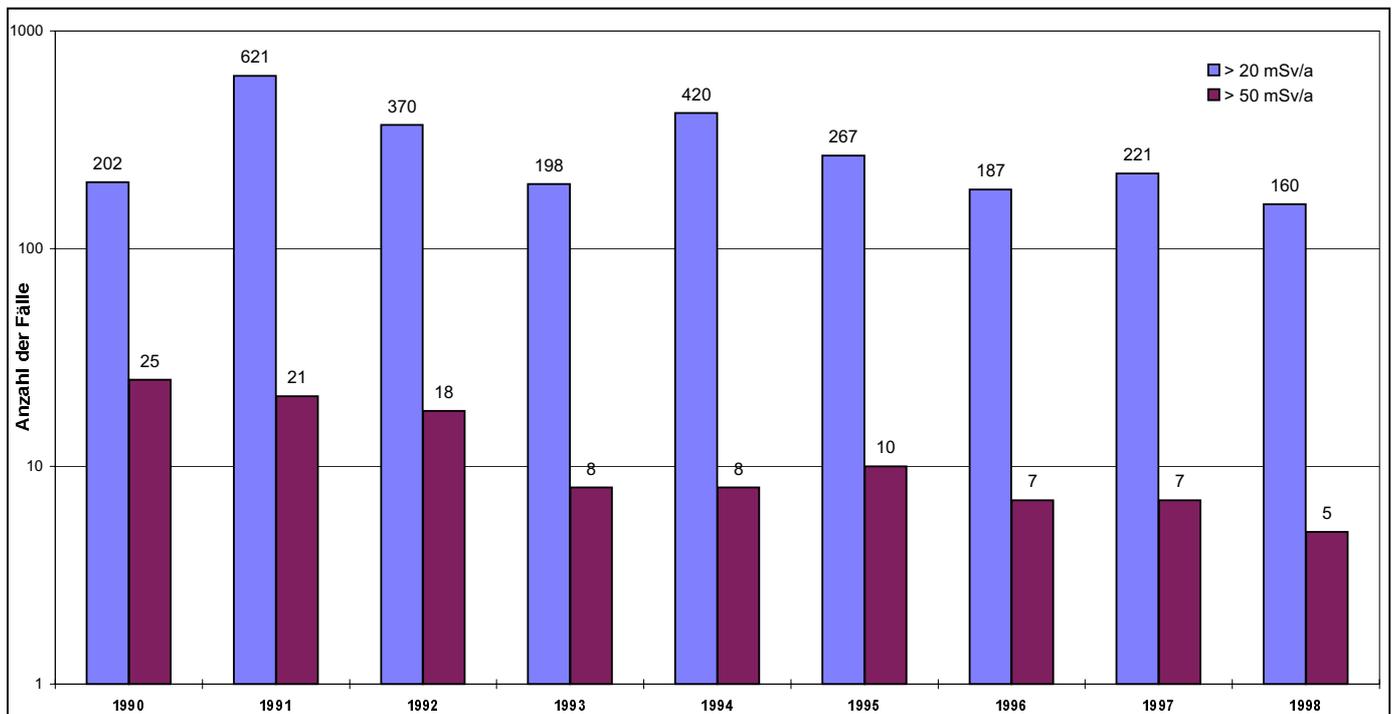
Abhängig vom Uran-238-Anteil in der Zusammensetzung des Bodengesteins findet man in den örtlichen Bodenschichten unterschiedlich hohe Konzentrationen des gasförmigen, radioaktiven Radon-222. Auch im Grundwasser kommt es gelöst vor. Aufgrund der leichten Flüchtigkeit dieses Gases kann es in Trinkwasseraufbereitungsanlagen zu hohen Radonkonzentrationen in der Raumluft kommen. Die in diesen Anlagen tätigen Wasserwerker erhalten eine Strahlendosis durch die Inhalation von Radon und seiner kurzlebigen radioaktiven Zerfallsprodukte. Ähnlichen Expositionen sind Arbeitskräfte, z. B. in Schauhöhlen, Bergwerken oder Radonheilbädern ausgesetzt. Die Raumluftkonzentration des Radon-222 kann mit Radondosimetern gemessen werden. Die Auswertungen dieser Dosimeter erfolgt durch Inkorporationsmessstellen. Wenn der vom Gesetzgeber festgelegte Dosiswert von 6 mSv/a überschritten werden kann, müssen die genannten Personenkreise überwacht werden. Ihre Körperdosen werden dann individuell ermittelt und diese Feststellungen zur Grenzwertüberwachung an das Strahlenschutzregister des BfS gemeldet.

### Absenkung der Grenzwerte

Der Grenzwert der effektiven Dosis für beruflich strahlenexponierte Personen der Kategorie A wird von 50 mSv auf 20 mSv pro Kalenderjahr abgesenkt. Es gab in den vergangenen Jahren eine größere Anzahl von Personen, die zwar den Grenzwert von 50 mSv/a einhielten, deren Dosen jedoch über dem neuen Grenzwert von 20 mSv/a lagen. Künftig wird deshalb in manchen Tätigkeitsbereichen der Arbeitseinsatz bzw. der berufliche Strahlenschutz entsprechend verändert werden müssen.

Die Grenzwerte für Jugendliche und Auszubildende werden ebenfalls erheblich gesenkt. Zudem wird ein Grenzwert für die Uterusdosis gebärfähiger Frauen eingeführt. Die Anforderung an den Strahlenschutz geht in Deutschland über den in der Richtlinie EURATOM 96/29 geforderten Umfang hinaus, da zusätzlich zum neuen Jahresgrenzwert weiterhin auch der Grenzwert der Berufslebensdosis von 400 mSv eingehalten werden muss.

Infolge der Neufassung der Strahlenschutzverordnung müssen auch die vom Bundesministerium für Umwelt,



Beruflich strahlenexponierte Personen mit effektiven Jahresdosen über 20 mSv und über 50 mSv

Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) erlassenen Richtlinien, welche die Anforderungen an die behördlich bestimmten Messstellen sowie die Ermittlung der Körperdosen festlegen, überarbeitet werden.

## Aufnahme der Berichterstattung des Strahlenschutzregisters

Das Strahlenschutzregister des BfS hat den ersten eigenen Bericht zur Überwachung der beruflichen Strahlenexposition in Deutschland mit den Überwachungsdaten des Jahres 1998 fertiggestellt. Die zentrale Überwachung der beruflich strahlenexponierten Personen in Deutschland ist eine der im Atomgesetz verankerten Amtsaufgaben des BfS. Der Bericht enthält eine Darstel-

lung dieser zentralen Überwachung mit ihrer historischen Entwicklung und eine Statusbeschreibung. Er vermittelt einen Überblick über die Funktionszusammenhänge der Strahlenschutzüberwachung für Arbeitskräfte und zeigt die geplante Entwicklung des Strahlenschutzregisters. Die statistischen Auswertungen basieren auf über 8 Mio. im Strahlenschutzregister gespeicherten Datensätzen. Sie fassen die Überwachungsdaten der beruflich strahlenexponierten Personen in Deutschland messstellenübergreifend und personenbezogen zusammen. Analysen dieses kontinuierlich wachsenden Datenbestandes sollen in Zukunft an die Stelle der herkömmlichen Jahresberichte an den Bundestag und das Bundesumweltministerium treten, die bislang auf den aggregierten Daten der Personendosismessstellen basieren. Erstmalig liegen nun auch statistische Auswertungen über die Ausgabe von Strahlenpässen vor.

# Medizinisches Röntgen

## Strahlenexposition der Bevölkerung: Auswertung der Daten für 1997

### Ansprechpartner:

Dr. Jürgen Griebel (0 89/3 16 03-3 82)  
Dr. Burkhard Bauer (0 89/3 16 03-2 33)

In der Heilkunde ist für eine wirkungsvolle Therapie eine hochqualifizierte und differenzierte bildgebende Diagnostik erforderlich. Einen wichtigen Beitrag hierzu leistet die Röntgendiagnostik. Da die Anwendung von Röntgenstrahlen stets mit einem Strahlenrisiko verbunden ist, müssen an Röntgenuntersuchungen hohe Anforderungen gestellt werden, sowohl hinsichtlich der Indikationsstellung als auch der Qualität der Durchführung. Im Bewusstsein des Strahlenrisikos und aus Sorge um die Sicherheit der Patienten hat es die Europäische Union in der Patientenschutzrichtlinie (PatSRL) 97/43/EURATOM den Mitgliedsstaaten zur Pflicht gemacht, die Strahlenexposition der Bevölkerung und einzelner Bevölkerungsgruppen zu erfassen. Die Röntgenverordnung, die zur Umsetzung des Europarechts in deutsches Recht derzeit novelliert wird, sieht vor, diese Aufgabe dem BfS zu übertragen.

Die im Rahmen dieser europaweiten Bemühungen geforderte Erfassung der medizinischen Strahlenexposition basiert auf zwei Komponenten: der Häufigkeit der Röntgenuntersuchungen und deren Dosis. Zur Abschätzung dieser beiden Komponenten führt das BfS seit 1991 Erhebungen durch. Mit diesen Daten können Veränderungen im Bereich der radiologischen Diagnostik erfasst und bewertet werden.

Die Therapie mit Röntgenstrahlen wird an dieser Stelle nicht näher betrachtet, da sie nur bei einem relativ kleinen, aber schwer erkrankten Teil der Bevölkerung Anwendung findet. Im Vergleich zur Röntgendiagnostik ist sie durch eine sehr hohe Strahlenexposition in einem kleinen Zielvolumen des Körpers charakterisiert, mit dem Bestreben, krankhaft veränderte Zellen abzutöten. Die für die Beurteilung und Wertung der diagnostischen Strahlenexposition entwickelten Konzepte sind für die Strahlentherapie nicht geeignet. Demgegenüber wird die interventionelle Radiologie in die Untersuchungen einbezogen, da die hierbei eingesetzte Röntgenstrahlung rein diagnostischen Zwecken dient. Therapiebegleitend wird sie zur Steuerung und Optimierung der therapeutischen Maßnahmen sowie zur Erfolgskontrolle eingesetzt.

### Erhebung der Untersuchungshäufigkeiten für das Jahr 1997

*Methode:* Für die Abschätzung der Untersuchungshäufigkeit hat es sich bewährt, auf die Daten der Kostenträger, z. B. kassenärztlichen und kassenzahnärztlichen

Bundesvereinigungen sowie des Verbandes der privaten Krankenversicherungen zurückzugreifen. Diese erfassen ganz oder nur stichprobenartig die Häufigkeit der Abrechnung röntgendiagnostischer Leistungen durch niedergelassene Ärzte und liquidationsberechtigte Ärzte an Krankenhäusern.

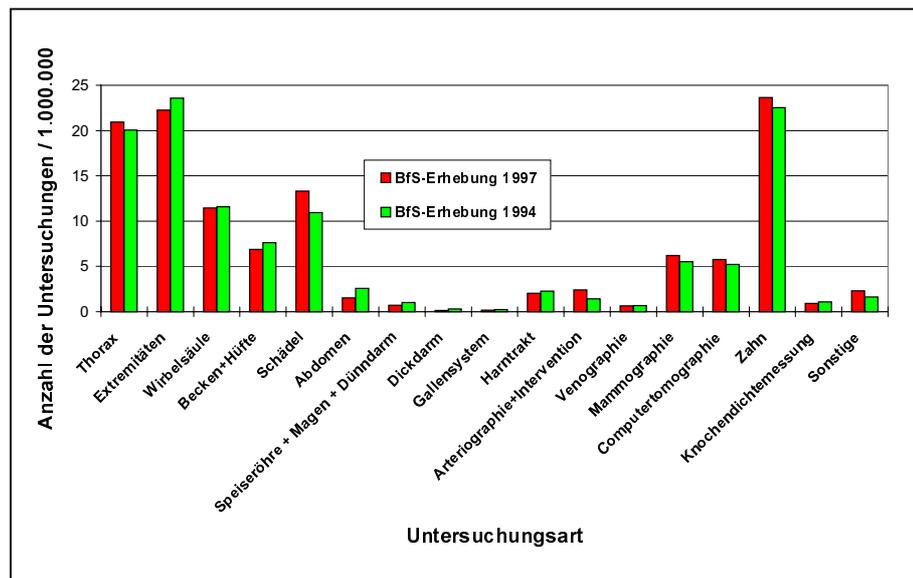
*Ergebnisse:* Im Vergleich zum letzten Jahresbericht des BfS liegen jetzt neue Daten vor. Die jüngsten Daten stammen aus dem Jahr 1997. Daraus lässt sich eine Gesamtzahl von etwa 136 Millionen Röntgenuntersuchungen einschließlich zahnmedizinischer Untersuchungen pro Jahr in Deutschland abschätzen. Eine grobe Fehlerabschätzung ergibt eine Schwankungsbreite von ca.  $\pm 10\%$ . Der Vergleich mit den Erhebungen aus dem Jahr 1994 ist nur mit Einschränkung möglich, da die damalige Datenlage wegen der Umstellung des Medizinalwesens in den neuen Bundesländern sehr lückenhaft war. Außerdem erfolgte eine Umstellung der Gebührenordnungen, wobei die Zuordnung einzelner Leistungspositionen zu organbezogenen Untersuchungen nicht mehr in derselben Weise möglich ist. Weiterhin wurden bei der Auswertung für das Jahr 1997 einige Leistungspositionen mit berücksichtigt, die 1994 noch nicht erfasst wurden. Unter Berücksichtigung dieser Faktoren ergibt sich eine Steigerung der Untersuchungshäufigkeiten zwischen 1994 und 1997 von etwa 3 – 4 %.

Die Auswertung für die einzelnen Untersuchungsarten lässt unterschiedliche, zum Teil gegenläufige Änderungen der relativen Häufigkeit im Vergleich zu 1994 erkennen (Abb. folgende Seite). Einerseits zeigte sich eine Abnahme der Häufigkeiten von Untersuchungen im Bauchraum einschließlich des Magen-Darm-Trakts, des Gallensystems und des Harntrakts um 10 – 50 %. Dies lässt darauf schließen, dass der bereits früher beschriebene Trend zu Untersuchungsarten ohne die Anwendung ionisierender Strahlen wie Ultraschall, Endoskopie oder Magnetresonanztomographie weiter anhält. Andererseits zeigte sich eine Zunahme der Röntgenuntersuchungen des Schädels um ca. 24 % und der weiblichen Brust um ca. 12 %. Hierbei ist die Ersterer im Wesentlichen eine Folge der erweiterten Diagnostik im Rahmen der Zahnmedizin, während die Zunahme der Mammographien den Einsatz dieser Methode bei der Brustkrebsfrüherkennung widerspiegelt. Weitere Zunahmen fanden sich bei dosisintensiven Techniken wie der Computertomographie (CT) um ca. 11 % und der Arteriographie einschließlich interventioneller Eingriffe um ca. 67 %. Eine strenge klinische Indikationsstellung vorausgesetzt, stellen aber gerade die letztgenannten Techniken einen großen diagnostischen und therapeutischen Gewinn zugunsten von Patienten dar.

Im europäischen Vergleich nimmt Deutschland mit ca. 1.655 Röntgenuntersuchungen pro 1.000 Einwohner eine Spitzenstellung ein.

Das Hauptproblem bei der Ermittlung der Untersuchungshäufigkeiten stellt die unsichere Datenlage bei der Erfassung der stationären Leistungen der allgemei-

**Ergebnisse:** Die rein rechnerisch ermittelte effektive Dosis pro Kopf der Bevölkerung in Deutschland im Jahr 1997 lag bei etwa 2 mSv. Eine grobe Fehlerabschätzung ergibt eine Unsicherheit von ca.  $\pm 25\%$ . Den prozentualen Anteil der verschiedenen Untersuchungsarten an der kollektiven effektiven Dosis zeigt die Abbildung auf Seite 13. Im Vergleich zu den für das Jahr 1994 vom Bundesamt für Strahlenschutz angegebenen Daten fällt insbesondere der Anstieg bei der Arteriographie und interventionellen Radiologie von etwa 18% auf jetzt 28% auf. Demgegenüber bleibt der Anteil der CT mit 37% weitgehend unverändert. Hier ist zu vermuten, dass die Zunahme der Untersuchungshäufigkeit durch eine Dosiseinsparung je Untersuchung aufgrund neuer Gerätetechniken ausgeglichen wird.



Vergleich der Häufigkeiten der verschiedenen Untersuchungsarten für 1997 (rot) und 1994 (grün). Um einen sinnvollen Vergleich zu gewährleisten, wurde das Auswerteschema 1994 auf die Daten 1997 angewandt. Dargestellt sind die medizinischen Röntgenuntersuchungen für die ambulante und stationäre Patientenversorgung, einschließlich der Zahnmedizin.

nen Pflegeklasse dar. Das betrifft alle stationären Patientinnen und Patienten, die nicht privat mit dem Chefarzt abrechnen. Da für diese Patienten keine Einzelleistungen mit den Kostenträgern abgerechnet werden, mussten die durchgeführten Röntgenuntersuchungen aufgrund einer früheren Stichprobenerhebung an Krankenhäusern sowie einer Trendanalyse im kassenambulanten und privatärztlichen Bereich abgeschätzt werden.

### Abschätzung der kollektiven effektiven Dosis für das Jahr 1997

**Methode:** Die Bestimmung der Dosis für jede einzelne radiologische Untersuchungstechnik basiert sowohl auf eigenen, stichprobenartigen Messungen in Krankenhäusern und Arztpraxen als auch auf Dosiserhebungen im Rahmen von Forschungsvorhaben, die vom Bundesumweltministerium gefördert wurden.

Für die Abschätzung der kollektiven effektiven Dosis wurde das Produkt von Untersuchungshäufigkeit und Untersuchungs-dosis für jede Leistungsposition berechnet. Die jeweiligen Beiträge wurden auf 17 Kategorien – entsprechend den vorher festgelegten Untersuchungsarten wie Untersuchung des Thorax, der Extremitäten, der Wirbelsäule etc. – verteilt. Mit diesem Schema ist es möglich, sowohl die kollektive effektive Dosis insgesamt zu berechnen als auch den Anteil einer bestimmten Untersuchungsart.

Eine wichtige Fehlerquelle bei der Abschätzung der kollektiven effektiven Dosis liegt in der Schwankungsbreite der Dosen für die einzelnen Untersuchungen. Hier sind

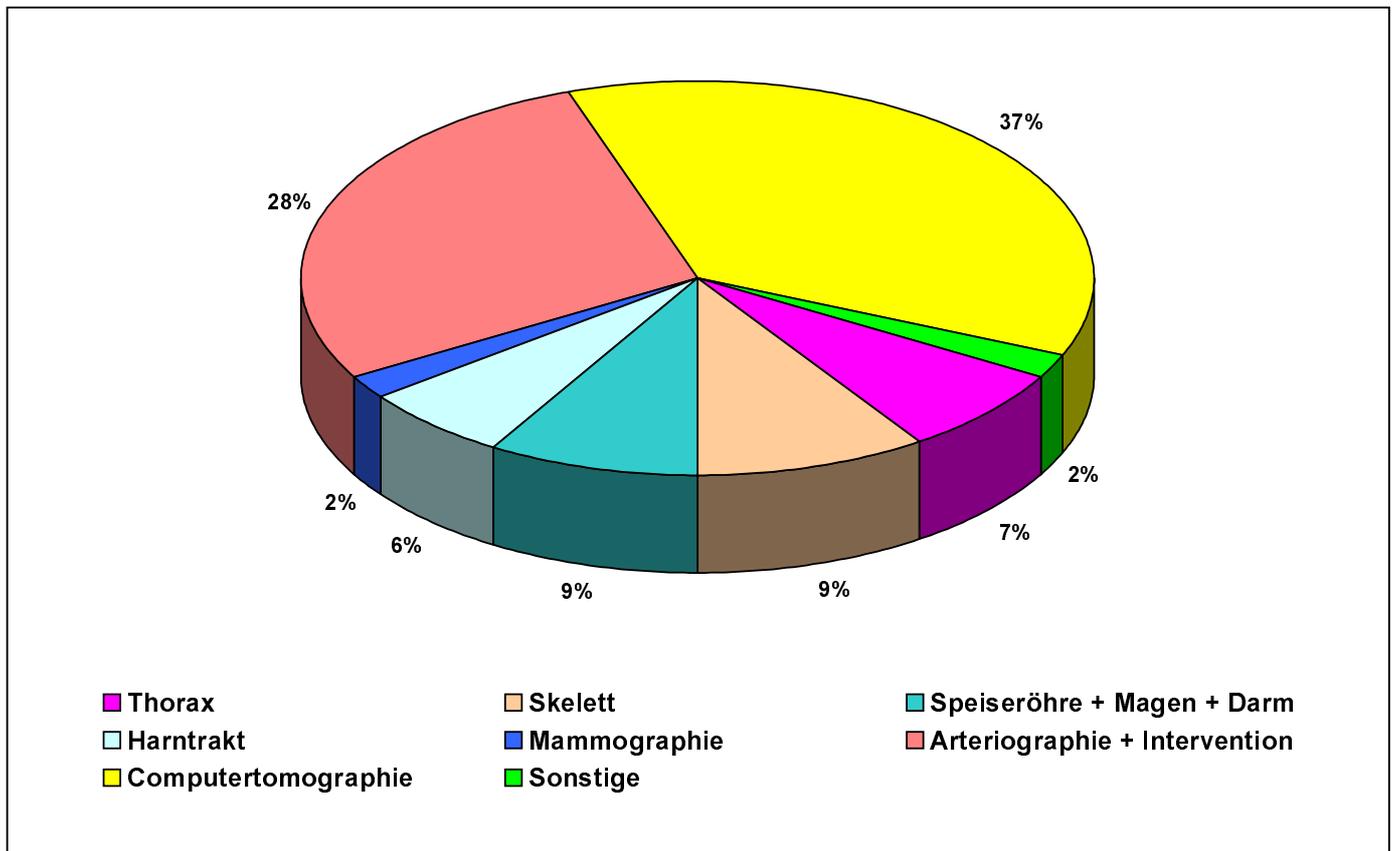
die individuellen Verhältnisse bei den Patientinnen und Patienten – insbesondere die Körpermaße, die Durchleuchtungszeit und die Schwierigkeit der Diagnostik – ebenso maßgeblich wie die Schwierigkeit, aus einer abgerechneten Leistungsposition auf die genaue Art der Durchführung einer Untersuchung zu schließen.

### Zusammenfassende Bewertung und Ausblick

Die Strahlenexposition der Bevölkerung durch die Röntgendiagnostik lag 1997 bei etwa 2 mSv pro Person und Jahr, wobei die Untersuchungshäufigkeit eine Zunahme von ca. 1% pro Jahr erkennen lässt. Die Verringerung der Dosis je Untersuchung dürfte wesentlich auf verbesserte Untersuchungstechniken zurückzuführen sein. Demgegenüber ist der Beitrag der Nuklearmedizin mit 0,11 mSv pro Person und Jahr strahlenhygienisch deutlich geringer zu bewerten.

Bei den Angaben zur Untersuchungshäufigkeit und Dosis wurde bisher eine grobe Fehleranalyse durchgeführt. Eine Erweiterung und Verfeinerung der Analyse wird angestrebt.

Das BfS wird weiterhin durch eigene wissenschaftliche Untersuchungen und durch die Vergabe von Forschungsvorhaben die Datenbasis sowohl bei der Ermittlung der Häufigkeit als auch bei der Abschätzung der Dosis erweitern, um dadurch die Angaben zu präzisieren.



Prozentualer Anteil der verschiedenen Untersuchungsarten an der kollektiven effektiven Dosis für 1997.

Eine Risikoabschätzung für die Röntgendiagnostik muss frühzeitig neue Trends erkennen und vor allem berücksichtigen, dass medizinische Strahlenexpositionen nicht die gesamte Bevölkerung betreffen. Betroffen sind nur Patientinnen und Patienten, also der Teil der Bevölkerung, der aus der Exposition einen unmittelbaren diagnostischen oder therapeutischen Nutzen zieht. Dies gilt im besonderen Maße für dosisintensive Verfahren wie CT oder Arteriographie einschließlich der Interventionen. Außerdem ist die unterschiedliche Altersstruktur der Bevölkerung und der Patientinnen und Patienten zu berücksichtigen, sowie die im Vergleich zur Normalbevölkerung oft verkürzte Lebenserwartung von Schwerkranken. Gerade diese Personen werden aber aufgrund ihrer Erkrankung häufig mehrfach untersucht.

In Gesprächen mit den Spitzenverbänden der Kostenträger und der Ärzteschaft im Jahr 2000 wurde dem BfS Mit Hilfe bei der Bearbeitung dieser Fragestellungen zugesichert. Dadurch wurde die Grundlage für eine jährliche Erfassung der Häufigkeitsdaten – mit einer organisato-

risch bedingten Zeitverzögerung von etwas über einem Jahr – gelegt. Mittelfristig wurden Informationen zur Alters- und Geschlechtsverteilung sowie zur Indikationsstellung bei den erbrachten Röntgenleistungen in Aussicht gestellt. Das BfS wird diese Daten zusammen mit seinen Ermittlungen zur Dosis strahlenhygienisch bewerten und die Ergebnisse insbesondere auch den Spitzenverbänden der Ärzteschaft zur Verfügung zu stellen, um dem überweisenden Arzt für eine veranlasste Röntgenleistung die Strahlenexposition des Patienten und das damit verbundene nominelle Risiko transparent werden zu lassen. Damit soll ein erster Schritt zur Umsetzung von Art. 6 Abs. 2 der Patientenschutzrichtlinie getan werden. In diese Richtung zielt auch ein Informationsblatt über die Strahlenexposition bei einer Reihe von typischen Röntgenuntersuchungen, das im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU; [www.bmu.de](http://www.bmu.de)) – in zwei Versionen erarbeitet wurde. Eine Version soll der Kurzinformation dienen und könnte auf der Rückseite des Röntgenpasses abgedruckt werden. Die ausführliche Version wendet sich an den Arzt.

# Schutz vor ultravioletter Strahlung der Sonne

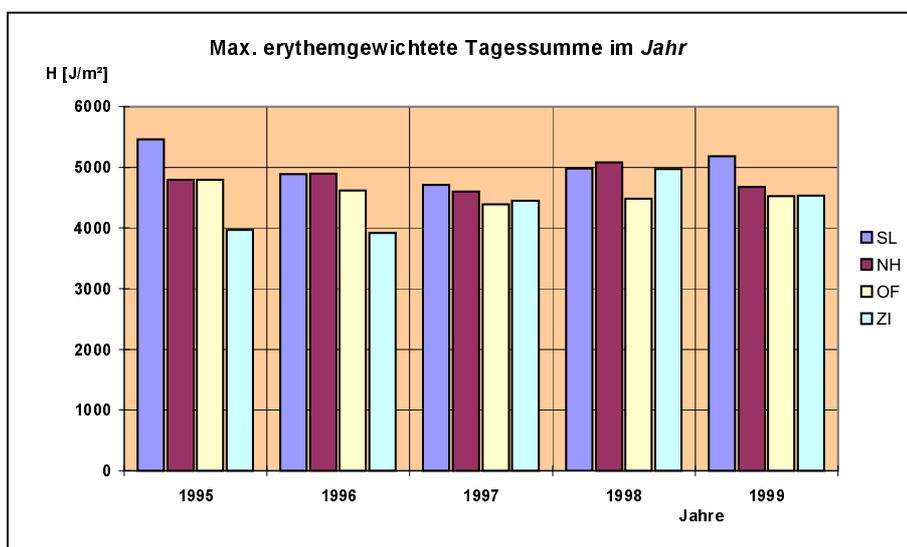
## Exposition der Bevölkerung durch ultraviolette Strahlung der Sonne seit 1995

### Ansprechpartner:

Dr. Manfred Steinmetz (0 89/3 16 03-2 35)

Im Frühjahr und Frühsommer des Jahres 2000 sind in Deutschland die bisher höchsten UV-Werte seit Inbetriebnahme des UV-Messnetzes im Jahre 1993 gemessen worden.

Messungen erfolgen zusammen mit dem Umweltbundesamt (UBA; [www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de)) und weiteren Behörden in allen UV-strahlenklimatologisch wichtigen Gebieten (Küste, Flachland, Mittelgebirge, Alpenrand, Großstadt). In den letzten Jahren konnten an Spitzentagen UV-Gesamtdosiswerte bis zu ca. 5000 Joule pro Quadratmeter ( $J/m^2$ ) erreicht werden, d. h. Werte, die einen Sonnenschutz unbedingt notwendig machen. Aus diesem Grund betreiben das BfS ([www.bfs.de](http://www.bfs.de)) und das UBA einen Informationsdienst, in dem in den Sommermonaten über aktuelle und prognostizierte UV-Werte für Deutschland informiert wird.



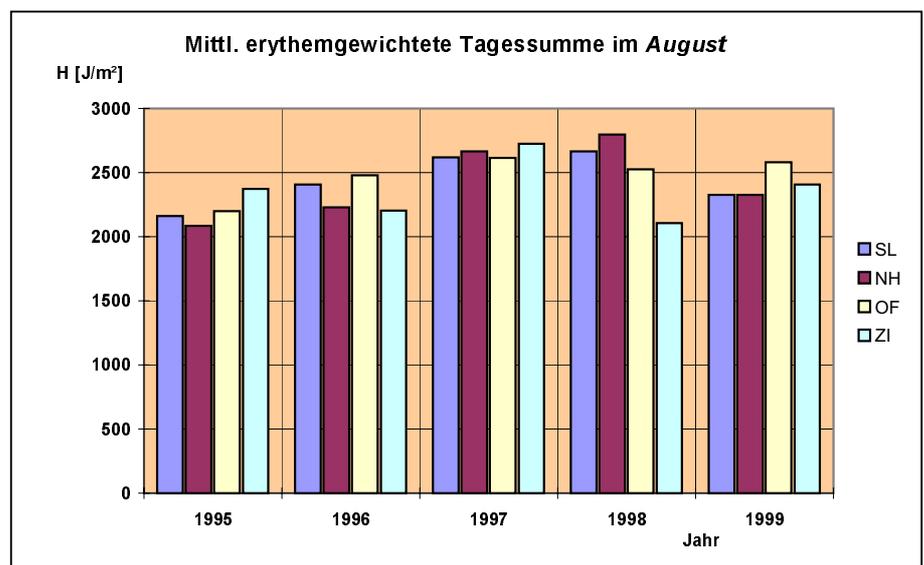
Zwischen 1995 und 1999 an den Stationen Schauinsland (SL), Neuherberg (NH), Offenbach (OF) und Zingst (ZI) gemessene maximale erythemgewichtete Tagessumme (H) des jeweiligen Jahres.

sen worden. An sonnigen Tagen sind im südlichen Deutschland UV-Index-Werte bis zu 9 erreicht worden, d. h. es lagen UV-Belastungen vor, die sonst nur im Mittelmeerraum anzutreffen sind. Ursache war eine längeranhaltende dünne Ozonschicht über dem mittleren und nördlichen Europa. Ob dies ein einmaliges Ereignis war oder Teil eines sich abzeichnenden Trends, ist Gegenstand vielfältiger wissenschaftlicher Untersuchungen.

Im Rahmen der Strahlenschutzvorsorge hat das BfS frühzeitig begonnen, zum gesundheitlichen Schutz der Bevölkerung die natürliche UV-Strahlung der Sonne kontinuierlich zu erfassen. Die

Der Informationsdienst gibt wichtige Hinweise zum richtigen Schutz vor UV-Strahlung. Weitere Analysen und Dokumentationen der an den Messstandorten täglich erfassten solaren UV-Strahlung sind den jährlich auch im Internet erscheinenden UV-Jahresberichten zu entnehmen.

Von Interesse ist die Frage, inwieweit in den letzten Jahren ein Trend aus den bisherigen Datensätzen abgeleitet werden kann. Die Beantwortung ist schwierig, da die Bestrahlungssituation in den verschiedenen Jahren vor allem durch stark wechselnde Bewölkung beeinflusst wird. Werden nur die maximalen erythemgewichteten (sonnenbrandwirksamen) Tagessummenwerte eines Jahres betrachtet, ist kein



Zwischen den Jahren 1995-1999 an den 4 Stationen des BfS/UBA-UV-Messnetzes Schauinsland (SL), Neuherberg (NH), Offenbach (OF) und Zingst (ZI) gemessene mittlere erythemgewichtete Tagessumme (H) im Monat August.

Anstieg in den letzten 5 Jahren zu erkennen (maximale Werte an unterschiedlichen Tagen des Jahres, Abb. Seite 14 oben). Als Ansatz für eine Trendanalyse bietet sich die Betrachtung der mittleren Tagessummen über einen bestimmten Zeitraum an. Auf diese Weise wird der Einfluss der Bewölkung deutlich reduziert. Wählt man den Monat August als Bezugszeitraum, so ist zumindest in den ersten 4 Jahren ein deutlicher Anstieg zu beobachten (Abb. Seite 14 unten). Mittels Regressionsanalyse über alle 4 Stationen ergab sich zwischen 1995 und 1999 ein Anstieg von ca. 10 %. Aus diesen Ergebnissen ist noch kein gesicherter ozonbedingter Trend abzuleiten. Dazu sind die Einflüsse anderer Parameter auf die UV-Strahlung wie Bewölkung, Aerosole und Messunsicherheiten von ca. + 5 % zu hoch.

Um der Informationspflicht des Bundes über abgesicherte Umweltdaten zu genügen und um über belastbares Datenmaterial für strahlenhygienische Bewertungen der aktuellen und zukünftigen UV-Belastung zu verfügen, wird eine der Hauptaufgaben für die nächsten Jahre die Verfeinerung der Trendanalyse sein. Mit Hilfe umfangreicher statistischer Datenauswertungen soll die Belastbarkeit der Aussagen erhöht werden, indem der Beobachtungszeitraum kontinuierlich erweitert und zusätzlich die UV-Daten von den kooperierenden Messstationen berücksichtigt werden. Ergänzt werden sollen die Analysen durch Berechnungen mit UV-Strahlungstransfermodellen mit einem höherem Differenzierungsgrad.

# Optimierung von Sicherheit und Strahlenschutz durch Forschung

**Ansprechpartner:** Dr. Udo Volland (0 53 41/8 85-8 20)  
Annemarie Schmitt-Hannig (0 89/3 16 03-1 01)

Die Gewährleistung eines Höchstmaßes an kerntechnischer Sicherheit und Strahlenschutz über die gesamte Dauer der Nutzung der Atomenergie sowie der Schutz vor den Gefahren durch nichtionisierende Strahlung verlangt vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) die Klärung technisch-wissenschaftlicher Fragen. Für anstehende Entscheidungen sind wissenschaftlich-technische und rechtliche Grundlagen zu schaffen, welche die Einbeziehung externen Sachverständigen erfordern. Dafür stehen dem BMU Haushaltsmittel für die Ressortforschung zur Verfügung, um Untersuchungen, Gutachten und Studien zur Klärung von

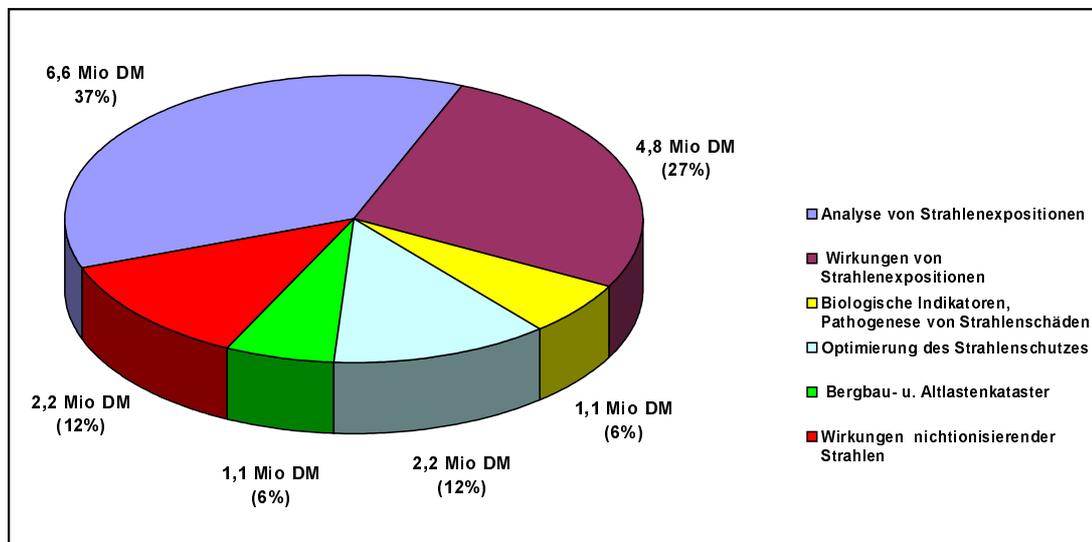
Die Ergebnisse der Ressortforschung werden in der BMU-Schriftenreihe „Reaktorsicherheit und Strahlenschutz“ veröffentlicht sowie in BfS-Berichten zusammenfassend dargestellt.

## Strahlenschutz

Die für die Strahlenschutzforschung aufgewendeten Mittel verteilen sich im Wesentlichen auf sechs thematische Schwerpunkte (Abb. unten).

Eine vordringliche Aufgabe ist, die natürlichen und zivilisatorischen Strahlenquellen zu erfassen und daraus resultierende Strahlenexpositionen zu ermitteln. Anreicherungs-

prozesse natürlicher radioaktiver Stoffe und Tendenzen bei der zivilisatorischen Nutzung radioaktiver Stoffe und ionisierender Strahlen müssen rechtzeitig erkannt und bewertet werden, um im Vorfeld mit geeigneten Maßnahmen einer Gefährdung des Menschen und der Umwelt entgegenzuwirken. Besondere Bedeutung nimmt die Ermittlung der Strahlenbelastung der Bevölkerung durch Radon und die Strahlenbelastung beruflich exponierter Menschen am Arbeitsplatz ein.



Themenbereiche der BMU-Ressortforschung auf dem Gebiet des Strahlenschutzes im Jahr 2000

Einzelfragen an Universitäten, Forschungsinstitute, Sachverständigenorganisationen oder Firmen zu vergeben.

Das Bundesamt für Strahlenschutz unterstützt das BMU fachlich und wissenschaftlich auf den Gebieten Strahlenschutz und kerntechnische Sicherheit. Das BfS ist – neben der verwaltungsmäßigen Abwicklung der Ressortforschung – insbesondere für die Initiierung, fachliche Begleitung und Auswertung einzelner Untersuchungsvorhaben verantwortlich. Weiterhin unterstützt es das BMU bei der Koordinierung der Ressortforschung in der Planungs- und Ausführungsphase.

Im Jahr 2000 wurden rund 160 Untersuchungsvorhaben fachlich betreut und etwa 210 Vorhaben verwaltungsmäßig durch das BfS abgewickelt. Insgesamt standen der BMU-Ressortforschung im Jahr 2000 für den Strahlenschutz ca. 18 Millionen DM und für die kerntechnische Sicherheit ca. 46 Millionen DM zur Verfügung.

Voraussetzung hierfür ist, eine entsprechende Messtechnik zur Datengewinnung und Verfahren zur Dosisermittlung verfügbar zu machen sowie dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechende radioökologische Modelle zu entwickeln und zu überprüfen.

Untersuchungen und Bewertungen der Wirkungen von Strahlenexpositionen auf den Menschen, insbesondere im Bereich kleiner Dosen, haben zum Ziel, zuverlässige Aussagen zum Strahlenrisiko zu gewinnen. Neben den Fragestellungen des Lungenkrebsrisikos durch Radon und der Ursachen der kindlichen Leukämie haben die Untersuchungen auch die Entwicklung und Bewertung biologischer Indikatoren zur Ermittlung der Strahlenexposition sowie die Entstehung und den Verlauf von strahlungsbedingten Krankheiten (Pathogenese) einschließlich Diagnose und Therapie zum Gegenstand.

Der praktische Strahlenschutz wird entscheidend durch den Grundsatz bestimmt, die Strahlenexposition soweit unterhalb der Strahlenschutzgrenzwerte zu halten, wie dies mit vertretbarem Aufwand möglich ist. Dies erfordert eine Weiterentwicklung von Verfahren und Einrichtungen zur Verbesserung des Strahlenschutzes und die Untersuchung des Risikos von Strahlenexpositionen beim Umgang mit radioaktiven Stoffen und ionisierenden Strahlen. Ansatzpunkte zur Optimierung des Strahlenschutzes finden sich insbesondere bei medizinischen und industriellen Strahlenanwendungen, der Beförderung von radioaktiven Stoffen und Strahlenquellen, der Behandlung und Beseitigung radioaktiver Abfälle sowie bei der Vorsorge gegen Stör- und Unfälle.

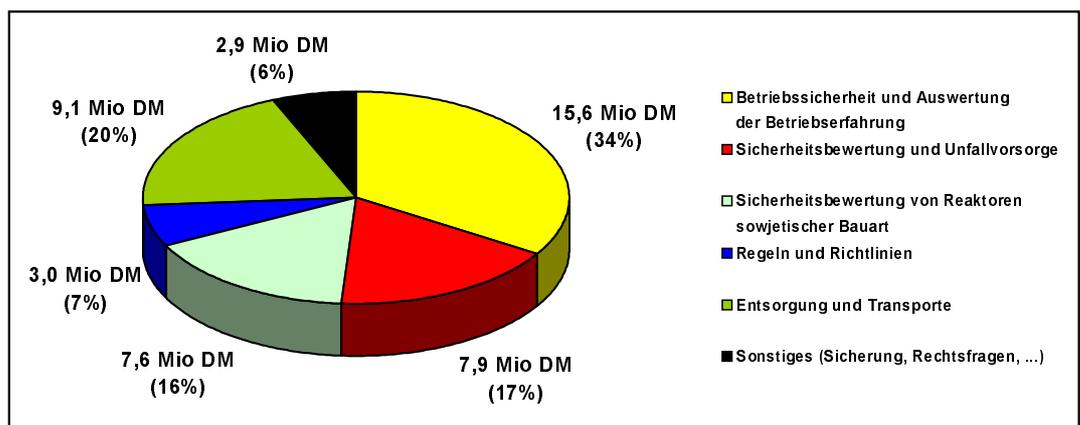
## Sicherheit kerntechnischer Einrichtungen

Wesentliche Themenbereiche der Ressortforschung auf dem Gebiet der Sicherheit kerntechnischer Einrichtungen und die hierfür aufgewendeten anteiligen Bundesmittel sind der folgenden Abbildung zu entnehmen.

Das zunehmende Alter der in Deutschland betriebenen Atomkraftwerke wirft Fragestellungen zur Beherrschung von Problemen der Alterung von Komponenten und Systemen auf. Der ganzheitliche Ansatz zur Vermeidung von negativen Auswirkungen der Alterung auf die kerntechnische Sicherheit wird zunehmend wichtiger. Dabei kann Altern sowohl einen physikalischen Prozess bedeuten, wie beispielsweise Werkstoffversprödung oder Werkstoffermüdung, als auch ein konzeptionelles Altern, wie z. B. die Notwendigkeit des Ersatzes sicherheitsrelevanter analoger Leittechnik mangels Ersatzteilverfügbarkeit durch digitale Leittechnik. Neben diesen mehr technischen Alterungsphänomenen gibt es aber auch Veränderungen in den Betriebsmannschaften durch Ausscheiden von Erfahrungsträgern und dem damit möglichen Verlust an Know-how. Dies ist bei einer ganzheitlichen Bewertung des Sicherheitsniveaus einer Anlage zu berücksichtigen. Ein anderes Themenfeld betrifft die Liberalisierung des Strommarktes und den dadurch ausgelösten Kostendruck auf die Betreiber

der Anlagen, dessen Auswirkungen auf die Sicherheit der Anlagen frühzeitig zu erkennen und zu untersuchen sind.

Für eine ganzheitliche Sicherheitsbewertung und umfassende Unfallvorsorge sind die methodischen Anforderungen und Bewertungsmaßstäbe dem Stand von Wissenschaft und Technik anzupassen. Hierbei werden auch Ansätze untersucht, wie sich die laufende Betriebserfahrung durch Indikatoren erfassen lässt und im Rahmen von Trendanalysen als ein geeignetes Bewertungsinstrument für eine vorausschauende Beurteilung der zeitlichen Entwicklung des Sicherheitsniveaus einer Anlage verwendet werden kann. Im Rahmen der Unfall- und Risikovorsorge werden z. B. anlageninterne Notfallmaßnahmen für auslegungsüberschreitende Ereignisse untersucht und auf ihre Verträglichkeit mit dem jeweiligen Anlagenkonzept geprüft. Eine wichtige Rolle kommt auch den in deutschen Atomkraftwerken jährlich durchgeführten Notfallschutzübungen zu. Als ein Beitrag zur Harmonisierung wurden hierfür methodische Grundlagen in Form von modular aufgebauten Übungsszenarien für die Planung und Durchführung solcher Notfallschutzübungen erarbeitet. Mit ihnen können die organisatorischen Abläufe und die interne und externe Kommunikation bei Notfällen realitätsnah trainiert werden. Soweit sich aus Sicherheitsüberprüfungen Anforderungen für Sicherheitsverbesserungen ergeben, werden diese hinsichtlich ihrer Wirksamkeit und Verträglichkeit mit dem jeweiligen Anlagenkonzept bewertet und entsprechend umgesetzt.



Themenbereiche der BMU-Ressortforschung zur Sicherheit kerntechnischer Einrichtungen im Jahr 2000

Die Bewertung der Sicherheit von Reaktoren sowjetischer Bauart dient dem BMU als Grundlage für Unterstützungsmaßnahmen für die betroffenen Sicherheitsbehörden. Untersuchungen zu Regeln und Richtlinien haben zum Ziel, fachliche Grundlagen für die Weiterentwicklung des Regelwerks entsprechend dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik zu schaffen.

Gleiches gilt für die Fortentwicklung der Anforderungen an die Qualifikation des Personals in kerntechnischen Anlagen, für die u. a. modernste Simulatoren bei der Aus- und Weiterbildung eingesetzt werden. Ein Teil der Ressortforschung betrifft auch Untersuchungen zur Entwicklung von Maßnahmen und Methoden zum Schutz von Umwelt und Bevölkerung vor dem Missbrauch von radioaktiven Stoffen (nuklearspezifische Gefahrenabwehr).

## Internationale Zusammenarbeit

Neben der eigentlichen Ressortforschung standen dem BMU/BfS im Jahr 2000 Ressortmittel in Höhe von etwa 7,3 Millionen DM für die internationale Zusammenarbeit auf den Gebieten des Strahlenschutzes und der kerntechnischen Sicherheit, einschließlich des physischen Schutzes von Kernmaterial zur Verfügung. Etwa 4 Millionen DM wurden für die Zusammenarbeit mit internationalen Organisationen und den bilateralen Informations- und Erfahrungsaustausch mit Einzelstaaten, insbesondere Nachbarstaaten, aufgewendet. Rund 3,3 Millionen DM wurden für Maßnahmen zur Unterstützung des Aufbaus von Sicherheitsbehörden in den Staaten der ehemaligen Sowjetunion sowie den mittel- und osteuropäischen Staaten eingesetzt. Finanziert wurden

u.a. Seminare, Workshops und Arbeitstreffen auf dem Gebiet der Sicherheit kerntechnischer Einrichtungen für Behördenmitarbeiter und Sachverständige.

## Ausgewählte Beispiele

Nachstehend werden Zielsetzung, Vorgehensweise und Gegenstand der Ressortforschung anhand zweier Beispiele verdeutlicht:

### Vorbereitung einer bundeseinheitlichen Regelung für anlageninterne Notfallschutzübungen

In Deutschland sind die Betreiber von Atomkraftwerken gesetzlich verpflichtet, die Auswirkungen von Störfällen und Unfällen so gering wie möglich zu halten. Zu diesem Zweck bestehen in allen deutschen Anlagen Krisenstäbe, deren Aufbau in den Betriebshandbüchern der Atomkraftwerke geregelt ist. Gleichfalls ist deren Alarmierung festgelegt. Bei einem Notfall ist mit einem großen Umfang an organisatorischen und kommunikativen Anforderungen zu rechnen, die vom Krisenstab zu bewältigen sind. Neben dem Aufbau der anlageninternen Notfallorganisation sind im Ereignisfall auch die zuständigen Aufsichtsbehörden nach festgelegten Regeln zu alarmieren. Hierbei ist über den Anlagenzustand und seine



Übungswarte des anlagenspezifischen Simulators des KKW Krümmel

mögliche Entwicklung zu informieren, damit rechtzeitig die erforderlichen Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung bis hin zum Katastrophenschutz eingeleitet werden können.

Die in einer Notfallsituation vom verantwortlichen Betriebspersonal wahrzunehmenden Aufgaben sind Bestandteil der Qualifizierungsmaßnahmen im Rahmen des Fachkunderhalts des Kraftwerkspersonals. Sie werden jährlich in Notfallübungen geübt. Schulungs- bzw. Übungskonzepte spielen hierbei eine wichtige Rolle, um die Effektivität der vorhandenen Notfallplanung zu überprüfen. Gegenwärtig sind die vom Betreiber für Notfallsituationen vorzusehenden Qualifizierungsmaßnahmen durch entsprechende Genehmigungsaufgaben der jeweils zuständigen Landesbehörden geregelt.

Es wurden Untersuchungsvorhaben initiiert, um die Anforderungen an anlageninterne Übungsmaßnahmen bundeseinheitlich auf hohem Niveau festzulegen. Dabei wurden in einem ersten Schritt auf der Grundlage einer Analyse der praktizierten und möglichen Übungsarten Vorschläge für eine bundeseinheitliche Empfehlung erarbeitet. Als Ergebnis der Analyse wurden die besonderen Merkmale der unterschiedlichen Übungsarten im Hinblick auf die Planung, Koordination und Auswertung von anlageninternen Notfallübungen in einem Handbuch zusammengefasst. Weiter enthält dieses Handbuch Vorschläge zur optimierten Durchführung von anlageninternen Notfallübungen in Form von Ereignisblättern. Die im Handbuch enthaltenen Vorschläge wurden in Notfallübungen an zwei Referenzanlagen (DWR/SWR) erfolgreich erprobt und haben sowohl in Behördenkreisen als auch unter den anderen an den Übungen Beteiligten positive Resonanz hervorgerufen.

In der gegenwärtigen Phase wird das Übungshandbuch unter Einbeziehung anlagenspezifischer Kraftwerks-Vollsimulatoren bei der Durchführung von Notfallübungen erweitert und fortgeschrieben. Dadurch, dass die meisten Atomkraftwerke über einen anlagenspezifischen Vollsimulator (Abb. Seite 18) verfügen, auf dem alle Ereignisabläufe der Anlage in Echtzeit und in realistischer Arbeitsumgebung einer vollsimulierten Warte erzeugt werden können, sind Trainingsmaßnahmen auch im auslegungsüberschreitenden Bereich möglich. Im laufenden Vorhaben werden am Beispiel mehrerer Referenzanlagen Erkenntnisse für konzeptionelle Empfehlungen zur Durchführung von Notfallübungen unter Einbeziehung von anlagenspezifischen Simulatoren gesammelt.

Die bisherigen Übungen zeigen, dass die Arbeit mit einem Simulator bei der Konzeption von Übungsszenarien und deren Umsetzung vor allem im präventiven Bereich eine Reihe von Vorteilen bietet. Im Gegensatz zur konventionellen Art der Übung, bei der ein Ereignisablauf mit Hilfe von Ereignisblättern dokumentiert und vom Koordinator im

Verlauf der Übung an das übende Personal übergeben wird, läuft diese am Simulator in Echtzeit ab. Dabei trainiert das Betriebspersonal im simulierten Abbild der gewohnten Warte und kann auf Änderungen im Anlagenzustand wie in der Realität reagieren. Entscheidungen des Schichtpersonals oder des Krisenstabes zu Eingriffen in das Prozessgeschehen lassen sich bei simulatorgesteuerten Übungen unmittelbar umsetzen. Deren Auswirkungen sind für alle Beteiligten sofort erkennbar.

In einem weiteren Vorhaben soll das Übungshandbuch im Hinblick auf die Einbeziehung einer Sicherungskomponente, d. h. unter Berücksichtigung möglicher Störmaßnahmen oder sonstiger Einwirkungen Dritter, bei der Durchführung von Notfallübungen ergänzt werden. Abschließend ist vorgesehen, auf der Grundlage der in den Untersuchungsvorhaben erzielten Ergebnisse einen Entwurf für die bundeseinheitliche Regelung zur Durchführung von anlageninternen Notfallübungen zu erarbeiten.

#### **Alterungsmanagement – ein Konzept zur Sicherheitserhaltung und –verbesserung**

Mit zunehmender Betriebsdauer der Anlagen und dem fortschreitenden Stand von Wissenschaft und Technik gewinnt die Frage des Alterungsmanagements in Atomkraftwerken, verbunden mit einer entsprechenden behördlichen Verfolgung und Bewertung, zunehmend an Bedeutung. Die älteste Anlage in Deutschland, das Kernkraftwerk Obrigheim (KWO), ist seit 1968 in Betrieb, das Gemeinschaftskernkraftwerk Neckar 2 (GKN 2) ging 1989 als jüngster KKW-Block ans Netz.

Unter *Alterung* kerntechnischer Anlagen ist die zeitabhängige Veränderung funktionsbezogener Merkmale und Eigenschaften

- des Anlagenkonzeptes,
- der Technik (mechanische Komponenten, Gebäude, Elektro- und Leittechnik),
- der für die Betriebsführung relevanten Systeme und Regelungen und
- der Anlagendokumentation

unter Beachtung der Weiterentwicklung des Standes von Wissenschaft und Technik zu verstehen. Als *Alterungsmanagement* wird die Gesamtheit aller vom Betreiber durchzuführenden organisatorischen und technischen Maßnahmen bezeichnet, die ein rechtzeitiges Erkennen der für die Sicherheit eines Atomkraftwerkes bedeutsamen Alterungsphänomene und ihre Beherrschung sicherstellen. Dazu gehört auch das Management durch Know-How-Verlust durch Personalweggang und –wechsel.

Die relevanten Alterungsmechanismen und ihre möglichen Auswirkungen sowie geeignete Überwachungskonzepte und Abhilfemaßnahmen waren und sind Gegenstand mehrerer Untersuchungsvorhaben. Die Bewertung von Alterungseinflüssen auf die Zuverlässigkeit sicherheitsrelevanter Einrichtungen wird in einem aktuell laufenden Vorhaben untersucht. Dabei werden die Mechanismen der Alterung der Anlagentechnik identifiziert und alterungsanfällige Bereiche ermittelt. Zu solchen Mechanismen gehören z. B. unterschiedliche Korrosionsarten, Ermüdung und Versprödung.

Als Zwischenergebnis ist festzuhalten, dass die derzeit auf dem maschinentechnischen Gebiet praktizierenden Qualitätssicherungsmaßnahmen als ausreichend angesehen werden können. Die Gutachter empfehlen jedoch nachdrücklich die Einführung eines *Alterungsmanagements* mit einem systematischen und ganzheitlichen Herangehen. Dabei soll einerseits eine lückenlose Erfassung aller sicherheitsrelevanten Alterungsvorgänge in der Anlage erfolgen und andererseits sollen diese Vorgänge in ihrer sicherheitstechnischen Bedeutung transparent dargestellt und so für eine behördliche Bewertung zugänglich gemacht werden.

Die konzeptionellen Ansätze hierzu werden gegenwärtig am Beispiel einer Referenzanlage entwickelt. Ziel ist es, die Forderungen nach systematischer, ganzheitlicher Erfassung und Bewertung der Auswirkungen von Alterungsmechanismen und Vorschläge für ihre Umsetzung zu erarbeiten. Formen der Alterung, die dabei betrachtet werden, sind die konzeptionelle Alterung (Veralten des Sicherheitskonzeptes, Überwachungsverfahren etc.), die technische Alterung (Alterung von Maschinen- und Elektrotechnik, leit- und bautechnischen Einrichtungen), die Alterung von Sicherheitsdokumentation, Betriebsführungssystemen und der Verlust an Fachkompetenz aufgrund insbesondere altersbedingten Ausscheidens von Erfahrungsträgern.

In weiteren Untersuchungen sollen die anlagenspezifischen Ergebnisse dieses Projektes als eine Grundlage bei der Erarbeitung eines bundeseinheitlichen Konzeptes für das Alterungsmanagement herangezogen werden.

Es wird einem einheitlichen Verfahren zum Alterungsmanagement mit dem Ziel der Einhaltung des vorgeschriebenen Sicherheitsstandards innerhalb der Restlaufzeiten der Anlagen eine große Bedeutung beigemessen. Die Ergebnisse der vom BfS initiierten und betreuten Untersuchungsvorhaben unterstützen die Umsetzung dieses Ziels.

# Harmonisierung von Umweltmessprogrammen

**Ansprechpartner:** Hermann Leeb (0 89/3 16 03-2 40)

## Harmonisierung der Messprogramme IMIS und REI – Schaffung einer gemeinsamen Datenbasis

Sowohl in Deutschland als auch in der Europäischen Union (EU; [www.europa.eu.int](http://www.europa.eu.int)) wurde bisher die Radioaktivität in der Umwelt teilweise auf der Grundlage unterschiedlicher Messprogramme überwacht. National handelt es sich dabei um Messprogramme für die großräumige Überwachung der Umweltradioaktivität nach dem Strahlenschutzvorsorgegesetz (StrVG) und für die Überwachung der Radioaktivität in der unmittelbaren Umgebung von Atomkraftwerken nach der „Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen“ (REI). Demgegenüber ist die EU auf die Ergebnisse der unterschiedlichen nationalen Überwachungsprogramme angewiesen. Vereinheitlichung ist hier erforderlich, um die Datenerhebung effizienter zu gestalten, die Daten besser vergleichen zu können und die IT-gestützte Verarbeitung zu verbessern. Der Stand der entsprechenden Festlegungen und deren Umsetzung wird im Folgenden beschrieben.

### Nationale Aktivitäten

Zur Verarbeitung der Daten gemäß StrVG und REI wurden – historisch bedingt – unabhängige IT-Systeme, nämlich IMIS (Integriertes Mess- und Informationssystem zur Überwachung der Umweltradioaktivität) und REA (Radioaktivitäts-Erfassungs- und Auswertesystem) aufgebaut. Insbesondere im Hinblick auf Stör- und Unfälle ist in inländischen oder grenznahen ausländischen kerntechnischen Anlagen eine Zusammenführung der nach den verschiedenen Messprogrammen erhobenen Daten und eine Harmonisierung der Messprogramme, z. B. zur Vermeidung von Mehrfachbeprobungen und damit zur Erhöhung der Effektivität, sinnvoll. Vor diesem Hintergrund wurde vom BfS das zunächst von Bayern für landeseigene Zwecke erstellte PC-Programm REA weiterentwickelt. Dieses gestattet eine IMIS-kompatible Erfassung von nach der REI gemessenen Immissionsdaten. Im September 2000 wurde die Version 4 des Programms REA ausgeliefert. Sie erlaubt zusätzlich die Erfassung von nach der REI gemessenen Emissionsdaten kerntechnischer Anlagen. Das Programm REA wird bundesweit zur Zeit von 53 Anwendern (Länderbehörden, Kraftwerksbetreibern, unabhängigen Messstellen) genutzt, so dass gute Voraussetzungen für eine gemeinsame bundesweite Datenbasis von IMIS- und REI-Daten geschaffen sind.

Im Zusammenhang mit der Harmonisierung der Messprogramme wurden im Jahr 2000 die zu erreichenden Nachweisgrenzen von IMIS- und REI-Messungen angeglichen. Bei Stör- und Unfällen im Inland oder grenznahen Ausland können die nach der REI durchgeführten Messungen in den direkt betroffenen Ländern als IMIS-Messungen gewertet und ausgewertet werden.

### Initiativen auf europäischer Ebene

Eine Auswahl von Messdaten der Gamma-Ortsdosisleistung (ODL) einzelner EU-Mitgliedsstaaten wird derzeit prototypisch in einem einheitlichen Datenformat (EUR-DEP, **European Data Exchange Platform**) zur EU übertragen. Diese Daten werden in einer zentralen Datenbank zusammengefasst und aufbereitet. In dieser Form werden sie für alle Mitgliedsstaaten bereitgestellt und ausgewertet. Die Auswahl der Daten und Messstellen basiert auf den jeweiligen nationalen Gegebenheiten und bedarf der Abstimmung.

Zur Harmonisierung der ständigen Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt und zur Ermittlung der Strahlenexposition der Bevölkerung hat die EU zur Anwendung des Artikels 36 Euratom-Vertrag am 8. Juni 2000 eine entsprechende Empfehlung verabschiedet. In dieser werden die Kriterien für ein weit- und ein engmaschiges Überwachungsnetz konkretisiert.

Im *engmaschigen Überwachungsnetz* (dense network) sollen zur Bestimmung der mittleren Aktivität und der Aktivitätsverteilung die Umweltproben über das gesamte Gebiet eines Mitgliedstaates verteilt genommen bzw. Messungen durchgeführt werden. Diese Erhebungen sollen eine realistische Abschätzung der Strahlenexposition der Bevölkerung erlauben.

Für das *weitmaschige Überwachungsnetz* (sparse network) wird Deutschland in vier Regionen aufgeteilt, in denen bestimmte ausgewählte Umweltbereiche mit hohen Anforderungen an die Messempfindlichkeit zu beproben sind. Die Ergebnisse sollen auch langfristige Trends erkennen lassen.

Die Messungen für beide Netze sind in der folgenden Tabelle gegenübergestellt. Die Werte im engmaschigen Überwachungsnetz werden seit Jahren im Rahmen der Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt nach dem Strahlenschutzvorsorgegesetz erfasst. In dem neu zu konzipierenden weitmaschigen Netz werden wesentlich höhere Anforderungen an die Empfindlichkeit der Messungen gestellt. Für die Spurenanalyse der Radioaktivität in der Luft und für die Messung der Direktstrahlung im süddeutschen Bereich wird das Institut für Atmosphärische Radioaktivität des BfS (IAR) verantwortlich sein.

Probenmedium	Messkategorie	
	Engmaschiges Netz	Weitmaschiges Netz
<b>Luftgetragene Teilchen</b>	Cs-137, Gesamt- $\beta$	Cs-137, Be-7
<b>Luft</b>	$\gamma$ -Dosisleistung	$\gamma$ -Dosisleistung
<b>Oberflächenwasser</b>	Cs-137, Rest- $\beta$	Cs-137
<b>Trinkwasser</b>	H-3, Sr-90, Cs-137	H-3, Sr-90, Cs-137
<b>Milch</b>	Sr-90, Cs-137	Sr-90, Cs-137, K-40
<b>Gesamtnahrung</b>	Sr-90, Cs-137	Sr-90, Cs-137, C-14

*Probenmedien und durchzuführende Messungen im eng- und weitmaschigen Netz nach Empfehlungen der EU*

# Überwachung der Einhaltung des Kernwaffenteststoppabkommens

## Ansprechpartner:

Dr. Clemens Schlosser (07 61/3 86 67-22)

## Xenon - Vergleichsexperiment im Rahmen des Vertrages über das umfassende Verbot von Nuklearversuchen

Der Vertrag über das umfassende Verbot von Nuklearversuchen (UVNV) untersagt jede Art von Versuchsexplosionen von Kernwaffen. Er stellt damit ein wichtiges Instrument der nuklearen Rüstungskontrolle dar. Um die Einhaltung des Verbots lückenlos zu überwachen, wird ein globales Messnetz IMS (International Monitoring System) mit insgesamt 321 Stationen aufgebaut. Dabei werden vier Nachweisverfahren eingesetzt:

- die Seismik,
- die Hydroakustik,
- die Infraschall- und
- die Radionuklidmesstechnik.

Letztere ermöglicht den Nachweis charakteristischer Spaltprodukte, die bei einem nuklearen Waffentest entstehen. Mit Hilfe dieser Radionuklide, die in Form von festen Partikeln (Aerosolen) oder von Edelgasen (z. B. Xenon) auftreten, lässt sich eine Kernexplosion direkt identifizieren. Die bei der Kernspaltung entstehenden radioaktiven Xenonisotope können, im Gegensatz zu der partikelgebundenen Aktivität, auch bei Nukleartests unter Wasser und unter der Erde in die Atmosphäre entweichen. Ihnen kommt daher eine besondere Bedeutung zu. Noch vor wenigen Jahren existierte keine geeignete Einrichtung für die Messung von Radioxenon, welche die hohen Anforderungen des IMS voll erfüllte. Die fehlende Technik führte zu Vorbehalten einiger Staaten gegenüber dieser Verifikationsmethode.

Um diese Lücke zu schließen, wurden mittlerweile von Institutionen in Frankreich ([www.cea.fr](http://www.cea.fr)), Russland ([www.atom.nw.ru](http://www.atom.nw.ru)), Schweden ([www.foa.se](http://www.foa.se)) und den USA ([www.nemre.nn.doe.gov](http://www.nemre.nn.doe.gov)) vier vollautomatische Xenonmesssysteme entwickelt. In einem methodischen Vergleichsexperiment mit diesen 4 Systemen soll gezeigt werden, dass diese den fachlichen Anforderungen des UVNV gerecht werden.

Das Hauptaugenmerk des Vergleichsexperiments liegt auf dem Nachweis von  $^{133}\text{Xe}$  (Halbwertszeit  $T_{1/2}=5,24$  Tage, geforderte Nachweisgrenze:  $1 \text{ mBq/m}^3$  Luft). Weiter wird gefordert, die Xenonisotope  $^{131\text{m}}\text{Xe}$  ( $T_{1/2}=11,8$  Tage),  $^{133\text{m}}\text{Xe}$  ( $T_{1/2}=2,2$  Tage) und  $^{135}\text{Xe}$  ( $T_{1/2}=9,1$  Stunden) nach-

zuweisen. Diese zusätzlichen Informationen werden benötigt, um zwischen verschiedenen Emissionen, z. B. von Kernexplosionen, aus Atomkraftwerken oder medizinischen Quellen zu unterscheiden. Für die Identifizierung der Quelle ist es notwendig, den Herkunftsort so präzise wie möglich einzugrenzen. Entsprechende atmosphärische Ausbreitungsrechnungen (Rückwärts-trajektorien) liefern nur dann belastbare Ergebnisse, wenn die Sammelzeiträume für die Luftproben möglichst kurz sind und 24 Stunden nicht überschreiten.

Die Vorbereitungskommission für die Umsetzung des Vertrages über das umfassende Verbot von Nuklearversuchen wählte als Standort für die Radioaktivitätsmesstechnik das Institut für Atmosphärische Radioaktivität des BfS (IAR) in Freiburg aus. Ausschlaggebend für diese Entscheidung sind die dort vorhandenen langjährigen Fachkenntnisse bei der Spurenanalytik von radioaktiven Edelgasen. Das BfS unterstützt die internationale Vertragsorganisation in Wien (Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization, CTBTO, [www.ctbto.org](http://www.ctbto.org)) bei der Planung und Durchführung des Experiments sowie bei der Auswertung und Interpretation der Ergebnisse. Für die Überwachung der Umweltradioaktivität wurde vor mehr als 20 Jahren am IAR ein manuelles Edelgasmesssystem entwickelt. Während des Vergleichsexperiments führt das Edelgaslabor Vergleichsanalysen an archivierten Proben der Messsysteme durch und unterstützt die Betreiber der vier Systeme bei deren Kalibrierung.

Mit dem US-Prototypsystem ARSA (Automatic Radionuclide Sampler and Analyser) wurden seit Oktober 1999 am IAR mehr als 1000 Proben gemessen. Seit Ende März 2000 nimmt das französische (Abb. Seite 24) und seit Anfang Mai das russische System am Experiment teil. Das schwedische System wurde Mitte Oktober 2000 in Betrieb genommen.

Die Ergebnisse der hochauflösenden Messungen mit ARSA, das in einem Sammelzeitraum von 8 Stunden die Luftproben nimmt, zeigen, dass die  $^{133}\text{Xe}$ -Aktivität in der Außenluft in Freiburg kurzfristig deutlich über der geforderten Nachweisempfindlichkeit von  $1 \text{ mBq/m}^3$  für  $^{133}\text{Xe}$  liegt. Kurzzeitig wurden Pegel bis zu  $120 \text{ mBq/m}^3$  beobachtet. Neben  $^{133}\text{Xe}$  wurden in einigen Proben auch  $^{131\text{m}}\text{Xe}$ - und  $^{135}\text{Xe}$ -Aktivitätskonzentrationen von einigen  $\text{mBq/m}^3$  nachgewiesen. Aufgrund der Isotopenzusammensetzung der Radioxenonproben und mit Hilfe von Rückwärtstrajektorien können die erhöhten Messwerte mit Emissionen aus Atomkraftwerken erklärt werden, die im Rahmen des Routinebetriebs zulässig und nicht ungewöhnlich sind. Bemerkenswert ist die kurze Durchgangszeit der entsprechenden Luftmassen, die meist nicht mehr als 10 Stunden beträgt.

Neben den Messungen des Umweltpegels kann ein Vergleich der Systeme anhand von Proben bekannter



Das von CEA-DASE entwickelte französische Xenonmesssystem SPALAX (Système de Prélèvement Atmosphérique en Ligne avec l'Analyse du Xénon). Links ist im Hintergrund ein Teil des U.S.-amerikanischen Systems ARSA zu erkennen.

Xenonaktivität bzw. Aktivitätsverhältnissen vorgenommen werden. So wurde z. B. überprüft, wie gut die Aktivitäten verschiedener Xenonisotope gemessen werden.

Die bisherigen Vergleiche der vier Messsysteme zeigen eine sehr gute Übereinstimmung der Ergebnisse. Alle Systeme werden insbesondere den Anforderungen des UVNV gerecht. Die Kontrollanalysen an mehr als 100 Archivproben im Edelgaslabor bestätigen die mit den vollautomatischen Systemen gemessenen Ergebnisse. Die Untersuchungen wurden auf Wunsch der beteiligten Institutionen bis Mitte 2001 fortgesetzt.

Nach Beendigung der Messungen werden die Systeme in Rio de Janeiro (Brasilien), Guangzhou (China), Pa-

peete (Tahiti) und Spitzbergen (Norwegen) aufgebaut und unter sehr unterschiedlichen Umweltbedingungen weiter getestet.

Das erhebliche internationale Interesse an diesem Experiment zeigt sich auch in der großen Beteiligung an Workshops und Schulungen, die das Experiment begleiten. Anfang Mai 2000 informierte ein internationaler Workshop am IAR unter Beteiligung von 50 Experten aus 18 Ländern über den Stand des Experimentes einschließlich der vorliegenden Ergebnisse. Die im Rahmen des Experiments erzielten Ergebnisse werden nach allgemeiner Einschätzung dazu beitragen, die internationale Akzeptanz dieser bisher wenig eingesetzten Überwachungsmethode wesentlich zu erhöhen.

# Radon

## Strahlenexposition der Bevölkerung

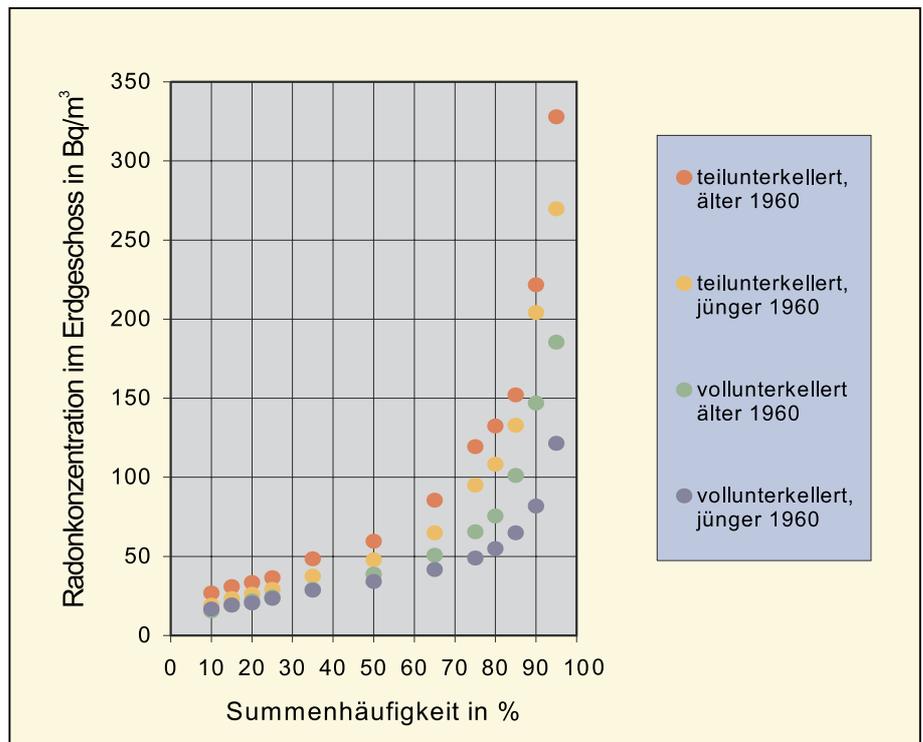
### Ansprechpartner:

Dr. Eckhard Ettenhuber (0 30/5 09 22-3 01)

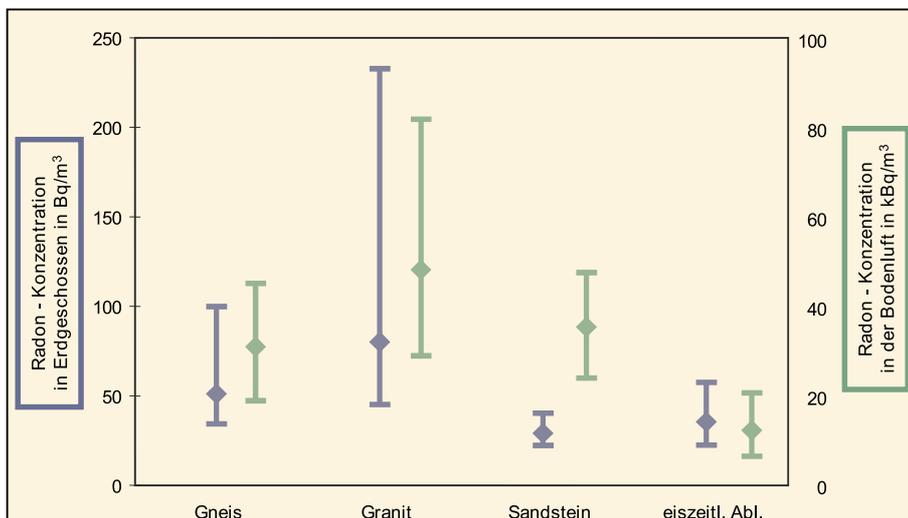
Die Strahlenexposition der Bevölkerung durch Radon beim Aufenthalt in Gebäuden ist eine Hauptkomponente der natürlichen Strahlenbelastung. Daher gehören Untersuchungen zur Ermittlung der Radonkonzentration in Gebäuden zu den Aufgaben des BfS. Ziele dieser Untersuchungen waren im zurückliegenden Jahr die Erstellung von Übersichten über regionale Verteilungen der Radonkonzentrationen in Gebäuden und die Ermittlung von Ursachen für erhöhte Konzentrationen. Erhöhte Konzentrationen in Gebäuden lassen sich meist auf erhöhte Konzentrationen in der Bodenluft des Gebäudeuntergrundes zurückführen. Die Abbildung unten zeigt entsprechende Verteilungen für einige geologische Formationen. Ob sich aber aus den Radonkonzentrationen in der Bodenluft des Gebäudeuntergrundes Radonkonzentrationen in Häusern mit befriedigender Genauigkeit ableiten lassen, bedarf noch vertiefender Untersuchungen. Auf jeden Fall sind Vorhersagen möglich, in welchen Gebieten mit erhöhten Radonkonzentrationen

nen in Gebäuden zu rechnen ist, da Kenntnisse über regionale Verteilungen der Radonkonzentration aus den umfangreichen Untersuchungen in den vergangenen Jahren vorliegen.

Aus den Untersuchungen ergibt sich auch, dass in Neubauten die Radonkonzentrationen geringer als in Altbauten sind (Abbildung oben). Konstruktive Elemente und die Bauweise beeinflussen die Zufuhr von Radon aus



Abhängigkeit der Radonkonzentration in Erdgeschossen vom Baualter und der Art der Unterkellerung (Die Summenhäufigkeit gibt an, wieviel Prozent der untersuchten Wohnungen Radonkonzentrationen unterhalb eines bestimmten Pegels aufweisen)



Vergleich der Radonkonzentration in der Bodenluft mit der in Gebäuden in Abhängigkeit vom geologischen Untergrund

dem Baugrund in das Gebäude wesentlich. Dabei ist es von besonderem Interesse für den Schutz vor Radon aus dem Boden, dass die Maßnahmen zum Feuchteschutz (z.B. Fundamentplatte), die nach den heute geltenden Baustandards ohnehin üblich sind, in vielen Fällen bereits ausreichen, um die Radonkonzentrationen in den Gebäuden zuverlässig auf Werte unterhalb von 200 Bq/m<sup>3</sup> zu begrenzen. Nach den Empfehlungen der EU sollten die Radonkonzentrationen in Neubauten diesen Wert nicht überschreiten.

## Berufliche Strahlenexposition

**Ansprechpartner:** Jochen Schwedt (0 30/5 09 22-2 23)

Eine besondere Situation bei der Überwachung der beruflichen Strahlenexposition in Deutschland liegt bei Arbeitsplätzen mit Strahlenexpositionen durch Inhalation von Radon und Radonzerfallsprodukten im Bergbau und bei anderen Tätigkeiten (z.B. in Wasserwerken und Schauhöhlen) vor. Im Jahr 2000 gab es noch keine gesetzliche Regelung für die Überwachung dieser Arbeitsplätze. Diese wurde erst mit der Novellierung der Strahlenschutzverordnung geschaffen.

Seit 1990 hat die Anzahl der auf der Grundlage der geltenden Rechtsvorschriften überwachten Personen – vor allem wegen sinkender Beschäftigungszahlen bei der Sanierung der Wismutbetriebe – ständig abgenommen. Im Jahr 2000 wurden etwa 2000 Personen überwacht, von denen ungefähr 70 Prozent Sanierungsarbeiten in den Betrieben der Wismut GmbH ausführten. Mehr als die Hälfte der Beschäftigten der Wismut GmbH wurde wiederum mit den seit 1992 angewendeten personengebundenen Geräten zur Messung der Strahlenexposition überwacht. Für alle anderen überwachten Personen werden die Strahlenexpositionen entweder aus den individuell für Personen mit vergleichbaren Arbeiten ermittelten Expositionen abgeleitet oder durch repräsentative Messungen der Aktivitätskonzentrationen an den Arbeitsplätzen unter Berücksichtigung der jeweiligen Aufenthaltszeiten bestimmt.

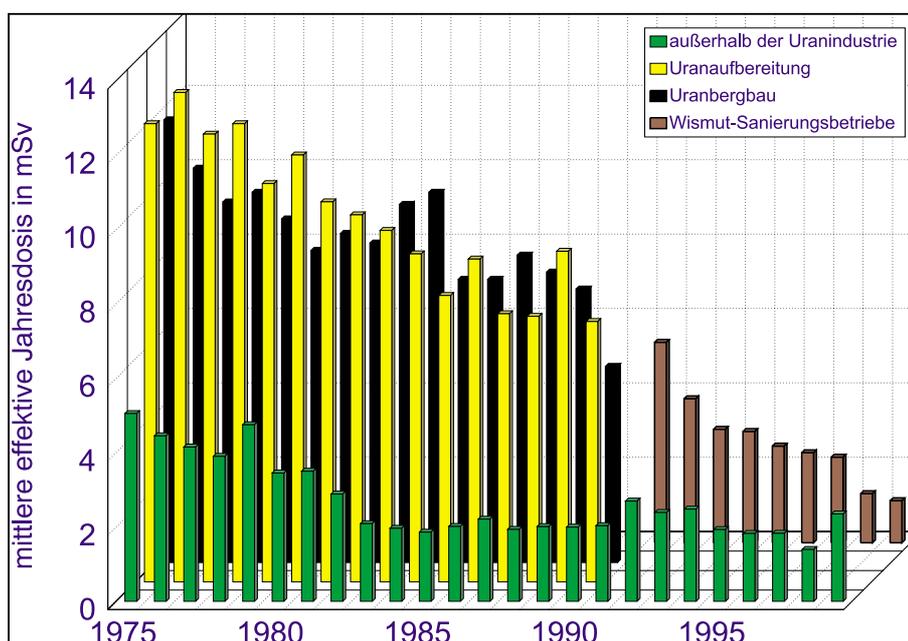
Die Abschlussbilanz über die Strahlenexpositionen im Jahr 2000 ergab, dass keine Grenzwertüberschreitungen



Radonkammer

gen bei den durch Radonzerfallsprodukte beruflich exponierten Überwachten aufgetreten sind. Als höchste individuelle effektive Dosis wurden 19,5 mSv im Jahr ermittelt, wobei der gültige Grenzwert 50 mSv betrug.

In der Abbildung unten werden die mittleren jährlichen effektiven Dosen für Arbeitsplätze im Uranbergbau, in der Uranaufbereitung und außerhalb der Uranindustrie (z. B. Wasserwerke, Bergsicherungs- und Schachtbaubetriebe, Schauhöhlen und Nichturanbergwerke) miteinander verglichen. Die sinkenden Tendenzen der mittleren effektiven Jahresdosen sind in erster Linie den Bemühungen der Strahlenschutzverantwortlichen/Strahlenschutzbeauftragten und der zuständigen Behörden um eine ständige Verbesserung des Strahlenschutzes am Arbeitsplatz zu verdanken. Die ursprünglich wegen der unterschiedlichen Gegebenheiten in der Uranindustrie und den Arbeitsplätzen außerhalb der Uranindustrie um ungefähr den Faktor 2 unterschiedlichen Strahlenexpositionen haben sich – insbesondere nach dem Ende der Uranförderung – auf niedrigem Niveau aneinander angeglichen.



Mittlere effektive Dosis in verschiedenen Arbeitsbereichen (Berechnung der Dosis nach ICRP 65)

Die Einführung gesetzlicher Regelungen für die Überwachung der beruflichen Strahlenexposition durch Radon/Radonzerfallsprodukte erfordert zuverlässige Messungen. Aus diesem Grunde wurde im BfS ein Labor für die Kalibrierung von Messgeräten eingerichtet, das als Kalibrierlabor des Deutschen Kalibrierdienstes (DKD) akkreditiert wurde. Nach zwei Betriebsjahren kann das Labor eine erfolgreiche Bilanz ziehen. In diesem Zeitraum wurden mehr als 50 Messsysteme kalibriert.

briert. Sie werden für die Ermittlung und Überwachung der Konzentration von Radon und Radonzerfallsprodukten und der dadurch verursachten Strahlenexpositionen in Gebäuden, an Arbeitsplätzen über und unter Tage sowie im Freien vom BfS, vor allem aber von Betrieben, Landesmessstellen und von ihnen beauftragten Institutionen eingesetzt. Damit wurde ein wichtiger Beitrag zur Gewährleistung einer hohen Qualität dieser Messungen geleistet.

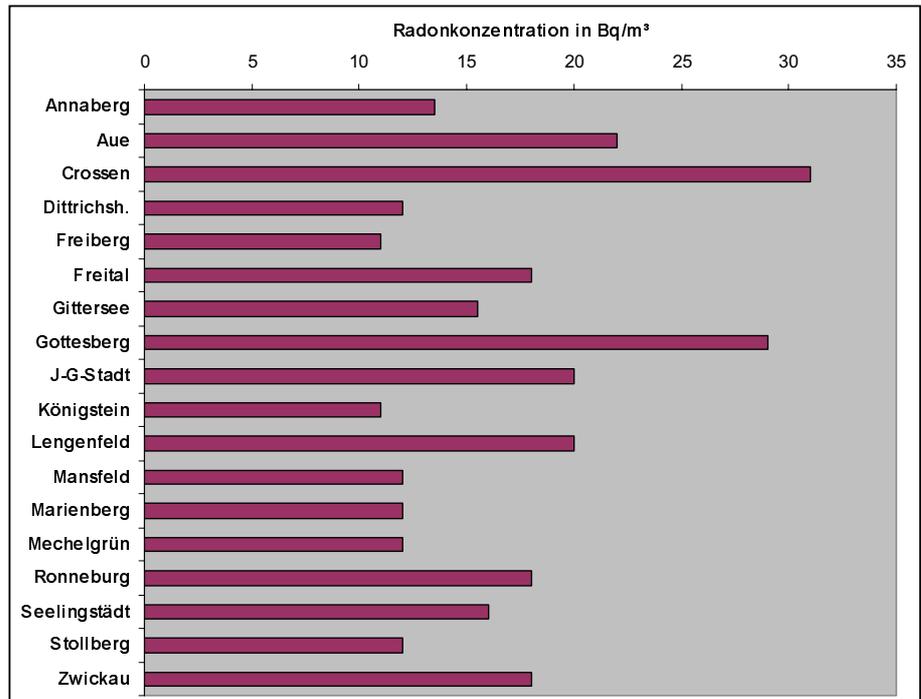
Das Kalibrierlaboratorium mit seinen Labors für die Messgrößen „Radonkonzentration in Luft“ und „Potenzielle Alpha-Energie-Konzentration kurzlebiger Radonfolgeprodukte“ fand auch international zunehmende Anerkennung und Bedeutung. Für Institutionen in Brasilien, Norwegen und Belgien wurden Kalibrierungen oder Kalibrierexpositionen ausgeführt und Messvergleiche durchgeführt. Dabei wurden wissenschaftliche Aufgabenstellungen von gegenseitigem Interesse bearbeitet.

Die Leistungsfähigkeit des Laboratoriums wurde weiter erhöht, so dass den Anforderungen zur Kalibrierung von Geräten, deren Anzahl sich im Vergleich zu 1999 (18) im Jahr 2000 auf 46 erhöht hat, entsprochen werden konnte.

## Strahlenexposition der Bevölkerung aus bergbaulichen Hinterlassenschaften

**Ansprechpartner:**  
Dr. Klaus Gehrcke (0 30/5 09 22-3 41)

In Bergbaugebieten in Sachsen, Thüringen und Sachsen-Anhalt müssen bergbauliche Hinterlassenschaften und die durch bergbauliche Tätigkeiten verursachte Umweltradioaktivität als zusätzliche Quellen für Strahlenbelastungen der Bevölkerung beachtet werden. Untersuchungen dazu wurden durch das BfS vor allem im Rahmen des Projektes „Radiologische Erfassung, Untersuchung und Bewertung bergbaulicher Altlasten - Altlastenkataster“ durchgeführt, welches im Jahresbericht 1999 dargestellt wurde.



Mittlere Werte der jährlichen Radon-Freiluftkonzentration in Bergbauregionen von Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen

Daher werden hier Untersuchungen des BfS vorgestellt, die klären sollen, inwieweit bergbauliche Hinterlassenschaften durch Freisetzung des radioaktiven Edelgases Radon in die Atmosphäre eine Erhöhung der natürlicherweise vorhandenen Strahlenexposition der in der Umgebung lebenden Bevölkerung verursachen. Das BfS betreibt seit 1990 achtzehn Messnetze von unterschiedlicher Größe mit insgesamt etwa 550 Messpunkten. Die Messungen erfolgen mit Festkörperspurdetektoren, die in ca. 1,5 m Höhe über dem Erdboden aufgestellt und halbjährlich gewechselt werden. Die Messpunkte befinden sich vor allem in Wohngebieten.

Für eine zuverlässige Bestimmung der Radonkonzentration sind langjährige Messungen nötig. Im vergangenen Jahr wurde das vorliegende Datenmaterial einer umfassenden Auswertung unterzogen. Die wichtigsten Ergebnisse sind nachfolgend beschrieben:

Es gibt keine Hinweise auf eine großräumige Beeinflussung der Radonkonzentration durch bergbauliche Hinterlassenschaften. Gegenüber dem natürlichen Untergrund erhöhte Werte wurden, in Abhängigkeit von der Art und der Größe der „Radonquelle“, nur bis zu etwa 0,5 - 2 km Entfernung beobachtet. Das drückt sich auch in den zeitlich und räumlich gemittelten Konzentrationen in den Untersuchungsgebieten aus, die keine nennenswerten Unterschiede zu den mittleren Werten in anderen Gebieten in Deutschland mit vergleichbarer Geologie aufweisen. Die Werte liegen zwischen etwa 10 Bq/m³ und 30 Bq/m³ (Abbildung oben).

Betrachtet man die Einzelwerte, ist aber auch festzustellen, dass in einigen Regionen (vor allem um Aue, Johanngeorgenstadt, Lengenfeld und Ronneburg) selbst in Wohngebieten Werte gefunden wurden, die bergbaubedingt deutlich erhöht sind. So ist beispielsweise bei künftigen Sanierungsvorhaben in der Region Johanngeorgenstadt der Expositionspfad „Inhalation von Radon“ zu beachten. Die Messungen weisen aber auch aus, dass an einigen der genannten Standorte als Ergebnis von Stilllegungs- und Sanierungsarbeiten der Wismut GmbH die ehemals erhöhten Werte der Radonfreiluftkonzentration bereits deutlich abgenommen haben (z.B. Aue, Ronneburg).

Umfangreiche und langjährige Messungen erfordern Maßnahmen zu ihrer Qualitätssicherung. Die *Leitstelle zur Radioaktivitätsüberwachung bei bergbaulichen Tätigkeiten* ist unter anderem auch dafür zuständig. So ergab zum Beispiel ein einjähriger Messvergleich zwischen Festkörperspurdetektoren und elektronischen Messgeräten unter Feldbedingungen eine gute Übereinstimmung zwischen beiden Messsystemen. Das vom BfS entwickelte Verfahren der Radonmessung mit Festkörperspurdetektoren (Abbildung rechts) lieferte hierbei zuverlässige Ergebnisse. Auch bei europaweiten Messvergleichen für Festkörperspurdetektoren hat das Detektorsystem seine Zuverlässigkeit und Eignung für diese Überwachungsaufgabe bewiesen.

Ein wichtiges Ereignis im Rahmen der Tätigkeit der o.g. Leitstelle war das 11. Fachgespräch zur Überwachung der Umweltradioaktivität vom 28. / 29. März 2000 in Schlema (Osterzgebirge). Zum ersten Mal befasste sich ein Fachgespräch ausschließlich mit Themen zur Überwachung bergbaubedingter Umweltradioaktivität. Aus diesem Grund fand es „vor Ort“ im ehemaligen



*Messeinrichtung zur Ermittlung der Radonkonzentration in der Luft*

Zentrum des Uranerzbergbaus in Schlema statt. Es wurde im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit vom Bundesamt für Strahlenschutz durchgeführt.

Die Beiträge des Fachgesprächs sind in dem vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit herausgegebenen Tagungsband „11. Fachgespräch zur Überwachung der Umweltradioaktivität (Bergbaubedingte Umweltradioaktivität)“ zusammengefasst und veröffentlicht.

# Emissionsüberwachung bei Atomkraftwerken

## Ansprechpartner:

Dr. Ingolf Winkelmann (0 30/5 09 22-4 01)

## Grundlagen

Aus Atomkraftwerken werden im Normalbetrieb trotz moderner Rückhalte- und Aufbereitungstechniken mit der Fortluft über den Kamin und mit dem Abwasser über den Kühlwasserkanal in den Vorfluter (Fluss) radioaktive Stoffe abgeleitet. Diese führen zu einer Strahlenexposition der Bevölkerung in der Umgebung. Zum Schutz der Bevölkerung ist die Ableitung von radioaktiven Stoffen möglichst gering zu halten.

## Überwachungs- und Bilanzierungsmessungen

Die Betreiber von Atomkraftwerken führen die Messungen zur kontinuierlichen Überwachung und Bilanzierung der Ableitungen radioaktiver Stoffe über Fortluft und Abwasser durch. Die Anforderungen an die Emissionsüberwachung und die Messeinrichtungen sind in der Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung (REI) und den entsprechenden Sicherheitstechnischen Regeln des Kerntechnischen Ausschusses (KTA; [www.kta-gs.de](http://www.kta-gs.de)) festgelegt.

Bei der Überwachung der Emissionen radioaktiver Stoffe mit der Fortluft werden zwei verschiedene Messaufgaben unterschieden. Zum einen ist mit der Messinstrumentierung am Kamin die Ableitung bestimmter charakteristischer radioaktiver Stoffe kontinuierlich zu überwachen (Monitorfunktion), um jederzeit Informationen über den Anlagenzustand zu erhalten und dem Betreiber die Einleitung entsprechender Maßnahmen zu ermöglichen. Hierzu gehört die kontinuierliche Überwachung der Abgabe radioaktiver Edelgase, radioaktiver Aerosole und von Iod-131 als Referenznuclid für die übrigen Iod-Isotope. Zum anderen sind, um eine Grundlage für die Berechnung der Strahlenexposition der Bevölkerung in der Umgebung eines Atomkraftwerks zu erhalten, sämtliche radioaktiven Emissionen zu messen und zu bilanzieren. Bei diesen Bilanzierungsmessungen sind neben den bei der kontinuierlichen Überwachung genannten Radionukliden und Radionuklidgruppen auch die Alphastrahler und Betastrahler wie Tritium, Kohlenstoff-14 sowie Strontium-89 und Strontium-90 zu erfassen.

Radioaktive Abwässer dürfen erst dann in den Vorfluter eingeleitet und damit an die Umwelt abgegeben werden, wenn eine Entscheidungsmessung ergeben hat, dass ein vorgegebener Grenzwert für die Gesamtaktivität gammastrahlender Radionuklide nicht überschritten wird. Darüber hinaus müssen für die Bilanzierung der mit dem Abwasser abgeleiteten radioaktiven Stoffe die Aktivitätskonzentrationen gammastrahlender Radionuklide sowie von Strontium-89, Strontium-90, Tritium, Eisen-55 und Nickel-63 sowie die Gesamtalphaaktivität bestimmt werden.

Die Qualität der von den Betreibern der Atomkraftwerke vorzunehmenden Messungen wird durch Untersuchungen behördlich beauftragter Sachverständiger durch ein Kontrollmessprogramm nach einer bundeseinheitlichen Richtlinie überprüft und sichergestellt. Ergänzend wird von den zuständigen Aufsichtsbehörden der Länder ein unabhängiges Kernreaktor-Fernüberwachungssystem (KFÜ) betrieben, um sicherheitsrelevante Betriebszustände sowie Emissions- und Immissionsdaten laufend zu kontrollieren.

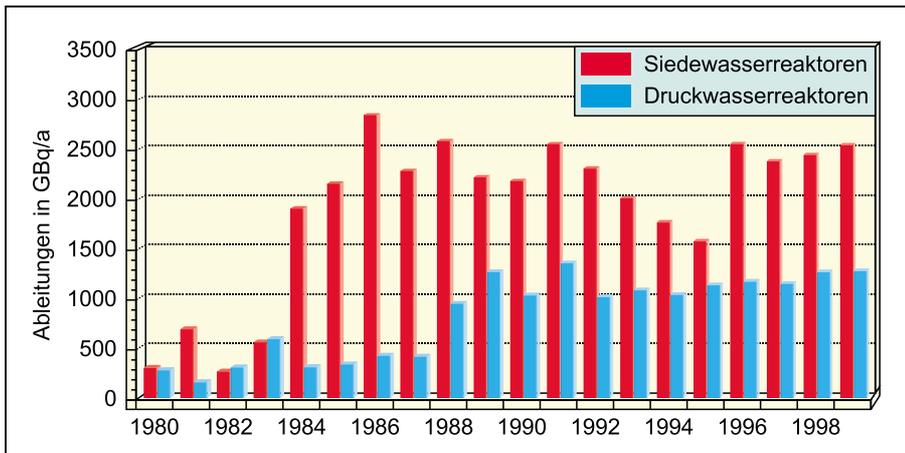
## Ergebnisse und Bewertung

Die Aktivitätsableitungen mit der Fortluft über den Kamin variieren je nach Anlage und Betriebszustand. Hauptbestandteile der Ableitungen sind dabei radioaktive Edelgase mit Jahresableitungen im Bereich von 19.000 bis 43.000 Gigabecquerel pro Jahr (GBq/a) aller Atomkraftwerke in den letzten 10 Jahren. Die Jahresaktivitätsableitungen von Tritium mit der Fortluft liegen in diesem Zeitraum jeweils zwischen 8.000 GBq/a und 10.000 GBq/a, die von Kohlenstoff-14 als Kohlendioxid im Bereich von 2.700 bis 3.900 GBq/a. Deutlich niedriger (bis zu drei Größenordnungen) sind die Jahresaktivitätsableitungen von radioaktivem Iod. Die gemessenen Aktivitätsableitungen unterschreiten deutlich die Genehmigungswerte.

Die über das Abwasser abgegebene jährliche Aktivität schwankt von Kraftwerk zu Kraftwerk sehr stark, da sie vom Reaktortyp und den technischen Parametern der eingesetzten Abwasserreinigungsanlagen abhängt. So liegen die Wertebereiche der Gesamtableitungen für Tritium bei 70.000 bis 190.000 GBq/a und für die Summe der Spalt- und Aktivierungsprodukte ohne Tritium bei 4 bis 50 GBq/a. Die Aktivitätsableitungen aller alphastrahlenden Nuklide betragen weniger als 0,001 GBq/a. Diese Werte unterschreiten deutlich die Genehmigungswerte und liegen im Vergleich zu den Ableitungen aus Atomkraftwerken anderer Länder im unteren Bereich. Sie bestätigen damit den hohen Standard der in Deutschland verwendeten Abwasserreinigungstechnologien. Die aus den Ableitungen berechnete Strahlenexposition der Bevölkerung erreicht maximal 1 % des Dosisgrenzwertes von 0,3 mSv/a.

Die Abbildung auf Seite 30 oben zeigt beispielhaft die jährlichen Aktivitätsableitungen von Kohlenstoff-14 als Kohlendioxid mit der Fortluft aus allen Atomkraftwerken in der Bundesrepublik Deutschland seit 1980. Der deutliche Anstieg der Kohlenstoff-14-Aktivitätsableitungen Mitte der achtziger Jahre rührt von der Inbetriebnahme einiger großer Kraftwerksblöcke her.

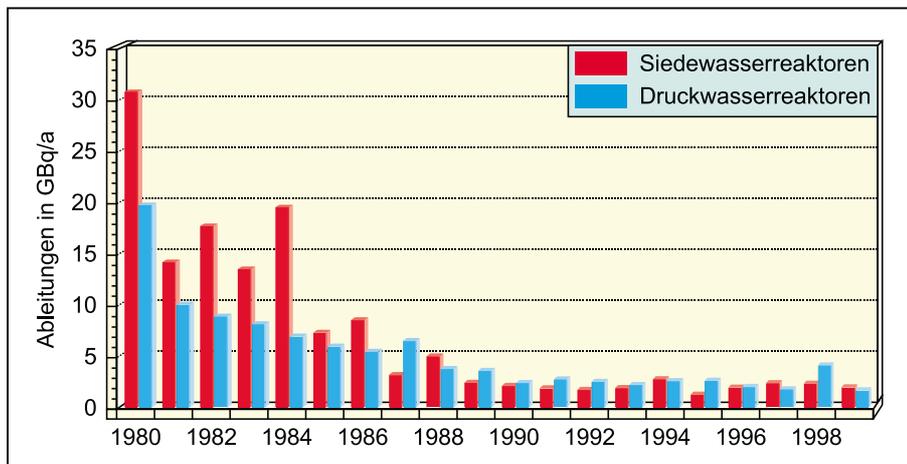
In der Abbildung auf Seite 30 unten ist die zeitliche Entwicklung der jährlichen Gesamtableitungen an Spalt- und Aktivierungsprodukten (ohne Tritium) mit dem Abwasser aller Atomkraftwerke in Deutschland für die Jahre 1980 bis 1999 für Siede- und Druckwasserreaktoren



Jährliche Aktivitätsableitungen von Kohlenstoff-14 als Kohlendioxid mit der Fortluft aus Atomkraftwerken in der Bundesrepublik Deutschland

getrennt dargestellt. Die Gesamtabgaben gingen in diesem Zeitraum auf Grund technologischer Verbesserungen der in den Kraftwerken eingesetzten Abwasserreinigungstechniken von etwa 50 auf ca. 3,5 GBq/a, d.h. auf weniger als 10 % zurück.

weltradioaktivität und Strahlenbelastung“ und ausführlicher in den gleichnamigen Jahresberichten des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit veröffentlicht ([www.bfs.de](http://www.bfs.de) unter Informationen/Berichte).



Ableitung von Spalt- und Aktivierungsprodukten (ohne Tritium) mit dem Abwasser aus Atomkraftwerken in der Bundesrepublik Deutschland

Die Daten über die Aktivitätsableitungen radioaktiver Stoffe aus Atomkraftwerken werden von den Betreibern regelmäßig den Aufsichtsbehörden der Länder gemeldet. Diese Daten werden von den für Fortluft und Abwasser zuständigen Leitstellen des Bundesamtes für Strahlenschutz gesammelt und auf Vollständigkeit und Plausibilität geprüft. Als Zusammenfassung werden sie an das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit zur Weiterleitung an die Europäische Kommission übermittelt. Sie werden in den jährlichen Berichten der Bundesregierung an den Deutschen Bundestag über „Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung“ und ausführlicher in den gleichnamigen Jahresberichten des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit veröffentlicht ([www.bfs.de](http://www.bfs.de) unter Informationen/Berichte).

# Nationaler Entsorgungsplan

## Ansprechpartner:

Dr. Helmut Röthemeyer (0 53 41/8 85-6 00)

Die gesicherte Entsorgung der Atomkraftwerke sowie der radioaktiven Abfälle aus dem Betrieb kerntechnischer Anlagen, der Medizin, der Forschung und der industriellen Anwendung ist Voraussetzung, um insbesondere den Betrieb der Atomkraftwerke während ihrer Restlaufzeit als auch den Einsatz radioaktiver Stoffe in anderen Bereichen verantworten zu können. Die Bundesregierung wird einen nationalen Entsorgungsplan für alle radioaktiven Reststoffe vorlegen. Der Bericht wird zurzeit von der Projektgruppe „Nationaler Entsorgungsplan“ des BMU erarbeitet.

Die Grundlage für den neuen nationalen Entsorgungsplan wurde im Juni 2000 durch die Vereinbarung der Bundesregierung mit den Elektrizitätsversorgungsunternehmen auf die geordnete Beendigung der Nutzung der Kernenergie geschaffen. Der Ausstieg führt zu einer Begrenzung des Anfalls wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle und der Betriebsabfälle aus den Atomkraftwerken. Die wesentlichen Elemente des neuen nationalen Entsorgungsplans verdeutlichen den engen Bezug zu den Aufgaben des BfS:

- **Dezentrale Zwischenlagerung:** Abgebrannte Brennelemente werden an den Standorten der Atomkraftwerke zwischengelagert. Der Abfall verbleibt bis zu seiner Endlagerung dort, wo er verursacht wird. Transporte zu den zentralen Lagern oder in ausländische Wiederaufarbeitungsanlagen werden minimiert, und eine verursachergerechte Lastenverteilung zwischen den Bundesländern wird erreicht.
- **Beendigung der Wiederaufarbeitung:** Die Wiederaufarbeitung wird so schnell wie möglich beendet. Spätestens ab dem 1. Juli 2005 wird die Entsorgung abgebrannter Brennelemente auf die direkte Endlagerung beschränkt. Transporte zur Wiederaufarbeitung sind ab diesem Zeitpunkt unzulässig. Dadurch werden mittelfristig Transporte und eine weiterer unerwünschter Anfall von abgetrenntem Plutonium vermieden.
- **Endlagerung:** Die Erkundung des Salzstockes in Gorleben wird für einen Zeitraum von drei bis zehn Jahren unterbrochen. Weitere Standorte mit unterschiedlichen Wirtsformationen sollen untersucht werden.

Das BfS beteiligt sich in der Projektgruppe. Es erarbeitet insbesondere die Beiträge zu den radioaktiven Reststoffen und Empfehlungen zur Konditionierung radioaktiver Abfälle unter Berücksichtigung der längerfristigen Zwischenlagerung und auch im Hinblick auf zukünftige Endlagerungsbedingungen.

Bevor weitere Standorte untersucht werden können, müssen in dem vom BMU eingerichteten Arbeitskreis Auswahlverfahren Endlagerstandorte (AkEnd; [www.akend.de](http://www.akend.de)) Verfahren und Kriterien für die Auswahl von Endlagerstandorten für radioaktive Abfälle aller Arten entwickelt werden. Auch in diesem Arbeitskreis ist das BfS vertreten.

Die Arbeit des AkEnd wurde in einem Zwischenbericht mit Stand Juni 2000 zusammengefasst. Dieser Zwischenbericht war Basis eines Workshops, der am 15. und 16. September 2000 in Kassel mit etwa 200 Teilnehmerinnen und Teilnehmern veranstaltet wurde. Er war als Auftaktveranstaltung für die Zielsetzung des AkEnd strukturiert. Diese enthält folgende Elemente:

- Transparenz seiner Arbeit in Bezug auf die Kriterien- und Verfahrensentwicklung;
- Ergebnisoffenheit und Lernfähigkeit;
- Dialog- und Diskursbereitschaft;
- Sicherstellung der Kompetenz im nationalen und internationalen Umfeld in den beteiligten Fachdisziplinen;
- Nachvollziehbarkeit von Arbeitsergebnissen;
- Beteiligung der Öffentlichkeit mit dem Ziel der Akzeptanz der Arbeitsergebnisse.

In einer ersten Bewertung ist festzustellen, dass die Konzeption des Workshops mit der Zielsetzung des AkEnd übereinstimmt und der Workshop als Auftaktveranstaltung grundsätzlich positiv zu bewerten ist. Der Workshop selbst wird in einem Bericht dokumentiert. Die Anregungen und Kritikpunkte werden in der weiteren Arbeit des AkEnd berücksichtigt.

# Bestand und Anfall radioaktiver Abfälle

## Ansprechpartner:

Dr. Peter Brennecke (0 53 41/8 85-6 10)

Die Planungsarbeiten für Endlager radioaktiver Abfälle erfordern, angefallene sowie zukünftig anfallende Mengen radioaktiver Reststoffe zu erheben. Wie bisher hat das BfS auch zum 31.12.1999

- die Lagerkapazität und Auslastung,
- den Bestand an unbehandelten Reststoffen,
- den Bestand und Anfall an behandelten Abfällen, und zwar
  - Zwischenprodukten, die noch einer weiteren Behandlung zur Herstellung eines Abfallproduktes bedürfen,
  - Abfallprodukten, die voraussichtlich keiner weiteren Behandlung unterliegen (Abfallgebinde) sowie
- die Prognose für das Jahr 2000

bei den Ablieferungspflichtigen aus dem kerntechnischen Bereich und den Abführungspflichtigen (Landessammelstellen) ermittelt.

Radioaktive Abfälle werden in Deutschland in vernachlässigbar wärmeentwickelnde und wärmeentwickelnde Abfälle eingeteilt. Abfallarten sind u.a. Aktivkohle, Altöl, Bauschutt, Chemikalien, Core-Schrott, Feststoffe, Filter, Harze, Metalle oder wärmeentwickelndes Spaltproduktkonzentrat.

Die folgende Tabelle zeigt eine Übersicht über die Volumina radioaktiver Reststoffe am 31.12.1999.

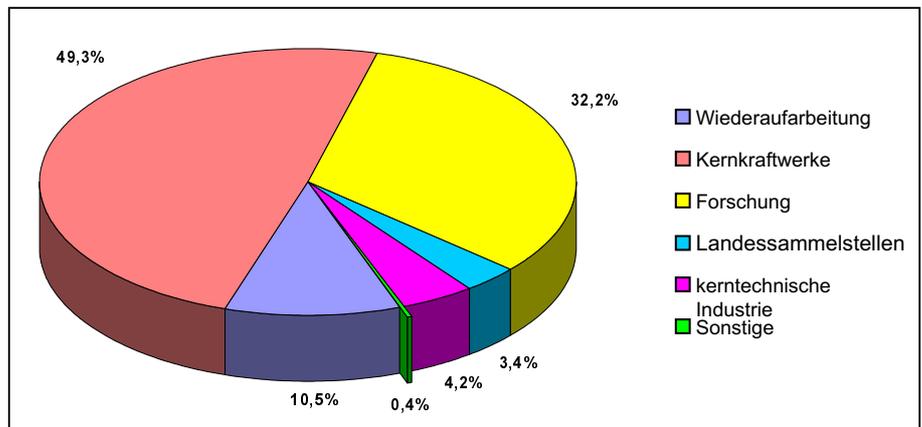
Der mittlere jährliche Anfall an wärmeentwickelnden Abfällen in Form von ausgedienten Brennelementen, die bisher überwiegend zur Wiederaufarbeitung ins Ausland verbracht wurden, beträgt in Deutschland ca. 470 t Schwermetall (BMU 1999/ Ergebnisse der Länderumfrage zum 31.12.1999).

Der durchschnittliche jährliche Anfall an konditionierten vernachlässigbar wärmeentwickelnden radioaktiven Abfällen von 1984 bis 1999 beträgt ca. 4700 m<sup>3</sup>. Das Diagramm zeigt die Aufteilung dieses Anfalls auf die Gruppen der Abfallverursacher.

Im Jahr 1999 ist wesentlich weniger radioaktiver Abfall konditioniert worden als in den vergangenen Jahren. Ursache hierfür ist die Schließung des Endlagers Morsle-

Reststoffart	vernachlässigbar wärmeentwickelnd	wärmeentwickelnd
unbehandelte Reststoffe (verwertbare Reststoffe und Rohabfälle) Bestand Ende 1999	31634	452
Zwischenprodukte Bestand Ende 1999	2944	
Anfall 1999	1083	
konditionierte Abfälle Bestand Ende 1999	63712	1433
Anfall 1999	2817	5
Prognose des Anfalls für das Jahr 2000	ca. 7000	

Übersicht über die Volumina radioaktiver Reststoffe in Deutschland am 31.12.1999 (Angaben in m<sup>3</sup>, ohne ausgediente Brennelemente aus Leichtwasserreaktoren)



Aufteilung des gemittelten Anfalls (4700 m<sup>3</sup>, 1984-1999) konditionierter vernachlässigbar wärmeentwickelnder Abfälle auf die Gruppen der Abfallverursacher

ben. Das Ziel der Abfallkonditionierung, die Herstellung zwischen- und endlagerfähiger Abfallgebinde, lässt sich durch die Konditionierung der Abfälle nach den vorläufigen Endlagerungsbedingungen für das geplante Endlager Konrad erreichen. Dies wird von den Konditionierern so praktiziert. Für die Konditionierung von Rohabfällen stehen erprobte Verfahren und Anlagen zur Verfügung.

Bei einer Zwischenlagerkapazität von insgesamt etwa 360 000 m<sup>3</sup> Abfallgebindevolumen in Deutschland ergibt sich ein Ausnutzungsgrad von 17%, d. h., rein rechnerisch ist vorerst ausreichende Lagerkapazität vorhanden. Allerdings ist die Ausschöpfung der einzelnen Zwischenlagerkapazitäten, die in der Regel nicht übergreifend genutzt werden können, recht unterschiedlich; sie schwankt zwischen 5% und 100%. Die Berechnung basiert auf der Annahme, dass die Lager nur konditionierte Abfälle lagern. Sofern Rohabfälle und Zwischenprodukte berücksichtigt werden, ist die Auslastung höher.

# Endlagerung radioaktiver Abfälle

## Das Bergwerk zur Erkundung des Salzstocks Gorleben

**Ansprechpartner:** Dr. Günter Tittel (0 53 41/8 85-5 30)

Als Folge der Vereinbarung vom 14.06.2000 zwischen der Bundesregierung und den Energieversorgungsunternehmen über die geordnete Beendigung der Kernenergienutzung wurde die untertägige Erkundung des Salzstocks Gorleben am 01. 10. 2000 für mindestens 3 bis höchstens 10 Jahre unterbrochen (Moratorium). Dieser Zeitraum soll zur zügigen Klärung konzeptioneller und sicherheitstechnischer Fragestellungen genutzt werden. Dazu zählen u. a.

- die Beherrschung der Gasbildung, die durch die Korrosion der Behälter und die Zersetzung von Abfällen auftritt und
- die Eignung von Salz als Wirtsgestein im Vergleich zu anderen Gesteinen wie Ton und Granit.

Das Moratorium in Gorleben bedeutet keine Aufgabe des Standorts. Erst wenn die das Moratorium begründenden Fragestellungen geklärt und Vergleiche mit anderen Standorten und Wirtsgesteinen möglich sind, kann entschieden werden, ob die Erkundung des Salzstocks Gorleben fortgesetzt oder endgültig aufgegeben wird. Bis dahin müssen die bisher gewonnenen geologischen Erkenntnisse gesichert und das Erkundungsbergwerk über und unter Tage in einem Zustand gehalten werden, der eine spätere Wiederaufnahme der Erkundung ermöglicht. Diesen Randbedingungen entsprechend regelt der Hauptbetriebsplan für den Geltungszeitraum 01.10.2000 bis 30.09.2002 den Übergang in die Offenhaltungsphase und die zur Werterhaltung notwendigen Maßnahmen.

Die Absicht des Bundes, während des Moratoriums den Standort Gorleben und seine Position als Antragsteller rechtlich abzusichern und das Vorhaben gegen Eingriffe Dritter zu schützen, führte zur Verlängerung des Rahmenbetriebsplanes für das Erkundungsbergwerk bis zum 30. 9. 2010. Darüber hinaus soll das Vorhaben im Wege einer Rechtsverordnung nach § 9 Atomgesetz durch eine atomrechtliche Veränderungssperre gesichert werden. Bis zum Beginn des Moratoriums wurde die untertägige Erkundung durch Streckenvortrieb, Erkundungsbohrungen, insbesondere zur Aufklärung der geologischen Struktur im östlichen Grenzbereich des Erkundungsbereichs 1, und geotechnische Messungen fortgesetzt.

Seit dem 1. 10. 2000 wurden und werden nur noch Maßnahmen und Arbeiten durchgeführt, die bergrechtlich notwendig waren und sind, um das Erkundungsbergwerk



*Durchführung geotechnischer Messungen im Erkundungsbergwerk Salzstock Gorleben*

in einen längerfristig betriebssicheren Zustand zu überführen und die bisherigen Investitionen und Arbeitsergebnisse nicht zu entwerten.

Zur Erhöhung der Sicherheit der sich unter Tage aufhaltenden Personen wurde eine Verbindung zwischen der den Erkundungsbereich 1 im Norden begrenzenden Richtstrecke und dem Querschlag 1 West fertiggestellt. Entsprechend der Zielsetzung, an jedem Ort unter Tage zwei unabhängige Fluchtmöglichkeiten zu schaffen, wurde die Verbindung nur mit dem Minimalquerschnitt von ca. 9 m<sup>2</sup> gegenüber dem bisher üblichen Querschnitt von ca. 23 m<sup>2</sup> aufgeföhren. Damit kann seit der Fertigstellung im Dezember 2000 auch auf die aufwendige und kostenintensive Sonderbewetterung in diesem Bereich verzichtet werden.

Das übertägige Messprogramm im Gebiet Dömitz-Lenzen nördlich der Elbe wurde Ende 2000 weitgehend abgeschlossen.

## Das geplante Endlager Schacht Konrad

**Ansprechpartner:**

Waldemar Hänsel (0 53 41/8 85-5 40)

Die Schachanlage Konrad ist als jüngstes Eisenerzbergwerk im Raum Salzgitter zwischen etwa 800 m und 1300 m Tiefe aufgeschlossen. Die Eisenerzgewinnung wurde bereits 1976 aus wirtschaftlichen Gründen eingestellt.

Aufgrund der außergewöhnlichen Trockenheit der Schachtanlage wurde sie auf ihre Eignung zur Aufnahme von radioaktiven Abfällen untersucht. Nach positivem Abschluss dieser Untersuchungen stellte die damals zuständige Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) am 31.08.1982 den Antrag auf Einleitung des Planfeststellungsverfahrens. Der Plan sieht vor, bis zu 650.000 m<sup>3</sup> radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung endzulagern.

Das seit 1982 laufende Planfeststellungsverfahren war Ende des Jahres 2000 noch nicht abgeschlossen, nachdem es Mitte 1998 durch das Niedersächsische Umweltministerium (NMU; [www.mu.niedersachsen.de](http://www.mu.niedersachsen.de)) als Planfeststellungsbehörde wegen aufgetretener Kontaminationen bei Castor-Transporten unterbrochen worden war. Anfang 2000 hat das NMU begonnen, den bereits bis Mitte 1998 erstellten Entwurf eines Planfeststellungsbeschlusses zu aktualisieren.

Ein neuer Sachverhalt ergab sich aus der Vereinbarung vom 14. Juni 2000 zwischen der Bundesregierung und

den Energieversorgungsunternehmen. Sie sieht vor, dass *die zuständigen Behörden das Planfeststellungsverfahren für den Schacht Konrad nach den gesetzlichen Bestimmungen abschließen und der Antragsteller den Antrag auf sofortige Vollziehbarkeit des Planfeststellungsbeschlusses zurücknimmt.*

In Umsetzung dieser Vereinbarung hat das BfS mit Schreiben vom 17. Juli 2000 an das NMU den Antrag auf Sofortvollzug zurückgenommen. Damit kann erst nach einer gerichtlichen Überprüfung im Hauptsacheverfahren mit der Umrüstung der Schachtanlage Konrad in ein Endlager begonnen werden.

Auch im Jahr 2000 wurden auf der bestehenden Schachtanlage Konrad über und unter Tage alle Arbeiten ausgeführt, die der notwendigen Offenhaltung der Grube (Abb. unten) und der Aufrechterhaltung der Grubensicherheit (Abb. Seite 35) und der Umrüstebereitschaft dienen.

Für das Projekt Konrad wurden bisher insgesamt ca. 1,6 Mrd. DM ausgegeben.



Die Teilschnittmaschine WAV-300 bei der Streckensicherung in Schacht Konrad



Blick in die Werkstatt auf der 1100-m-Sohle von Schacht Konrad bei der Reparatur von Fahrzeugen

## Das Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM)

### Ansprechpartner:

Dr. Wilhelm Hund (0 53 41/8 85-5 50)

Die Schachanlage Bartensleben bei Morsleben im Ohre-Kreis (Sachsen-Anhalt) ist um 1900 zur Salzgewinnung entstanden. Seit 1971 wurde das ehemalige Kali- und Steinsalzbergwerk von der DDR als Endlager für radioaktive Abfälle genutzt. Alle Einlagerungsbereiche liegen in etwa 500 Meter Tiefe und sind von Salzgestein umgeben. Nach der Wiedervereinigung ist die Sicherheit des ERAM ([www.dbe.de](http://www.dbe.de)) erneut untersucht worden. Damals wurde abweichend von der Auffassung des Landes Sachsen-Anhalt festgestellt, dass ein Weiterbetrieb sicherheitstechnisch möglich sei. Das ERAM stand nach einer Entscheidung des BVerwG auch den alten Bundesländern als Endlager für niedrig- und mittlerradioaktive Abfälle zur Verfügung. Die Nutzung wurde durch eine

Übergangsregelung im Atomgesetz bis zum 30.06.2005 befristet. Im ERAM sind bis September 1998 insgesamt etwa 37.000 m<sup>3</sup> radioaktive Abfälle mit einer Gesamtaktivität von ca.  $9,6 \cdot 10^{14}$  Bq (Aktivität bezogen auf den 30.09.1998) eingelagert worden (d.h. sowohl endgelagerte als auch im ERAM untertägig zwischengelagerte Abfälle). Seit dem 29. September 1998 sind als Folge eines Gerichtsbeschlusses keine radioaktiven Abfälle mehr angenommen worden. Zwischenzeitlich hat das BfS als verantwortliche Betreiberin entschieden, dass auch aus Sicherheitsgründen ein weiterer Endlagerbetrieb nicht mehr möglich ist.

Die Ergebnisse eines Untersuchungsprogramms zeigten am 06.10.2000, dass bis zu 1000 Tonnen schwere Salzbrocken – bergmännisch Löser genannt – von der Decke auf den in den Einlagerungskammern des Südfeldes des ERAM lagernden Atommüll fallen können.

Auf Grund dieser neuen Erkenntnisse zur gebirgsmechanischen Situation im Südfeld des Endlagers Morsleben



Salzgrustransport mit Fahrladern zur Verfüllung der Einlagerungskammern im Südfeld des ERAM

legte das BfS fest, die Resthohlräume der zwei Einlagerungskammern als Maßnahme der Gefahrenabwehr umgehend zu verfüllen.

Als Sofortmaßnahme wurde u.a. die Sperrung bestimmter Bereiche im Südfeld angeordnet. Durch geeignete technische Maßnahmen im Zusammenhang mit der Bewetterung (Belüftung) ist nach derzeitigem Kenntnisstand gewährleistet, dass auch bei einem Lösefall keine unzulässige Freisetzung radioaktiver Stäube in die Umgebung stattfindet. Da eine Wiederaufnahme der Einlagerung von schwach- und mittelradioaktiven Abfällen nicht mehr in Frage kommt, schreibt die Dauerbetriebsgenehmigung die Restverfüllung der Einlagerungshohlräume vor. Eine Kontaminationsgefahr ist nach der Verfüllung der Einlagerungshohlräume nicht mehr gegeben.

Am 13.10.1992 hatte das BfS beim Ministerium für Raumordnung, Landwirtschaft und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt (MRLU LSA; [www.mrlu.sachsen-anhalt.de/](http://www.mrlu.sachsen-anhalt.de/)) einen Antrag auf Einleitung eines atomrechtlichen Planfeststellungsverfahrens für den Weiterbetrieb und die anschließende Stilllegung des ERAM gestellt. Dieser Antrag wurde am 9. Mai 1997 auf die Stilllegung beschränkt. Das MRLU LSA entscheidet im Rahmen des atomrechtlichen Planfeststellungsverfahrens über den Antrag. Dabei prüft das MRLU LSA auch die Umweltauswirkungen des Vorhabens. Zur Ermittlung, Beschreibung

und Bewertung der Auswirkungen der Maßnahmen zur Stilllegung auf Menschen, Tiere und Pflanzen, Boden, Wasser, Luft und Landschaft sowie Kultur- und sonstige Sachgüter wird eine Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens durchgeführt. Im sogenannten Scoping-Verfahren ist unter Beteiligung der Fachbehörden und Umweltverbände erörtert und festgelegt worden, welche Umweltuntersuchungen durchzuführen sind.

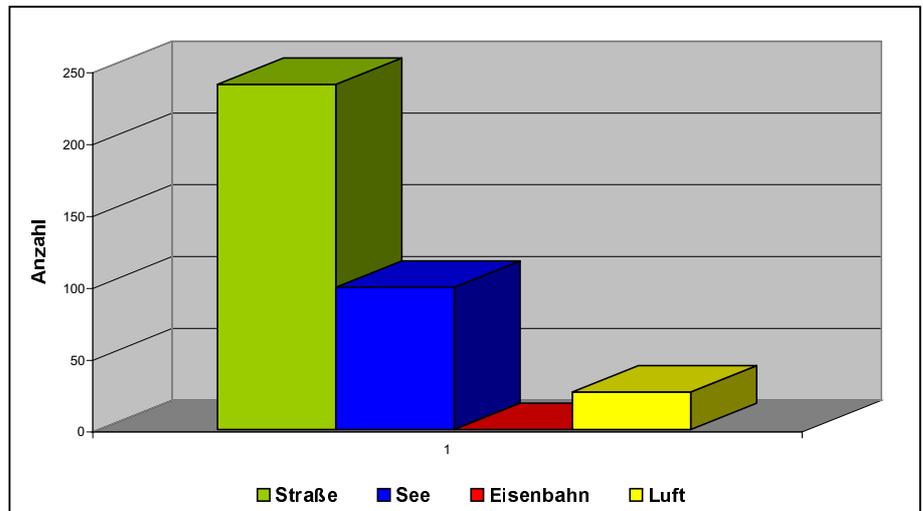
Die Schwerpunkte der Arbeiten für das Planfeststellungsverfahren lagen 2000 bei der Erarbeitung von Stilllegungskonzepten und Sicherheitsanalysen. Nach Abschluss dieser Arbeiten folgt die konkrete Anlagen- und Betriebsplanung der für die Stilllegung benötigten über- und unterirdischen Anlagen auch für vom BfS geplante vorgezogene bergtechnische Verfüllmaßnahmen im Zentralteil der Grube Bartensleben. Die Stilllegung des ERAM erfolgt so, dass die Einhaltung der Schutzziele nach Atomgesetz sichergestellt ist. Dies bedeutet: Selbst wenn die Freisetzung von Radionukliden aus einem verschlossenen Endlager auf lange Sicht nicht gänzlich verhindert werden kann, dürfen nur soviel Radionuklide in die Biosphäre gelangen, dass die Schutzziele, insbesondere die Werte der Strahlenschutzverordnung eingehalten werden. Dies wird durch eine Langzeitsicherheitsbewertung auf der Basis von Sicherheitsanalysen nachgewiesen.

# Transport und Zwischenlagerung

## Ansprechpartner:

Helmut Scheib (0 53 41/8 85-7 31)

Die neue Energiepolitik der Bundesregierung und die Erarbeitung eines nationalen Entsorgungspplans spielen bei Transport und Zwischenlagerung abgebrannter Brennelemente eine wichtige Rolle. Aufgabe des BfS als Genehmigungsbehörde ist insbesondere die Gewährleistung der Sicherheit bei Transport und Lagerung von Kernbrennstoffen durch Prüfung der Erfüllung der Genehmigungsvoraussetzungen.



Kernbrennstofftransporte 2000 (in Abhängigkeit vom Verkehrsträger)

Für den Transport radioaktiver Stoffe hat der Gesetzgeber im Rahmen des Atomrechts und im Rahmen des Gefahrgutrechtes entsprechende Vorschriften erlassen. Zweck der verkehrs- und atomrechtlichen Vorschriften ist es, die mit der Beförderung radioaktiver Stoffe verbundenen Gefahren, insbesondere schädliche Wirkungen ionisierender Strahlung für Leben, Gesundheit und Sachgüter, auszuschließen bzw. auf ein vertretbares Maß zu reduzieren.

rer Transporte gestatten. Durchgeführt wurden im Jahr 2000 insgesamt 387 Transporte von Kernbrennstoffen und Großquellen.

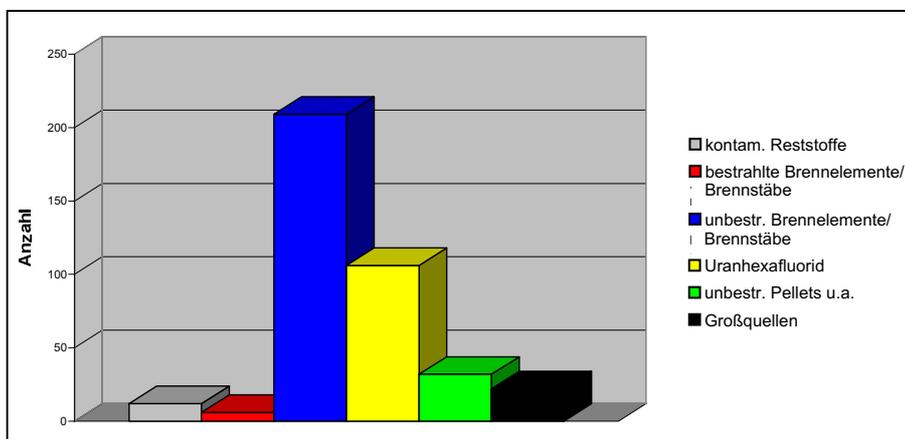
Transporte von Kernbrennstoffen und Großquellen sind entsprechend einer Festlegung in den Beförderungsgenehmigungen mindestens 48 Stunden vor deren Beginn u.a. den zuständigen Aufsichtsbehörden der Länder zu melden.

## Transport radioaktiver Stoffe

### Atomrechtliche Beförderungsgenehmigungen und verkehrsrechtliche Zulassungen

Nach § 23 AtG ist das BfS die zuständige Genehmigungsbehörde für die Erteilung von Beförderungsgenehmigungen für Kernbrennstoffe (§ 4 AtG) und für Großquellen (§ 8 StrlSchV). Im Jahr 2000 wurden insgesamt 162 Genehmigungen zum Transport von Kernbrennstoffen und 15 Genehmigungen für Großquellen erteilt, wobei einzelne Genehmigungen die Durchführung mehrerer

Die Abbildungen zeigen die Anzahl der Transporte – in Abhängigkeit vom transportierten Material und in Abhängigkeit vom verwendeten Verkehrsträger. Bei den transportierten Brennelementen handelt es sich um bestrahltes Material aus Forschungsreaktoren sowie um sogenannte Fertigungselemente (unbestrahlte MOX-Brennelemente, vier Transporte von Hanau nach Frankreich). Sie unterlagen nicht dem vom BMU verhängten Transportstopp für bestrahlte Brennelemente aus deutschen Atomkraftwerken. Diese Transporte wurden im Mai 1998 ausgesetzt, nachdem unzulässige radioaktive Verunreinigungen an den Außenflächen der Behälter und an den verwendeten Transportmitteln bekannt geworden waren.



Kernbrennstoff- und Großquellentransporte 2000

Zur Umsetzung des daraufhin vom BMU vorgelegten 10-Punkte-Plans hat das Eisenbahn-Bundesamt (EBA; [www.eisenbahn-bundesamt.de](http://www.eisenbahn-bundesamt.de)) auf Veranlassung des BMU und in Abstimmung mit dem Bundesverkehrsministerium (BMVBW; [www.BMVBW.de](http://www.BMVBW.de)) die Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS; [www.grs.de](http://www.grs.de))

und das Öko-Institut ([www.oeko-institut.org](http://www.oeko-institut.org)) mit der Begutachtung der von den Kraftwerksbetreibern vorgelegten technischen Maßnahmen zur Verhinderung des Auftretens unzulässiger Kontaminationen beim Transport von Brennelementen und Glaskokillen beauftragt. Zusätzlich hat das BMU in Abstimmung mit den zuständigen Behörden von Bund und Ländern einen Kriterienkatalog erarbeitet, der die notwendigen Anforderungen enthält, die bei Transporten zukünftig zu erfüllen sind. Dieser Kriterienkatalog bildet zusammen mit den Ergebnissen der Gutachten die Grundlage für die zuständigen Behörden – BfS, EBA und Landesbehörden – bei ihren Entscheidungen über Behälterzulassungen, Beförderungsgenehmigungen und bei aufsichtlichen Prüfungen. Mit der Erfüllung der im 10-Punkte-Plan enthaltenen Forderungen ist davon auszugehen, dass die Kontaminationsgrenzwerte während des gesamten Transportvorgangs mit der erforderlichen Sicherheit eingehalten werden.

Auf dieser Grundlage sind Ende Januar 2000 Beförderungsgenehmigungen für 5 innerdeutsche Transporte mit abgebrannten Brennelementen aus den Kraftwerken Biblis, Neckarwestheim und Philippsburg in das Zwischenlager Ahaus erteilt worden. Nachdem die erforderlichen verkehrsrechtlichen Anerkennungen der französischen Zulassungen von Transportbehältern erstellt wurden, genehmigte das Bundesamt im September 2000 weitere 8 Transporte von abgebrannten Brennelementen aus den Kraftwerken Stade, Biblis und Philippsburg zu der Wiederaufarbeitungsanlage der Cogema in La Hague, Frankreich. Durch zusätzliche Auflagen wurde sichergestellt, dass die festgelegten Grenzwerte für radioaktive Verunreinigungen auch bei den französischen „Stachelbehältern“ eingehalten werden. Die vorgebrachten Sicherheitsbedenken in den Widersprüchen von Greenpeace e.V. sowie 13 Einzelpersonen gegen diese Beförderungsgenehmigungen sind nach intensiver Prüfung vom BfS als nicht begründet zurückgewiesen worden.

Grundlage für die Erteilung der Beförderungsgenehmigungen zur Wiederaufarbeitungsanlage der Cogema waren die verkehrsrechtlichen Anerkennungen der französischen Zulassungen für die Transportbehälter TN 13/1, TN 13/2 und TN 17/2. Ebenso wurde für die Transporte bestrahlter Brennelemente in die Wiederaufarbeitungsanlage Sellafield der Behälter vom Typ CASTOR S1 zugelassen und die britische Zulassung für den Behälter Excellox 6 verkehrsrechtlich anerkannt.

Nach Erfüllung der Genehmigungsvoraussetzungen wurde im Zusammenhang mit den völkerrechtlichen Verpflichtungen, der Rücknahme der radioaktiven Abfälle aus Frankreich und Großbritannien keine Hindernisse entgegenzusetzen, im November 2000 die Beförderungsgenehmigung für den Rücktransport von 6 Behältern mit verglasten hochradioaktiven Abfällen aus der Wiederaufarbeitung, sog. HAW-Glaskokillen, in das Zwischenlager Gorleben erteilt.

Das BfS ist außerdem gemäß den gefahrgutrechtlichen Vorschriften für die Zulassung von so genannten Typ B-Transportbehältern (Typ B-Versandstücken) für radioaktive Stoffe und von Versandstücken für spaltbares Material sowie für die Anerkennungen ausländischer Versandstückzulassungen zuständig. 2000 wurden 43 Zulassungen und 14 Anerkennungen erteilt sowie 21 verkehrsrechtliche Beförderungsgenehmigungen ausgestellt.

## Zwischenlagerung von Kernbrennstoffen

Nach dem Einsatz in Reaktoren werden bestrahlte Brennelemente nach einer gewissen Mindestabklingzeit entweder zur Wiederaufarbeitung verbracht, oder sie müssen zur Vorbereitung der direkten Endlagerung weiter abklingen. Erst nach dieser Abklingzeit können die Brennelemente dann zur direkten Endlagerung abtransportiert werden.

Einrichtungen zu dieser Aufbewahrung vor der Endlagerung werden als Zwischenlager bezeichnet. Die Zwischenlagerung kann auf zwei Arten erfolgen, als Nasslagerung in zum Kraftwerk gehörenden Abkling- oder Lagerbecken oder als Trockenlagerung in dafür geeigneten Behältnissen. Seit Anfang der 80er Jahre wird in Deutschland das Konzept der trockenen Zwischenlagerung in Transport- und Lagerbehältern verfolgt. Aufgabe der Behälter ist zum einen der sichere Einschluss des radioaktiven Inventars für den gesamten Zeitraum der vorgesehenen Zwischenlagerung von bis zu 40 Jahren, zum anderen die Abschirmung der vom Inventar ausgehenden Gamma- und Neutronenstrahlung. Die weitere Abschirmung erfolgt durch das jeweilige Lagergebäude.

Das BfS ist die zuständige Genehmigungsbehörde für die Aufbewahrung von Kernbrennstoffen gemäß § 6 Atomgesetz. Dem BfS obliegt die Prüfung der Genehmigungsvoraussetzungen, d.h. insbesondere die Prüfung, ob die erforderliche Vorsorge gegen Schäden durch die Aufbewahrung gegeben ist, sowie die Erteilung der entsprechenden Aufbewahrungsgenehmigungen.

## Zentrale Lager für Kernbrennstoffe

In den 80er Jahren wurden als zentrale Lager das Transportbehälterlager (TBL) Ahaus in Nordrhein-Westfalen und das TBL Gorleben in Niedersachsen genehmigt und errichtet sowie in den neunziger Jahren in Betrieb genommen.

### Transportbehälterlager Ahaus

Im TBL Ahaus dürfen maximal 3960 Tonnen bestrahlter Brennelemente aus Leichtwasserreaktoren in CASTOR-Behältern auf 370 Stellplätzen gelagert werden. Darüber hinaus können Kugelbrennelemente des stillgelegten THTR-Reaktors in 305 kleinen CASTOR-Behältern auf den restlichen 50 Stellplätzen stehend aufbewahrt werden. Diese Regelung hat das BfS in einer umfassenden Neugenehmigung im November 1997 festgelegt. Weitere Änderungsanträge zum TBL Ahaus werden ebenfalls vom BfS bearbeitet.

Im Januar 2000 hat das BfS eine nachträgliche Auflage für das TBL Ahaus als Reaktion auf die bekannt gewordenen Kontaminationsereignisse erlassen. In dieser Auflage wird die Anwendung von sogenannten Masterablaufplänen vorgeschrieben, in denen der gesamte Ablauf vom Antransport des unbeladenen Behälters im jeweiligen Kraftwerk bis zum Aufstellen des beladenen Behälters im Zwischenlager festgelegt ist.

Im Mai 2000 hat das BfS die erste Änderungsgenehmigung zur Genehmigung des TBL Ahaus vom November 1997 erteilt. Mit dieser Änderungsgenehmigung wurde auch ein anderes Brennstoffinventar zugelassen. In den Behältern CASTOR V/19 SN06 dürfen künftig auch unterschiedliche BE-Typen aus zwei Reaktoren am gleichen Standort zusammen gelagert werden. Darüber hinaus wurde die maximale Wärmeleistung für die Bauarten CASTOR V/19 SN06 und CASTOR V/52 auf 25 bzw. 12 kW begrenzt, da eine Überprüfung der thermischen Ausdehnungskoeffizienten der verwendeten Moderatormaterialien notwendig wurde. Außerdem wurde das Beladeverfahren in den Kraftwerken zur Vermeidung von Wassereinschlüssen in der aluminiumummantelten Primärdeckeldichtung der CASTOR-Behälter geändert. Dieses geänderte Beladeverfahren führte im Laufe des Jahres 2000 in der praktischen Handhabung in den Kraftwerken



*Blick auf das Transportbehälterlager Ahaus*

zu Schwierigkeiten bezüglich der Erreichung der spezifizierten Dichtheit.

Daraufhin stellte der Hersteller einen Antrag für eine alternative Vorgehensweise unter dem Einsatz von silberummantelten Dichtungen.

Neben abgebrannten Brennelementen aus Leistungsreaktoren sollen im TBL Ahaus Brennelemente aus den Forschungsreaktoren Rossendorf und München aufbewahrt werden. Hierzu laufen entsprechende Genehmigungsverfahren.



*Blick auf das Transportbehälterlager Gorleben*

## Transportbehälterlager Gorleben

Im TBL Gorleben dürfen maximal 3800 Tonnen bestrahlter Brennelemente aus Leichtwasserreaktoren sowie HAW-Glaskokillen (verglaste hochradioaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung deutscher Brennelemente bei der COGEMA) in Behältern auf 420 Stellplätzen stehend aufbewahrt werden. Diese Festlegung wurde durch das Bundesamt in einer umfassenden Neugenehmigung im Juni 1995 getroffen. Weitere Änderungsanträge zum TBL Gorleben werden ebenfalls vom BfS bearbeitet.

Das BfS hat mehrere dieser Änderungsanträge in der ersten Änderungsgenehmigung zum TBL Gorleben im Dezember 2000 gemeinsam beschieden. Diese Änderungsgenehmigung ist eine wesentliche Voraussetzung für die Wiederaufnahme der Rückführung von HAW-Glaskokillen aus Frankreich.

Die Genehmigung betrifft u.a. die Änderung der technischen Annahmebedingungen für die Behälter und die Nutzung weiterer Behälterbauarten für bereits 1995 genehmigte Brennelement-Typen sowie Modifikationen dieser Brennelemente.

Die Änderungsgenehmigung erlaubt keine Erhöhung des bereits genehmigten Gesamtinventars an Kernbrennstoffen und auch keine Änderungen der wesentlichen Randbedingungen der Genehmigung von 1995, beispielsweise der Gesamtwärmeleistung, der Dosisleistung an den einzelnen Behältern oder der maximal zulässigen Dosis am Zaun des Geländes.

## Standortzwischenlager

### Forschungszentrum Jülich

Am Standort des ehemaligen Versuchsreaktors (AVR) des Forschungszentrums Jülich (FZJ: früher KFA Jülich; [www.kfa-juelich.de](http://www.kfa-juelich.de)) werden die Brennelemente dieses Reaktors in kleineren CASTOR-Behältern aufbewahrt. Diese Behälter sind jenen für die THTR-Brennelemente in Ahaus sehr ähnlich. Hierfür hat das BfS im Juni 1993 eine Genehmigung erteilt.

### Zwischenlager Nord (ZLN) in Rubenow

Das ZLN besteht aus einer achtschiffigen Halle und einem Eingangs- und Wartungsbereich für Behälter. Sieben Hallenbereiche dienen zur Aufnahme von schwach-



Blick auf das Zwischenlager Nord (ZLN)

und mittelradioaktiven Rückbauabfällen des KKW Greifswald. Im achten Bereich können maximal 585 Tonnen an bestrahlten Brennelementen aus dem KKW Greifswald und dem KKW Rheinsberg auf 80 Stellplätzen in Behältern der Bauart CASTOR 440/84 stehend aufbewahrt werden. Die Genehmigung zur Aufbewahrung bestrahlter Brennelemente hat das BfS im November 1999 erteilt.

### Zwischenlager Lingen (SZL)

Im Standort-Zwischenlager Lingen sollen die Brennelemente aus dem Kraftwerk Emsland aufbewahrt werden. Hierzu liegt der Antrag seit Ende 1998 beim BfS vor. Das SZL soll eine Halle mit Empfangs- und Wartungsbereich für die Behälter umfassen. Vorgesehen ist die Aufbewahrung von maximal 1500 Tonnen an bestrahlten Brennelementen in CASTOR-Behältern stehend auf 130 Stellplätzen. Das im Genehmigungsverfahren vorgesehene Verfahren zur Beteiligung der Öffentlichkeit wurde im Dezember 1999 durchgeführt.

Im August 2000 übermittelte das BfS dem Bauordnungsamt der Stadt Lingen als zuständige Baubehörde eine Stellungnahme zum Bauantrag. Diese erfolgte auf der Basis der vom Technischen Überwachungsverein Hannover/Sachsen-Anhalt e.V. (TÜV) im Auftrag des BfS vorgenommenen Begutachtung der für die Aufbewahrung bedeutsamen sicherheitstechnischen Aspekte im Baugenehmigungsverfahren. Die daraus resultierenden Anforderungen an Planung und Errichtung der Lagerhalle sind in der Stellungnahme des BfS enthalten. Unter Berücksichtigung dieser Forderungen bestehen nach dem Stand des Verfahrens keine Einwände hinsichtlich der vorgesehenen späteren Nutzung.



Hier entsteht das Standortzwischenlager Lingen (Februar 2001)

Nach dem Vorliegen der BfS-Stellungnahme und der sie berücksichtigenden Baugenehmigung durch die Stadt Lingen konnten die Arbeiten zur Errichtung beginnen. Ende Dezember 2000 war die Bodenplatte des SZL fertiggestellt. Die weitere Errichtung wird parallel zum weiterlaufenden § 6 AtG-Genehmigungsverfahren erfolgen.

## Neue Genehmigungsanträge für dezentrale Zwischenlager

### Ansprechpartner:

Dr. Bruno Thomauske (0 53 41/8 85-5 00)

Die Energieversorgungsunternehmen (EVU) haben in der Zeit von November 1999 bis Ende 2000 weitere sieben Anträge auf Erteilung einer Genehmigung nach § 6 Atomgesetz (AtG) zur vorübergehenden Aufbewahrung abgebrannter Brennelemente in dezentralen Zwischen- und Interimslagern beim Bundesamt für Strahlenschutz eingereicht. Damit wurden schon vor der Paraphierung der Vereinbarung zwischen Bundesregierung und Energieversorgungsunternehmen vom 14.06.2000 die meisten Anträge zur Umsetzung des Konzepts der dezentralen Zwischenlagerung gestellt. Beantragt ist die Zwischenlagerung in 11 Lagerhallen, einem Tunnel-system und in 5 Interimslagern an 12 Atomkraftwerksstandorten in 5 Bundesländern (siehe Tabelle auf Seite 42).

Bereits im Dezember 1998 wurde beim BfS – wie oben dargestellt - der Antrag für das Standortzwischenlager Lingen eingereicht. Damit liegen für alle Standorte von Atomkraftwerken außer Mülheim-Kärlich und Obrigheim Anträge für standortnahe Zwischenlager vor.

In Obrigheim und Lubmin/Greifswald sind seit 1999 zwei dezentrale Zwischenlager in Betrieb, ein Nasslager am Standort Obrigheim (Genehmigung nach § 7 AtG durch die zuständige Landesbehörde Baden-Württemberg) sowie das Zwischenlager Nord am Standort Lubmin/Greifswald

(Genehmigung nach § 6 AtG).

Für die Standorte Neckarwestheim, Philippsburg, Brunsbüttel, Krümmel und Biblis wurde zusätzlich zu dem jeweiligen Standortlager ein Interimslager beantragt, das vorlaufend in Betrieb genommen werden soll und der zeitlichen Überbrückung bis zur Inbetriebnahme des eigentlichen Standortzwischenlagers dient.

Die Genehmigungsanträge lassen sich technisch in drei Grundkonzepte gliedern:

### Hallenbauweise in den Varianten

- „Steag-Konzept“ (Halle in Anlehnung an das geplante Standortzwischenlager Lingen, Merkmal: dicke Betonstrukturen, Wandstärke ca. 1,2 m, Deckenstärke ca. 1,3 m),
- „WTI/GNS-Konzept“ (Halle in Anlehnung an die Zwischenlager in Gorleben, Ahaus und Lubmin, Wandstärke ca. 70 cm bzw. ca. 85 cm, Deckenstärke ca. 55 cm),

### Tunnelkonzept

- Am Standort Neckarwestheim ist die Lagerung in zwei mit Spritzbeton ausgekleideten Tunnelröhren vorgesehen. Diese unterirdische Lagervariante wurde aufgrund der örtlichen Gegebenheiten gewählt.

### Interimslager

- In Interimslagern erfolgt die Lagerung der Behälter auf einem Stellplatz mit einer Umhausung aus Stahlbeton um jeden Behälter. Im Unterschied zur Lagerung in aufrecht stehenden Behältern in Zwischenlagerhallen ist für Interimslager eine horizontale Behälterlagerung beantragt.

Alle Konzepte sehen die trockene Lagerung der abgebrannten Brennelemente in Transport- und Lagerbehältern (z.B. der Bauart CASTOR) vor.

### Einrichtung der Projektgruppe GZ

Um eine effiziente und parallele Bearbeitung der hohen Anzahl von Genehmigungsanträgen sicherzustellen, hat das BfS die Projektgruppe „Genehmigung von dezentralen Zwischenlagern nach § 6 AtG“ (GZ) eingerichtet. Durch eine entsprechende personelle Ausstattung der Projektgruppe und den Einsatz geeigneter

Kernkraftwerk Bundesland	Zwischenlagerkonzept Baukörper	Masse SM [Mg]	Aktivität [Bq]	Wärmeleistung [MW]	Stellplätze für Behälter
Biblis Hessen	Dezentrales Zwischenlager Lagerhalle	1.600	$8,5 \times 10^{19}$	6,3	135
	Interimslager Mobile Umhausungen	300	$7,6 \times 10^{18}$	0,7	28
Brokdorf Schleswig-Holstein	Standortzwischenlager Lagerhalle	1.200	$1 \times 10^{20}$	4,0	100
Brunsbüttel Schleswig-Holstein	Standortzwischenlager Lagerhalle	1.500	$2 \times 10^{20}$	6	150
	Interimslager Mobile Umhausungen	140	$1,6 \times 10^{19}$	0,67	18
Grafenrheinfeld Bayern	Standortzwischenlager Lagerhalle	1.050	$5 \times 10^{19}$	3,9	88
Grohnde Niedersachsen	Standortzwischenlager Lagerhalle	1.200	$1 \times 10^{20}$	4,0	100
Gundremmingen Bayern	Standortzwischenlager Lagerhalle	2.250	$2,7 \times 10^{20}$	7,4	192
Isar Bayern	Standortzwischenlager Lagerhalle	1.800	$2 \times 10^{20}$	6,4	152
Krümmel Schleswig-Holstein	Standortzwischenlager Lagerhalle	1.500	$2 \times 10^{20}$	6	150
	Interimslager Mobile Umhausungen	120	$1,5 \times 10^{19}$	0,48	12
Lingen (Emsland) Niedersachsen	Standortzwischenlager Lagerhalle	1.500	$1 \times 10^{20}$	5	130
Neckarwestheim Baden-Württemberg	Standortzwischenlager Tunnel	1.600	$1 \times 10^{20}$	3,5	169
	Interimslager Mobile Umhausungen	250	$1,5 \times 10^{19}$	0,95	24
Philippsburg Baden-Württemberg	Standortzwischenlager Lagerhalle	1.800	$2 \times 10^{20}$	6,4	152
	Interimslager Mobile Umhausungen	260	$3 \times 10^{19}$	0,96	24
Stade Niedersachsen	Standortzwischenlager Lagerhalle	300	$4 \times 10^{19}$	2,5	80
Unterweser Niedersachsen	Standortzwischenlager Lagerhalle	1.000	$8 \times 10^{19}$	3,2	80

Genehmigungsanträge für dezentrale Zwischenlager/Interimslager (Stand: 05/2001)

Verfahrensschritte, straffer Abläufe und leistungsfähiger Managementsysteme hat das BfS die Voraussetzungen für eine zügige und zweckmäßige Bearbeitung der Genehmigungsanträge geschaffen. Die Projektgruppe hat ihre Arbeit im Februar 2000 aufgenommen.

### Konzept der dezentralen Zwischenlagerung

Aus den 19 deutschen Atomkraftwerken werden derzeit jährlich ca. 470 t bestrahlter Brennelemente entladen. Diese werden zunächst in kraftwerksinternen wassergefüllten Abklingbecken gelagert. Daran schließt sich entweder die Wiederaufarbeitung oder die Zwischenlagerung als Teil des Weges zur direkten Endlagerung an.

Die Bundesregierung verfolgt das Ziel, Transporte auf das erforderliche Minimum zu reduzieren und die Wiederaufarbeitung bestrahlter Brennelemente frühzeitig zu beenden. Die dezentrale und standortnahe Zwischenlagerung ist Teil der direkten Endlagerung ohne Wiederaufarbeitung. Die Lagerung der radioaktiven Abfälle an ihrem Entstehungsort oder in dessen Nähe trägt erheblich zu einer Verringerung des Transportaufkommens bei.

Als Element des neuen Entsorgungskonzeptes der Bundesregierung dient die dezentrale Zwischenlagerung außerdem der Überbrückung des Zeitraums bis etwa 2030, wenn ein nationales Endlager zur Verfügung steht.

In der Vereinbarung vom 14.06.2000 haben sich die Bundesregierung und die Energiewirtschaft darauf verständigt, so zügig wie möglich Zwischenlager an den Standorten der Kraftwerke oder in deren Nähe zu errichten sowie gemeinsam nach Möglichkeiten zu suchen, vorläufige Lagermöglichkeiten an den Standorten vor Inbetriebnahme der Zwischenlager zu schaffen. Beide Seiten gehen davon aus, dass die Zwischenlager in etwa fünf Jahren betriebsbereit sind. Bis dahin sollen bei Bedarf vorläufige Lagermöglichkeiten in Form von Interimslagern genutzt werden.

Wesentliches Merkmal der Zwischenlagerung ist ihre zeitliche Befristung. Standortnahe Zwischenlager sind ausschließlich für abgebrannte Brennelemente aus dem benachbarten Atomkraftwerk bestimmt. Eine Einlagerung von Brennelementen aus anderen Anlagen oder von hochradioaktiven Abfällen aus der Wiederaufarbeitung ist nicht vorgesehen. Eine Ausnahme bildet der Antrag für das dezentrale Zwischenlager Biblis, das neben Brennelementen aus Biblis ggf. auch Brennelemente aus dem stillgelegten Kernkraftwerk Mülheim-Kärlich aufnehmen soll.

### Stand der Verfahren

Die Projektgruppe bearbeitet die siebzehn Genehmigungsverfahren weitgehend parallel. Unterschiedliche

Verfahrensstände und -fortschritte ergeben sich in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der Antragstellung sowie vom Zeitpunkt und der Qualität der von den Antragstellern eingereichten Unterlagen. Außer den Unterlagen für das Öffentlichkeitsbeteiligungsverfahren (Antrag, Sicherheitsbericht, Kurzbeschreibung, Unterlage zur Umweltverträglichkeitsprüfung) sind für die Prüfung der Genehmigungsvoraussetzungen auch weitere Genehmigungs- und Prüfunterlagen vorzulegen.

Neben der atomrechtlichen Genehmigung ist für Zwischenlager auch eine Baugenehmigung entsprechend der jeweiligen Landesbauordnung erforderlich.

### Öffentlichkeitsbeteiligungsverfahren

Gemäß Atomrechtlicher Verfahrensverordnung (AtVfV) ist für Genehmigungsverfahren zur Zwischenlagerung von Kernbrennstoffen in Form bestrahlter Brennelemente eine Öffentlichkeitsbeteiligung mit Unterlagenauslegung und Erörterung der Einwendungen vorgeschrieben.

Ende 2000 waren die Verfahren für die Interimslager an den Standorten Neckarwestheim und Philippsburg am weitesten fortgeschritten. Die Erörterungstermine fanden im Oktober 2000 in Neckarwestheim und im November 2000 in Philippsburg statt. Sie verliefen in sachlicher Atmosphäre und wurden nach 3 Erörterungstagen in Neckarwestheim und 4 Erörterungstagen in Philippsburg ordnungsgemäß beendet.

Zentrale Themen der Verhandlungen waren neben Verfahrensfragen

- die erforderliche Vorsorge gegen Schäden durch die beantragte Zwischenlagerung,
- die Umweltverträglichkeitsprüfung,
- das Bedürfnis für die beantragte Zwischenlagerung
- sowie die Zuverlässigkeit und Fachkunde der Antragsteller.

Außerdem wurden Punkte behandelt, die nicht Gegenstand des Verfahrens sind, wie z.B. Transporte, Entsorgungskonzept und Schutz vor der Wirkung ionisierender Strahlung sowie Niedrigstrahlung.

Seitens der Einwender wurde kritisiert, dass der Ausgang der Verfahren bereits feststehe, da vor dem Hintergrund des Atomkonsenses eine neutrale Beurteilung durch das BfS nicht mehr möglich sei und dass die Zwischenlager zu Endlagern werden können. Außerdem wurde wiederholt die Sicherheit und Dichtigkeit der Castor-Behälter, speziell auch im Hinblick auf Störfälle, angezweifelt.



*Genehmigungsbehörde, Antragsteller und Einwender (v.o.n.u.) beim atomrechtlichen Erörterungstermin für das Interimslager Neckarwestheim (05.10.-07.10.2000)*

Die Projektgruppe hat aufgrund der von den Antragstellern vorgelegten Terminpläne eine Ablaufplanung für die Öffentlichkeitsbeteiligung erstellt. Das Konzept sieht eine blockweise Bearbeitung mit zeitgleicher Auslegung und eine gestaffelte Durchführung von Erörterungsterminen vor.

#### **Prüfung der Genehmigungsvoraussetzungen**

Parallel zu den Öffentlichkeitsbeteiligungsverfahren führt die Projektgruppe für sämtliche Verfahren die Prüfung der Genehmigungsvoraussetzungen unter Hinzuziehung von Gutachtern und Fachexperten durch. Für übergeordnete Belange und Fragen kommt ein Begutachtungskonzept mit verfahrensübergreifenden Aufgabenkomplexen (Konvoi-Begutachtung) zum Einsatz.

Der Verlauf der Prüfung ist maßgeblich vom Zeitpunkt der Vorlage von prüffähigen Genehmigungs- und Prüfunterlagen durch den Antragsteller abhängig.

Hierbei hat die Gewährleistung der Sicherheit der Anlagen Vorrang vor anderen Erwägungen.

#### **Erarbeitung der Genehmigungsbescheide**

Die Erarbeitung der Genehmigungsbescheide wird erst nach Vorliegen der wesentlichen Prüfergebnisse im Rahmen des Genehmigungsverfahrens durchgeführt.

Für die Erarbeitung der Genehmigungsbescheide ist zunächst eine einheitliche Strukturierung und Einteilung in konstante (d.h. für sämtliche Verfahren identische) und variable (d.h. je nach Verfahren unterschiedliche) Inhalte bzw. Textblöcke festgelegt worden.

#### **Ausblick**

Das BfS hat mit der Einrichtung der Projektgruppe im Februar 2000 die Voraussetzungen für eine parallele und zügige Bearbeitung der Genehmigungsanträge geschaffen.

# Die Störfallmeldestelle des Bundesamtes für Strahlenschutz

**Ansprechpartner:** Matthias Reiner (0 53 41/8 85-8 80)

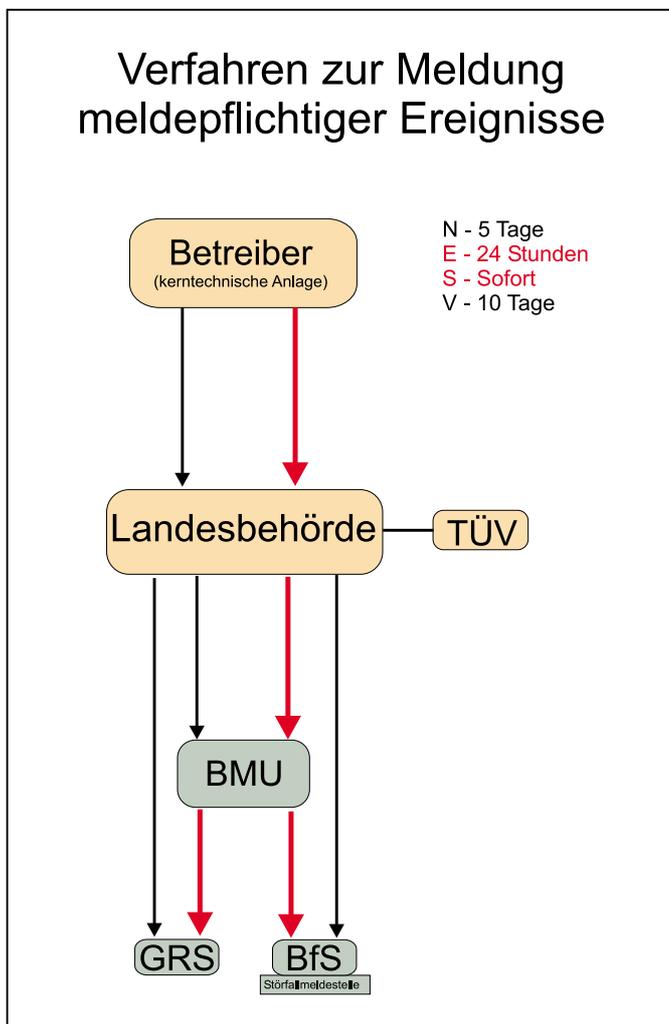
Atomkraftwerke und andere kerntechnische Anlagen sind komplexe, aus vielen Einzelkomponenten zusammengesetzte technische Systeme. Fehlfunktionen oder Versagen einzelner Komponenten, Fehlhandlungen des Personals sind bei solchen Anlagen nicht gänzlich auszuschließen. Jede Abweichung vom normalen Betrieb, die für die Sicherheit von Bedeutung sein kann, ist meldepflichtig. Der Anlagenbetreiber ist verpflichtet, diese Abweichung als meldepflichtiges Ereignis direkt an die zuständige Aufsichtsbehörde zu melden. Von den Aufsichtsbehörden werden die Meldungen über meldepflichtige Ereignisse an die Störfallmeldestelle des BfS sowie an die GRS und das BMU weitergeleitet.

Die Meldung der meldepflichtigen Ereignisse aus Anlagen zur Spaltung von Kernbrennstoffen (Atomkraftwerke und Forschungsreaktoren) und den Anlagen des Kernbrennstoffkreislaufes erfolgt nach den in der Atomrecht-

lichen Sicherheitsbeauftragten- und Meldeverordnung (AtSMV) festgelegten Kriterien und Meldekategorien. Es gibt vier Meldekategorien, wobei sich die Zuordnung zur Meldekategorie nach der Dringlichkeit richtet, mit der die zuständige Aufsichtsbehörde über das Ereignis informiert werden muss, um gegebenenfalls rechtzeitig Maßnahmen ergreifen zu können:

- Kategorie S:** Sofortmeldung – Meldefrist: unverzüglich
- Kategorie E:** Eilmeldung – Meldefrist: innerhalb von 24 Stunden
- Kategorie N:** Normalmeldung – Meldefrist: innerhalb von 5 Tagen
- Kategorie V:** Vor Beladung des Reaktors mit Brennelementen – Meldefrist: innerhalb von 10 Tagen

Jedes meldepflichtige Ereignis wird von der Störfallmeldestelle ausgewertet, die in verschiedenen Berichten darüber informiert. Diese Berichte sind von der Internet-Homepage des BfS abrufbar ([www.bfs.de](http://www.bfs.de)).

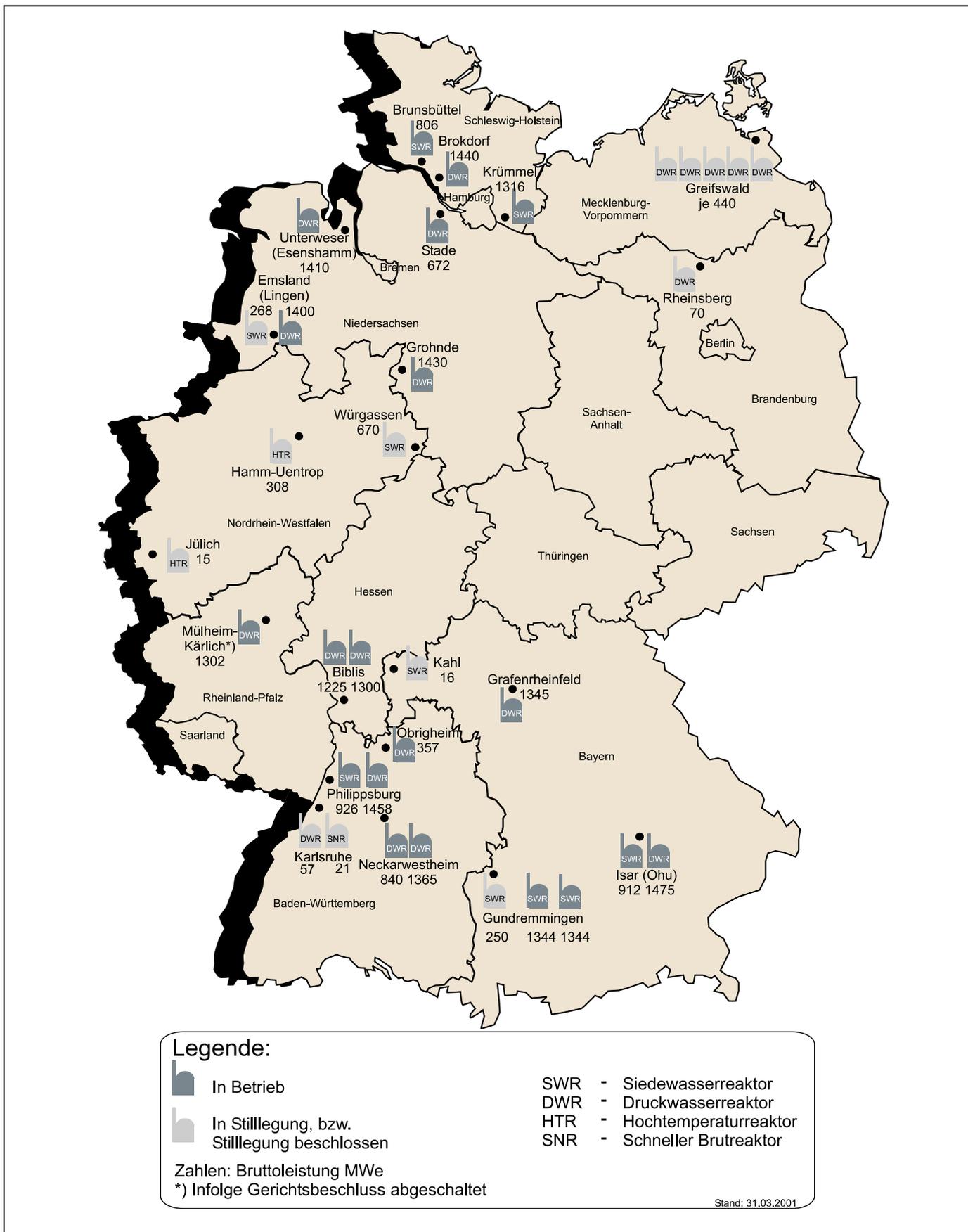


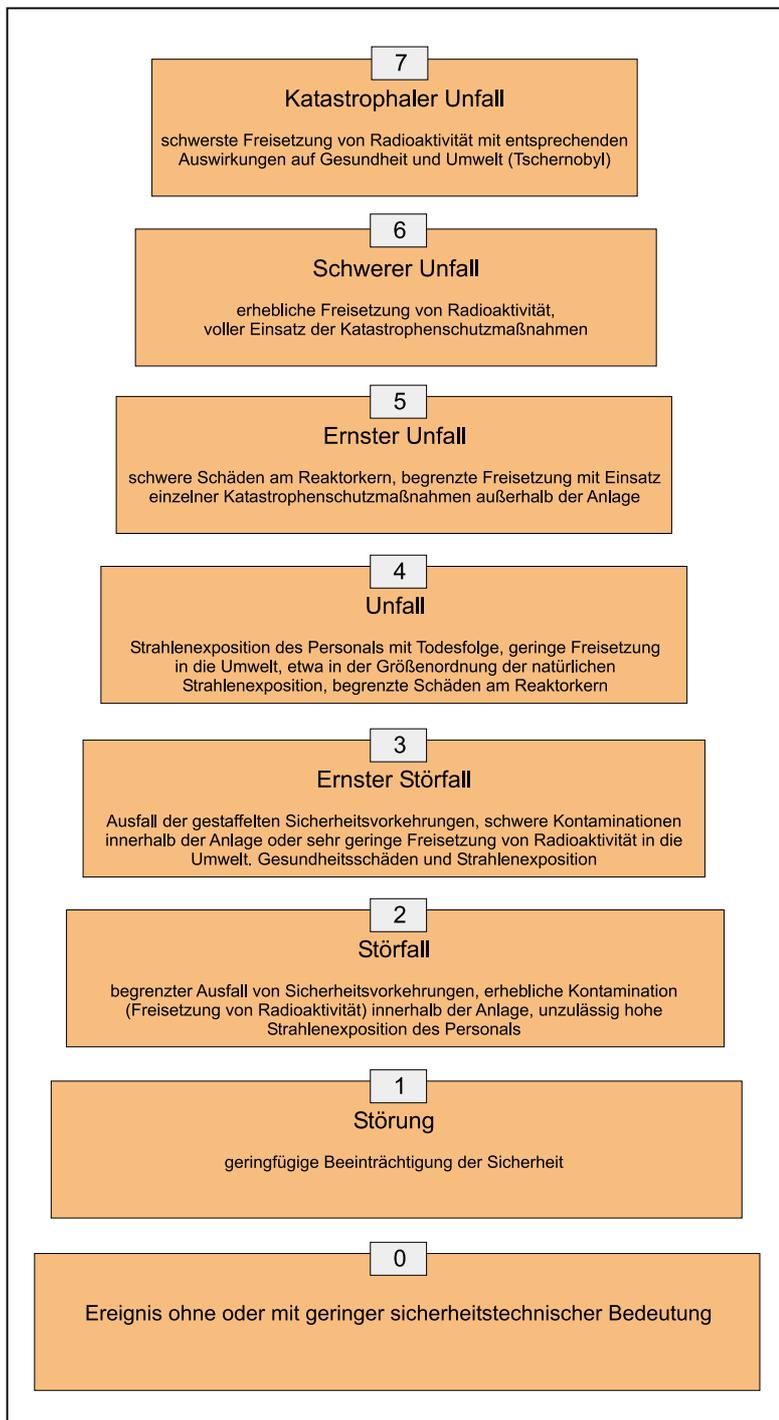
Nationales Meldeverfahren zur Erfassung meldepflichtiger Ereignisse in kerntechnischen Anlagen der Bundesrepublik

Für das Jahr 2000 wurden 94 Ereignisse aus deutschen Atomkraftwerken (Übersichtskarte Seite 46) gemeldet. Zwei Ereignisse wurden der Kategorie „E“ zugeordnet. Diese traten in dem in Stilllegung befindlichen Kernkraftwerk Greifswald und im Kernkraftwerk Biblis auf. Im Kernkraftwerk Greifswald wurden in einer Schrottlieferung aus der Anlage radioaktive Verunreinigungen festgestellt, die die nach der Strahlenschutzverordnung geltende Freigrenze überschritten hatten. Im Block B des Kernkraftwerkes Biblis versagte eine Umschaltung bei einer wiederkehrenden Prüfung im Notstandssystem. Bei beiden Ereignissen waren relevante Schäden für Personen und die Umwelt nicht zu verzeichnen. Alle anderen Ereignisse des Jahres 2000 wurden in der Kategorie „N“ gemeldet.

Neben dem behördlichen deutschen Meldeverfahren nach AtSMV erfolgt die Einstufung der meldepflichtigen Ereignisse nach der internationalen Bewertungsskala INES - International Nuclear Event Scale. Die Einstufung der meldepflichtigen Ereignisse anhand der international einheitlichen Bewertungsskala soll eine rasche Information der Öffentlichkeit ermöglichen. Ziel der Einstufung mit der INES-Skala ist die Darstellung der tatsächlichen sicherheitstechnischen oder radiologischen Bedeutung eines meldepflichtigen Ereignisses.

Von den im Jahre 2000 von deutschen Atomkraftwerken gemeldeten 94 Ereignissen wurden drei Ereignisse in die INES-Stufe 1 (betriebliche Störung, keine radiologische Bedeutung) eingeordnet. Im Kernkraftwerk Neckarwestheim 1 wurden durch einen Fehler bei der Softwarebearbeitung Begrenzungseinrichtungen derart gestört, dass





Internationale Bewertungsskala für Ereignisse in kerntechnischen Einrichtungen (Quelle: GRS)

eine Begrenzungsfunktion (Steuerstabeinwurf) ausgefallen war. Im Kernkraftwerk Grafenrheinfeld wurden Beläge in den Steuerventilen der Druckhalter-Sicherheitsventile festgestellt, wobei jedoch trotz der festgestellten

Befunde beide Druckhalter-Sicherheitsventile im Anforderungsfall mit der vorgegebenen Ansprechtoleranz geöffnet hätten. Im Kernkraftwerk Neckarwestheim 2 riss bei der wiederkehrenden Prüfung der Transporttraverse für den Reaktordruckbehälterdeckel ein Anschlagseil. Eine Freisetzung von radioaktiven Stoffen oder sonstige Schäden für Personen und die Umwelt waren mit den drei Ereignissen nicht verbunden. Alle anderen Ereignisse wurden der Stufe 0 (keine oder sehr geringe unmittelbare sicherheitstechnische bzw. keine radiologische Bedeutung) zugeordnet.

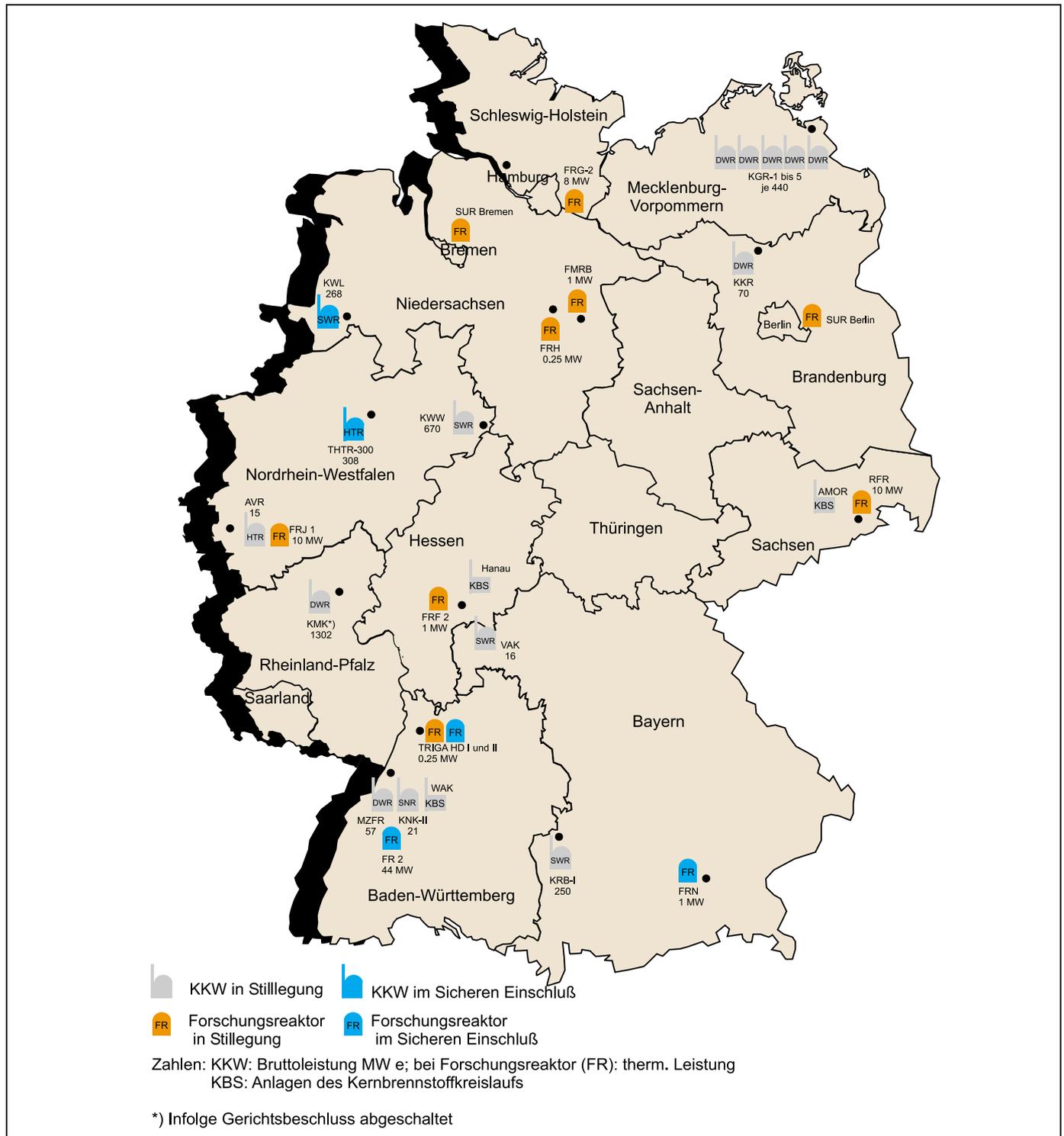
Neben den Ereignissen aus den deutschen Atomkraftwerken wurden von der Störfallmeldestelle ebenfalls die meldepflichtigen Ereignisse aus den Forschungsreaktoren und den Anlagen zur Kernbrennstoff-Versorgung und -Entsorgung (Urananreicherung, Brennelementfertigung, Zwischenlagerung und Wiederaufarbeitung) in der Bundesrepublik Deutschland erfasst. So wurden im Jahre 2000 aus den deutschen Forschungsreaktoren mit mehr als 50 kW thermischer Dauerleistung 17 meldepflichtige Ereignisse gemeldet. Alle 17 Ereignisse wurden in der Kategorie „N“ (Normalmeldung) gemeldet und in die INES-Stufe 0 eingeordnet. Freisetzungen bzw. Abgaben radioaktiver Stoffe oberhalb genehmigter Grenzwerte traten nicht auf, eine Gefährdung der Umgebung war in keinem Fall gegeben. Aus den deutschen Anlagen zur Kernbrennstoffver- und entsorgung (Brennelementfertigungsanlage Lingen, Urananreicherungsanlage Gronau, den Brennelement-Zwischenlagern Jülich, Ahaus und Greifswald/Lubmin, sowie den stillgelegten Anlagen der Wiederaufarbeitung in Karlsruhe bzw. zur Brennelementfertigung für die Isotopenproduktion in Rossendorf) wurden im Jahr 2000 insgesamt 49 Ereignisse erfasst. Alle 49 Ereignisse wurden in der niedrigsten Meldekategorie (Kategorie N) gemeldet und in die INES-Stufe 0 (keine oder sehr geringe sicherheitstechnische Bedeutung bzw. keine radiologische Bedeutung im Sinne der Skala) eingeordnet. Bei keinem der Ereignisse waren Freisetzungen bzw. Abgaben radioaktiver Stoffe oberhalb genehmigter Höchstwerte für Fortluft und Abwasser zu verzeichnen, eine Gefährdung der Umgebung war in keinem Fall gegeben.

# Stilllegung kerntechnischer Anlagen

**Ansprechpartner:** Elmar Spoden (0 30/5 09 22-8 22)

In Deutschland gibt es eine Vielzahl nuklearer Anlagen, die am Ende ihrer Betriebszeit oder aus anderen Gründen stillgelegt und abgebaut werden. Mit den energiepolitischen Vorgaben der Bundesregierung kommt der Stilllegung von Leistungsreaktoren zunehmende Bedeutung

zu. Daneben werden in den nächsten Jahren viele Forschungsreaktoren stillgelegt. Bei älteren Leistungsreaktoren wird allein schon aus wirtschaftlichen Gründen ebenfalls mit einer Reihe von Stilllegungen gerechnet. Eine geographische Übersicht über die in Deutschland in der Stilllegung befindlichen kerntechnischen Anlagen gibt die folgende Abbildung.



Die folgenden Tabellen geben die Anzahl der Reaktoranlagen in Deutschland und international an und zeigen die Stilllegungssituation auf.

	in Betrieb	in Stilllegung	Stilllegung beendet	sicherer Einschluss
Prototyp- und Leistungsreaktoren	19	15	2	2
Forschungsreaktoren	13	9	20	3

Reaktoren in Deutschland (Informationsstand Oktober 2000)

Zusätzlich gibt es in Deutschland weitere 29 sonstige kerntechnische Anlagen (z. B. aus dem Bereich der Kernbrennstoffversorgung und –entsorgung sowie der Forschung), von denen sich 9 in Stilllegung befinden.

Anlagen in 38 Ländern (ohne Deutschland)	in Betrieb	in Stilllegung	Stilllegung beendet	sicherer Einschluss
Prototyp- und Leistungsreaktoren	437	66	5	26
Forschungsreaktoren	253	137	85	keine Inform.

Reaktoren international (Informationsstand 1999)

Es ist bekannt, dass sich international 35 sonstige kerntechnische Anlagen in Stilllegung befinden.

Normalerweise werden kerntechnische Anlagen mit dem Erreichen ihres Betriebsendes stillgelegt und abgebaut. Zum Beispiel sind weltweit Anlagen aber auch aus folgenden Gründen stillgelegt worden:

- Unfälle (z. B. Tschernobyl, Harrisburg),
- Anlagen sind veraltet oder Zielsetzung der Anlage ist erreicht,
- Beendigung einer Baulinie,
- Wirtschaftlichkeit (Liberalisierung des Strommarktes),
- politische Vorgaben.

Bei der Entscheidung über eine Stilllegungsstrategie (sicherer Einschluss oder direkter Abbau) sind unterschiedliche Argumente gegeneinander abzuwägen. Dabei sprechen bei den heutigen Randbedingungen in Deutschland folgende Argumente für einen direkten Abbau kerntechnischer Anlagen:

- Anlagenkundiges Personal mit entsprechender Fachkunde ist vorhanden.

- Betriebsfähige Hilfsanlagen sind vorhanden (z. B. Hebezeuge, Lüftungstechnische Einrichtungen, Elektrotechnik, Strahlenschutz-ausrüstung etc.).
- Betreiber und finanzielle Mittel sind vorhanden.

Beim Abbau von Nuklearanlagen ist insbesondere der Strahlenschutz zu gewährleisten. Die zulässige Strahlenexposition ist in der Strahlenschutzverordnung geregelt. Erfahrungen mit der Stilllegung von Nuklearanlagen zeigen, dass die Personendosis des Betriebspersonals, gemittelt über die letzten 10 Jahre, bei etwa 0,5 mSv ( $\pm 0.2$  mSv) lag. In Einzelfällen gab es auch höhere Dosen (1998 z.B. 13,3 mSv/a).

Derartige Strahlenexpositionen kommen durch geplante Arbeiten an höher aktiven Stellen in der Anlage zustande. Sie liegen aber unterhalb des im Jahr 2000 noch geltenden, gesetzlich festgelegten Grenzwertes von 50 mSv/a.

Bei der Stilllegung kerntechnischer Anlagen fallen Reststoffe an, die auf ihre Wiederverwertbarkeit oder auf die Möglichkeit ihrer Entlassung aus der Überwachung nach dem Atomgesetz (Freigabe) geprüft werden. Materialien, die nicht wiederverwertet oder freigegeben werden können, sind als radioaktive Abfälle geordnet zu beseitigen. Die bisherigen Erfahrungen bei der Stilllegung zeigen, dass weniger als 5% der Gesamtabbaumasse als radioaktiver Abfall endgelagert werden muss. Die Mengen radioaktiver Abfälle sind von der Art der kerntechnischen Anlage abhängig. Sie können bei Forschungsreaktoren ohne nennenswerte thermische Leistung einige Kilogramm betragen oder aber über 10.000 m<sup>3</sup> Abfallgebinderolumen bei Großprojekten wie der Stilllegung der Reaktoren der EWN (Energiewerke Nord) am Standort Greifswald liegen. Das Abfallgebinderolumen aus der Stilllegung aller kerntechnischen Anlagen in Deutschland wird heute auf etwa 174.000 m<sup>3</sup> geschätzt. Bei einer prognostizierten Gesamtabfallmenge von etwa 313.000 m<sup>3</sup> halten sich die Betriebs- und Stilllegungsabfälle in etwa die Waage. Da ein Endlager in Deutschland nicht zur Verfügung steht, müssen alle radioaktiven Abfälle zwischengelagert werden. Die insgesamt vorhandene Zwischenlagerkapazität für radioaktive Abfälle in Deutschland beträgt ca. 360.000 m<sup>3</sup>. Aufgrund von Beschränkungen im Rahmen der Genehmigungen von Zwischenlagern können zum Teil nur Abfälle bestimmter Bundesländer gelagert werden (z. B. in Mitterteich nur Abfälle aus Bayern). Unter diesen Bedingungen sind die vorhandenen Zwischenlagerkapazitäten zwar rein rechnerisch ausreichend jedoch nicht in jedem Fall abschöpfbar.

Die Finanzierung der Stilllegung kommerzieller kerntechnischer Anlagen ist in Deutschland durch gesetzliche Bestimmungen dahingehend geregelt, dass während der

Betriebszeit Rückstellungen für die Stilllegung und Abfallentsorgung gebildet werden müssen. Bei staatlichen Betreibern, insbesondere Forschungseinrichtungen, werden die notwendigen Finanzmittel für die Stilllegung und Abfallentsorgung über öffentliche Haushalte bereitgestellt.

Die Kosten für die Stilllegung von Leistungsreaktoren sind von der Anlagengröße abhängig. Gegenwärtig werden die Stilllegungskosten für den Block A des Reaktors in Gundremmingen (250 MW) auf etwa 250 Mio. DM geschätzt. Für Reaktoren der 1300-MW-Klasse wird abgeschätzt, dass die Stilllegungskosten größenordnungsmäßig 10% der Errichtungskosten, d.h. ca. 520 Mio. DM für einen Druckwasserreaktor bzw. 600 Mio. DM

für einen Siedewasserreaktor betragen. Die höheren Kosten bei Siedewasserreaktoren sind darauf zurückzuführen, dass der radioaktiv kontaminierte und aktivierte Kühlmittelkreislauf des Reaktors, im Gegensatz zum Druckwasserreaktor, auch die Turbine mit einschließt.

Die seit etwa 20 Jahren gesammelten Erfahrungen mit der Stilllegung kerntechnischer Anlagen in Deutschland haben gezeigt, dass alle notwendigen technischen und verwaltungsmäßigen Instrumentarien erarbeitet worden sind, um unter der Voraussetzung der Einhaltung der gesetzlichen Regelungen die Stilllegung kerntechnischer Anlagen ohne Gefahr für Mensch und Umwelt durchführen zu können.

## Weitere Aufgabengebiete des BfS – Spezielle Fragestellungen

### Dosis für das ungeborene Leben auf Grund von Aktivitätszufuhr durch die Mutter

#### Ansprechpartner:

Dr. Dietmar Noßke (0 89/3 16 03-2 74)

Nach der neuen Strahlenschutzverordnung beträgt der Grenzwert für die Körperdosis für ein ungeborenes Kind, das aufgrund der Beschäftigung der Mutter einer Strahlenexposition ausgesetzt ist, vom Zeitpunkt der Mitteilung der Schwangerschaft bis zu deren Ende 1 mSv. Während eine Dosis durch externe Strahlenexposition vermieden werden kann, wenn die entsprechende Tätigkeit eingestellt wird, ist bei interner Strahlenexposition, also z.B. nach Inhalation von Radionukliden, auch nach Beendigung der Tätigkeit noch Radioaktivität im Körper der Mutter vorhanden, welche weiterhin eine Dosis verursacht und dadurch das ungeborene Kind belastet. Es muss daher überprüft werden, ob der Strahlenschutz für berufstätige Frauen ausreicht, um das ungeborene Leben im geforderten Umfang zu schützen.

Bislang gibt es noch keine allgemein anerkannten Modelle zur Berechnung der Dosis für das ungeborene Leben auf Grund einer Aktivitätszufuhr durch die Mutter. Es werden allerdings von der Internationalen Strahlenschutzkommission (ICRP; [www.icrp.org](http://www.icrp.org)) zur Zeit solche Modelle entwickelt und entsprechende Umrechnungsfaktoren ermittelt, mit denen man aus der von der Mutter inkorporierten Aktivität die Dosis für das ungeborene Leben abschätzen kann.

Um die Dosis bei interner Strahlenexposition zu berechnen, benötigt man Modelle, wie sich die radioaktiven Substanzen im Körper verteilen und wie lange sie in den verschiedenen Körperbereichen verbleiben, bevor sie wieder ausgeschieden werden. In den ersten 8 Schwangerschaftswochen haben sich bei dem Ungeborenen noch keine Organe gebildet und es wird noch keine spezifische Anreicherung der radioaktiven Substanz im Embryo angenommen. Deshalb wird für diesen Zeitraum die Dosis für das Ungeborene, das erst wenige Gramm wiegt, mit der Dosis für die Gebärmutter der Schwangeren gleichgesetzt.

In den späteren Entwicklungsphasen des Ungeborenen kann ein Transport der radioaktiven Substanz durch die Plazenta hindurch ins Ungeborene stattfinden. Für Iod, das sich insbesondere in der Schilddrüse anreichert, und für die Erdalkalimetalle Kalzium, Strontium, Barium und Radium, die sich insbesondere im Skelett anreichern, liegen Kenntnisse vor, die die Entwicklung entsprechender Modelle ermöglichen. Für die Nuklide anderer Elemente werden einfachere Modellannahmen getroffen. Diese se-

hen ein konstantes Verhältnis der Aktivitätskonzentration in Fetus und Mutter bzw. in Plazenta und Mutter vor. Dieses Aktivitätskonzentrationsverhältnis liegt je nach Nuklid zwischen 0,01 und 2 für Fetus / Mutter und zwischen 0,1 und 5 für Plazenta / Mutter. Für die Verteilung der radioaktiven Substanz innerhalb des Fetus wird angenommen, dass diese ähnlich ist wie beim Baby im ersten Lebensjahr.

Aus der Verweildauer der radioaktiven Substanz in den verschiedenen Körperbereichen wird die Dosis in den benachbarten Organen und Geweben berechnet. In der internen Dosimetrie benutzt man dazu „mathematische Phantome“, die die Größe, Form und Lage der Organe im Menschen geometrisch beschreiben. Um Dosisberechnungen für das ungeborene Leben vornehmen zu können, wurden entsprechende Phantome auch für die Schwangere (im 3., 6. bzw. 9. Monat) sowie für den Fetus von der 8. Schwangerschaftswoche an bis zur Geburt entwickelt. Bei den Berechnungen wird berücksichtigt, dass sich diese Geometrien ständig verändern, wobei insbesondere die Größe und Masse des Fetus stark ansteigen.

Das BfS ist an der Entwicklung dieser Modelle beteiligt. Die Modelle wurden in das BfS-Dosisberechnungsprogramm DOSAGE auf dem Zentralrechner des BfS implementiert, was insbesondere für die Modelle, die auf Aktivitätskonzentrationsverhältnissen basieren, umfangreiche Programmiererweiterungen erforderte. Die Rechenzeit für ein Nuklid und eine Zufuhrart beträgt je nach Komplexität des Modells und Länge der Zerfallskette zwischen etwa 1 Minute und einer halben Stunde. Die Implementierung wurde erfolgreich getestet durch Vergleich der Rechenergebnisse mit denen anderer internationaler Institute, insbesondere mit dem britischen National Radiological Protection Board (NRPB; [www.nrpb.org.uk](http://www.nrpb.org.uk)). Dabei wurde auch Einfluss genommen auf die Modellentwicklung und -beschreibung durch die ICRP, indem Lücken und Widersprüche aufgedeckt wurden.

Mit dem erweiterten Programm DOSAGE wurden vom BfS Berechnungen zur Beantwortung der oben genannten Fragestellung durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Berechnungen zeigen naturgemäß für die verschiedenen Radionuklide ein unterschiedliches Bild. So gibt es Radionuklide mit längerer physikalischer und biologischer Halbwertszeit, die lange Zeit im Körper verweilen und somit für das ungeborene Leben eine Körperdosis von mehr als 1 mSv verursachen können, selbst wenn die (maximal erlaubte) Aktivitätszufuhr durch die Mutter vor Beginn der Schwangerschaft stattgefunden hat.

Andererseits gilt für viele Radionuklide mit kurzer Halbwertszeit, wie sie beispielsweise vorzugsweise in der Nuklearmedizin eingesetzt werden, dass der Strahlenschutz für die beruflich strahlenexponierte Frau ausreichend ist, um auch das ungeborene Leben entsprechend

zu schützen. Da jedoch die Dosis für das Ungeborene bei Aktivitätszufuhren zu späteren Zeitpunkten der Schwangerschaft um bis zu den Faktor 100 höher sein kann als bei Zufuhren zu Beginn der Schwangerschaft, ist es wichtig, dass die Schwangerschaft möglichst frühzeitig (etwa bis zur 6. Schwangerschaftswoche) mitgeteilt wird und die Arbeiten entsprechend eingeschränkt werden.

Mit dem BMU und der Strahlenschutzkommission (SSK ; [www.ssk.de](http://www.ssk.de)) wird derzeit diskutiert, welche Regelungen getroffen werden müssen, um den in der Novelle der Strahlenschutzverordnung geforderten Schutz des ungeborenen Lebens bei beruflich bedingten Inkorporationen der Mutter zu gewährleisten.

## Radioaktivität in Trink- und Mineralwasser

### Ansprechpartner:

Dr. Thomas Bünger (0 30/5 09 22-4 86)

Der Anteil künstlicher und natürlicher Radionuklide im Trinkwasser trägt zur Strahlenexposition der Bevölkerung bei. Die mit dem Trinkwasserkonsum verbundene Strahlenexposition wird durch die im Wasser enthaltenen Radionuklide und deren Aktivitätskonzentrationen bestimmt. Deshalb werden in der Bundesrepublik Deutschland an ca. 400 Probenahmestellen regelmäßig Grundwasser-, Rohwasser- bzw. Trinkwasserproben entnommen und Überwachungsmessungen zur Bestimmung der Radioaktivität durchgeführt. Diese im Rahmen der allgemeinen Umweltradioaktivitätsüberwachung durchzuführenden Messungen erfolgen auf der Grundlage des Strahlenschutzvorsorgegesetzes (StrVG) und – im Hinblick auf potenzielle Emittenten radioaktiver Stoffe – der Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI). Bedingt durch den globalen Fallout der Kernwaffenversuche, die Reaktor-katastrophe in Tschernobyl und die radioaktiven Emissionen aus kerntechnischen Anlagen steht die künstliche Radioaktivität in Trinkwässern im Vordergrund.

Bereits in den 70er und 80er Jahren wurden auch systematische Untersuchungen zum Gehalt natürlicher Radionuklider in Trinkwässern und Mineralwässern durchgeführt. Es zeigte sich, dass die Strahlenexposition der Bevölkerung infolge des Konsums von Trinkwasser, verglichen mit der natürlichen Strahlenexposition durch andere Quellen (im Mittel etwa 2,4 mSv pro Jahr), gering ist. Untersuchungen in den 90er Jahren in Gebieten erhöhter natürlicher Radioaktivität im Erzgebirge und Vogtland sowie neuere Untersuchungen im Ausland bestätigen frühere Ergebnisse. Die aus den vorliegenden Daten abgeschätzten Expositionen durch natürliche Radionuklide sind jedoch wesentlich höher als Expositionen infol-

ge künstlicher Radionuklide, die aufgrund strenger Restriktionen bei der Ableitung radioaktiver Stoffe über das Abwasser aus kerntechnischen Anlagen praktisch nicht in das Trinkwasser gelangen.

Der Radioaktivität im Trinkwasser wird in Zukunft noch mehr Aufmerksamkeit geschenkt, weil in der neuen EU-Trinkwasser-Richtlinie neben den üblichen mikrobiologischen und chemischen Parametern erstmals auch Indikatorparameter für die Radioaktivität zu überwachen sind. Neben der Aktivitätskonzentration für Tritium (Parameterwert: 100 Bq/l) wird die Einhaltung der sogenannten Gesamtrichtdosis (Parameterwert: 0,1 mSv/a) empfohlen. Diese Parameter sind deshalb in den Entwurf der neuen deutschen Trinkwasserverordnung aufgenommen worden.

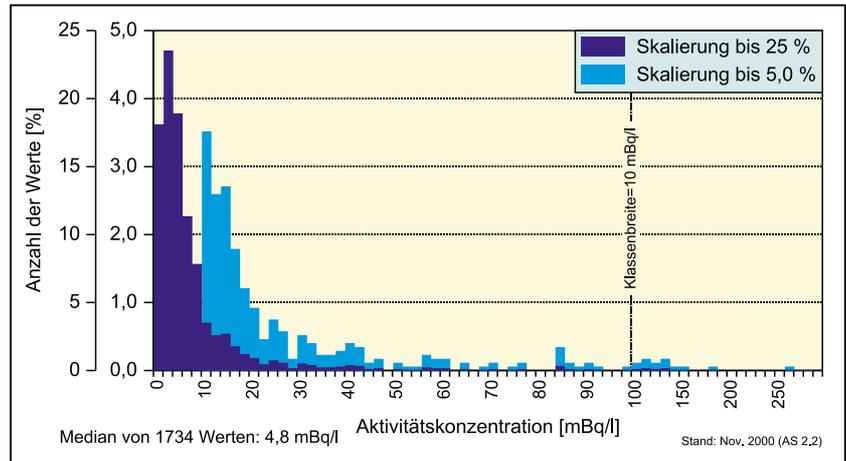
Im Gegensatz zum Trinkwasser werden Überwachungsmessungen zur Bestimmung der Radioaktivität in Mineralwässern infolge fehlender gesetzlicher Bestimmungen nicht vorgenommen. Das BfS hat dennoch mit umfangreichen Untersuchungen im Rahmen einer Studie „Natürliche Radionuklide in Mineralwässern der Bundesrepublik Deutschland“ begonnen, da der Mineralwasserkonsum in Deutschland ständig steigt. Im statistischen Mittel trinkt jeder Bundesbürger pro Jahr bereits mehr als 100 l Mineralwasser. Erhöhte Werte der natürlichen Radioaktivität im Mineralwasser aus einigen Quellorten haben das Interesse der Öffentlichkeit an dieser Thematik geweckt.

Aus den Überwachungsmessungen an Trinkwasserproben folgt, dass den künstlichen Radionukliden im Trinkwasser in Deutschland eine untergeordnete Bedeutung zukommt. In öffentlichen Wasserversorgungsanlagen wurden keinerlei Tritiumkontaminationen festgestellt, und der weitaus größte Teil der Strontium-90- und Cesium-137-Konzentrationen liegt unterhalb der geforderten Nachweisgrenze von jeweils 10 mBq/l. Nur in Ausnahmefällen traten Konzentrationen im Bereich der Nachweisgrenze bis zu maximal 30 mBq/l auf. Diese Werte resultieren aus Trinkwasserproben, die aus oberflächennahen Grundwässern bzw. Uferfiltrat oder Oberflächenwasser (Stauseen) gewonnen wurden. Sie sind eine Folge des Fallouts der Kernwaffenversuche in den 50er und 60er Jahren. Trinkwässer aus sogenannten geschützten Wasservorkommen – Grundwässer aus tieferen Horizonten – sind frei von künstlichen Radionukliden.

Bei den natürlichen Radionukliden in Trinkwässern treten – bedingt durch die jeweiligen geologischen Verhältnisse und damit unterschiedliche Gehalte der Untergrundgesteine an Uran und Thorium – ausgeprägte regionale Unterschiede auf. Die höchsten Konzentrationen dieser radioaktiven Elemente und ihrer Folgeprodukte, wie Radium- und Radonisotope, findet man in granitisch geprägten Gebieten, z. B. im Erzgebirge, Vogtland, Fich-

telgebirge, Oberpfälzer Wald, Bayerischen Wald und Schwarzwald. Charakteristisch ist stets eine sehr hohe Bandbreite der Aktivitätskonzentrationen der natürlichen Radionuklide, wobei es nicht möglich ist, von einem Radionuklid auf ein anderes zu schließen.

In der Abbildung rechts sind die im Trinkwasser der Bundesrepublik Deutschland bestimmten Radium-226-Konzentrationen als Häufigkeitsverteilung dargestellt. Dieser Verteilung liegen 1734 Messwerte zugrunde, die in den Klassenbreiten von 2 mBq/l für Konzentrationen unter 100 mBq/l und von 10 mBq/l oberhalb 100 mBq/l geordnet sind.



Häufigkeitsverteilung der Ra-226-Konzentrationen im Trinkwasser der Bundesrepublik Deutschland

Der Bereich der Messwerte liegt zwischen 0,37 und 260 mBq/l. Der Medianwert (50%-Perzentil, dies bedeutet jeweils 50% der Messwerte oberhalb bzw. unterhalb dieses Wertes) beträgt 4,8 mBq/l. Der „Normalbereich“ (95%-Perzentil, d. h. 95% der Messwerte liegen unterhalb) erstreckt sich bis 32 mBq/l.

In der Abbildung unten ist die Strahlenexposition der Bevölkerung (Erwachsene) durch künstliche und natürliche Radionuklide im Trinkwasser dargestellt. Die Dosisberechnung wurde für die Minimalwerte der Konzentrationen, für die Medianwerte und das obere Ende des Normalbereichs (95%-Perzentile) durchgeführt. Zugrundegelegt wurde ein Trinkwasserkonsum für Erwachsene von 350 Litern pro Jahr sowie die Dosiskonversionsfaktoren aus den EURATOM-Grundnormen von 1996. Die relativ hohen Dosiswerte für Blei-210, Polonium-210 und Radium-228 beruhen auf Trinkwasserproben aus Gebieten erhöhter natürlicher Radioaktivität, insbesondere aus

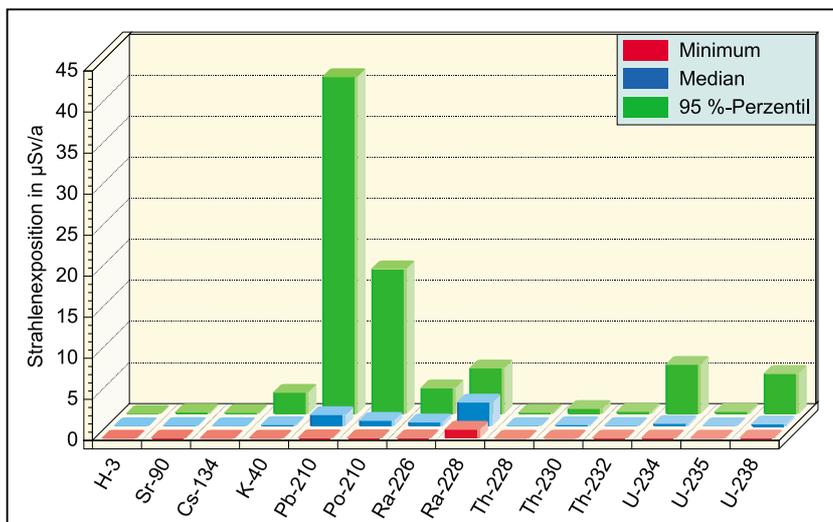
dem Erzgebirge. Sie sind deshalb nicht repräsentativ für die Bundesrepublik Deutschland. Bildet man jeweils die Summen aus den Dosisbeiträgen der aufgeführten Radionuklide ergibt sich bei den Minimalwerten eine jährliche Ingestionsdosis von 1,3 mSv, bei den Medianwerten 6,4 mSv und bei den 95%-Perzentilen bereits 83 mSv.

## Sicherheit beim Umgang mit Strahlenquellen

### Ansprechpartner:

Renate Czarwinski (0 30/5 09 22-5 31)  
Dr. Leopold Weil (0 53 41/8 85-8 00)

Der Strahlenschutz u. a. beim Umgang mit radioaktiven Strahlenquellen ist in Deutschland durch das Atomgesetz (AtG) und die Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) geregelt. Im Auftrag des Bundes erteilen die Landesbehörden die atomrechtliche Genehmigung zum Umgang mit radioaktiven Stoffen und führen Aufsicht bei der Bearbeitung, Verarbeitung und sonstigen Verwendung radioaktiver Stoffe. Die Erfahrungen beim Umgang mit Strahlenquellen in Forschung und Lehre, in der Medizin und in der Industrie in Deutschland in den vergangenen 40 Jahren zeigen, dass ungeachtet einer weitverbreiteten Anwendung ein hohes Sicherheitsniveau erreicht ist. Grund dafür ist u. a. die lückenlose Erfassung sicherheitstechnisch bedeutsamer Ereignisse beim Umgang mit radioaktiven Stoffen, beim Betrieb von Beschleunigern und bei der Beförderung radioaktiver Stoffe in der Bundesrepublik



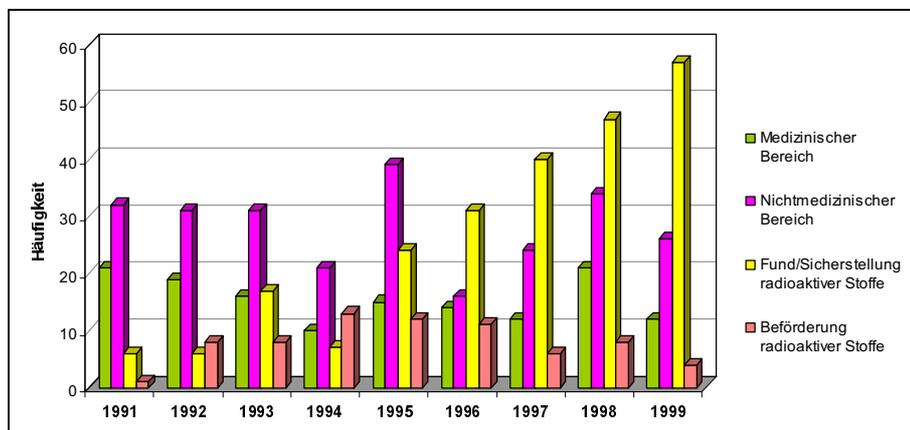
Strahlenexposition der Bevölkerung (Erwachsene) durch künstliche und natürliche Radionuklide infolge des Verzehrs von Trinkwasser

Deutschland. Die Analyse solcher Ereignisse zeigt die Ursachen und lässt Rückschlüsse auf vermeidbare Fehler zu. Die Weitergabe dieser Erkenntnisse und deren Umsetzung ist ein wesentliches Kriterium der hohen Sicherheitskultur im Strahlenschutz.

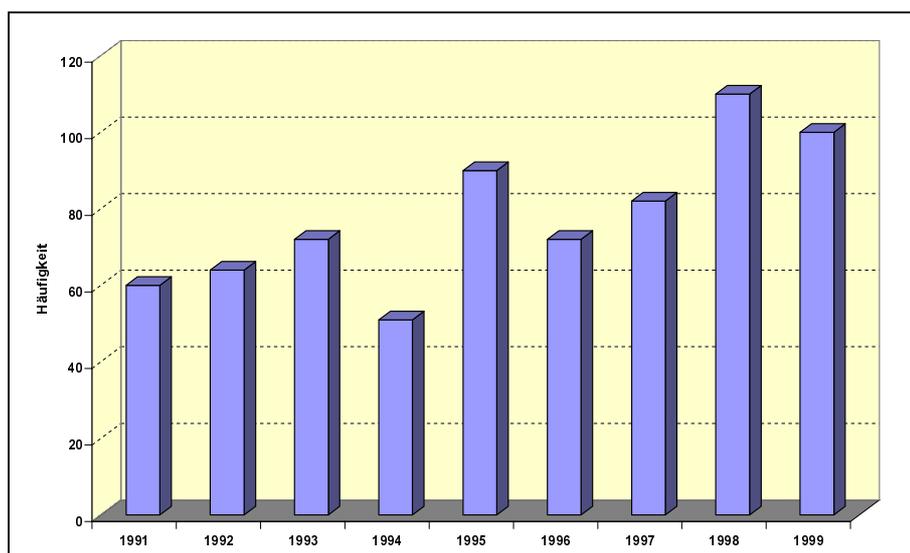
Seit 1991 wurden 700 besondere Vorkommnisse von den Landesbehörden registriert und an das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit weitergemeldet. 20% dieser Vorkommnisse ereigneten sich im medizinischen Bereich der Anwendung ionisierender Strahlung und 36% im nichtmedizinischen Bereich. Dem Bereich „Öffentlichkeit“, d.h. Fund und Sicherstellung sowie Beförderung radioaktiver Stoffe sind 44% der im Berichtszeitraum 1991 bis 1999 registrierten Vorkommnisse zuzuordnen. Die folgenden Abbildungen zeigen die Häufigkeit der besonderen Vorkommnisse für jedes einzelne Jahr des betrachteten Zeitraumes.

Die tendenzielle Erhöhung der Anzahl registrierter Ereignisse bei der Arbeit mit radioaktiven Stoffen in den einzelnen Jahren des betrachteten Zeitraumes, wie aus den Abbildungen ersichtlich, ist darauf zurückzuführen, dass sich die Empfindlichkeit der eingesetzten Messsysteme erhöht hat und dass die Meldungen der Vorkommnisse aufgrund des zunehmenden Verantwortungsbewusstseins von Herstellern, Anwendern und Behörden häufiger erfolgen, auch wenn die zugrunde liegenden Ereignisse nicht immer meldepflichtig sind.

Im Jahr 1999 wurden insgesamt 100 besondere Vorkommnisse gemeldet, davon sind 57% der Ereignisse dem Fund radioaktiver Stoffe zuzuordnen. Ursache dieser immer häufiger werdenden Funde radioaktiver Stoffe ist die zunehmende Aussonderung von Geräten, Stilllegung von Anlagen oder auch von Betriebsgeländen, meist in Unkenntnis vorhandener radioaktiver Stoffe oder durch mangelnde Sorgfalt. Dies gilt beispielsweise für in Konkurs gegangene Betriebe, vor allem aber für ehemals militärisch genutzte Bereiche, insbesondere in den neuen Bundesländern.



Besondere Vorkommnisse beim Umgang mit radioaktiven Stoffen, dem Betrieb von Beschleunigern und der Beförderung radioaktiver Stoffe im Zeitraum von 1991 bis 1999



Gesamtzahl der besonderen Vorkommnisse beim Umgang mit radioaktiven Stoffen, dem Betrieb von Beschleunigern und der Beförderung radioaktiver Stoffe von 1991 bis 1999

Obwohl die Ursachen für besondere Vorkommnisse vielfältig sind, lässt sich eine Einteilung in zwei Hauptgruppen vornehmen: technisches Versagen und menschliches Fehlverhalten. Technische Ursachen sind beispielsweise Verschleiß, Materialermüdung, Konstruktionsfehler, Ausfälle von Sicherheitseinrichtungen, Versagen von Schutzausrüstungen etc..

Verstöße gegen Bedienungs-, Arbeits- oder Strahlenschutzvorschriften, unterlassene Kontrollen, Fehlentscheidungen und Fehlhandlungen sind der Gruppe „menschliches Fehlverhalten“ zuzuordnen. 88% aller besonderen Vorkommnisse im Jahr 1999 sind auf menschliches Fehlverhalten zurückzuführen. Dazu gehört überwiegend der Fund radioaktiver Stoffe. Beispielhaft für diese Problematik und deren potenzielle Gefahren sind im Jahr 1999 zwei Fälle, bei denen bei Eingangskontrollen in Schrottlieferungen Bohrlochsonden mit nicht ordnungsgemäß entsorgten Cs-137 - Strahlenquellen mit Aktivitäten von 2,22 und 2,77 GBq gefunden wurden.

Bei unsachgemäßer Handhabung dieser Strahlenquellen (Zerstörung oder längeres Tragen in Körpernähe) können gesundheitliche Schäden auftreten.

Die herrenlosen Strahlenquellen stellen ein Problem dar, dem auch international hohe Aufmerksamkeit gewidmet wird. Dies gilt nicht zuletzt wegen einer Reihe von Unfällen, die zu extrem hohen Strahlenexpositionen mit schweren gesundheitlichen Schäden oder sogar tödlichen Folgen für betroffene Personen geführt haben. Ein aktuelles Beispiel dafür ist ein Unfall im Juni 2000 in Ägypten, bei dem zwei Personen einer tödlichen Strahlendosis ausgesetzt wurden. Keine gravierenden gesundheitlichen Folgen für Personen hatte ein Zwischenfall im Acerinox - Stahlwerk in Algeciras/Spanien im Jahr 1998, bei dem eine Cs-137-Strahlenquelle im Stahlwerk zunächst unbemerkt eingeschmolzen wurde, jedoch die Freisetzung radioaktiver Stoffe sogar grenzüberschreitend messbar war. Dieser Unfall hat das Bewusstsein über die Gefahr vagabundierender Strahlenquellen entscheidend verstärkt.

Die Internationale Atomenergie-Organisation (IAEO; [www.iaea.org](http://www.iaea.org)) hat 1999 gemeinsam mit ihren Mitgliedsländern einen einschlägigen Maßnahmenplan erarbeitet und verabschiedet. Dieser soll die Sicherheit von Strahlenquellen steigern.

An dieser Aufgabe ist das Bundesamt für Strahlenschutz gemeinsam mit dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit aktiv beteiligt.

Um die illegale Einfuhr von Strahlenquellen zu verhindern, erfolgt in Deutschland eine Überwachung an den Grenzen. Die deutschen Außengrenzen gemäß Schengener Abkommen sind u.a. die Grenzen nach Polen und Tschechien. Diese werden von den Dienststellen des Zolls teilweise durch festinstallierte Einrichtungen auf Gamma- und Neutronenstrahlung hin überwacht. Darüber hinaus wurde im Hamburger Hafen eine Container-Röntgeneinrichtung installiert, weitere derartige Systeme sind in Planung. Außerdem stehen mobile Überwachungseinrichtungen für den Einsatz in den Zollgrenzbezirken zur Verfügung.

Werden festgelegte Dosisleistungswerte überschritten, so werden die Begleitpapiere überprüft. Sollte das beförderte Material nicht den Begleitpapieren und den darin festgelegten Dosisleistungen entsprechen, so wird die Ladung vom Zollpersonal mit Handmessgeräten genauer untersucht. Bei schwierigeren Fällen wird die für den Strahlenschutz zuständige Aufsichtsbehörde hinzugezogen, im Falle von Grenzwertüberschreitungen wird die Ladung zurückgewiesen.

## Übungen des Bundesamtes mit Länderbehörden im Rahmen der nuklearspezifischen Gefahrenabwehr

### Ansprechpartner:

Dr. Dietrich E. Becker (0 53 41/8 85-8 06)

Für die Gefahrenabwehr sind in der Bundesrepublik Deutschland die Bundesländer zuständig. Bei Gefahr durch radioaktives Material werden Fachleute aus den zuständigen Strahlenschutzbehörden und - soweit vorhanden - atomrechtlichen Aufsichtsbehörden eingeschaltet. Für gravierende Fälle der nuklearspezifischen Gefahrenabwehr (Kritikalität, Dispersionsgefahr) kann auf Anforderung der Länder über das Lagezentrum von BMU/BMI das Bundesamt für Strahlenschutz tätig werden, wenn das betroffene Land die Bedrohungslage nicht in erforderlichem Umfang mit eigenen technischen und/oder personellen Mitteln beherrschen kann.

Die Unterstützungsmöglichkeiten des Bundesamtes für Strahlenschutz bestehen in der Bereithaltung einer 24-stündigen Rufbereitschaft, der Vorhaltung spezieller Mess- und Analysegeräte, der Erarbeitung von Handlungsempfehlungen und der Durchführung von Ausbildungs- und Trainingsmaßnahmen. Zur Verbesserung und Optimierung der genannten Unterstützungsmöglichkeiten werden Forschungsarbeiten durchgeführt und ausgewertet.

Da die Zuständigkeit für die nuklearspezifische Gefahrenabwehr bei den Bundesländern liegt, hat das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit das Bundesamt für Strahlenschutz beauftragt, gemeinsame Übungen mit den Ländern durchzuführen. Bei den gemeinsamen Übungen werden die erforderlichen Maßnahmen geübt (z.B. Abstimmung der geeigneten Suchstrategie, Suche, Detektion, Analyse).



Einsatzleitung für eine Suchübung nach radioaktiven Stoffen im Gelände



*Suche im Gelände nach radioaktiven Stoffen*



*Schaumgefüllte Einhausung zur Minimierung der Verbreitung radioaktiver Stoffe in die Luft nach dem Umsetzen von Sprengstoff*

Die vom BfS bei Übungen in verschiedenen Bundesländern vorgegebene Lage macht die Zusammenarbeit zwischen Gefahrenabwehrbehörden/Entschärfern, Strahlenschutzexperten, Tatort-/Ermittlungsbeamten und dem Brand- und Katastrophenschutz erforderlich. Es werden nicht nur die technische und personelle Ausstattung überprüft und fachspezifische Aufgaben geübt, sondern auch die Zusammenarbeit der unterschiedlichen Behörden.

Bis Ende 2000 wurden in den Ländern Bayern, Berlin, Baden-Württemberg, Saarland und Hessen gemeinsame Übungen erfolgreich durchgeführt. Weitere Übungen sind in den Ländern Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz und Schleswig-Holstein sowie Brandenburg geplant.

Bis Ende 2001 sollen alle 16 Bundesländer in Übungen mit dem BfS einbezogen werden.



*Untersuchung einer Aktentasche mit Manipulatorfahrzeug und adaptiertem Röntgengerät*

# BfS: Zahlen und Fakten

## Aufbau und Organisation

Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) wurde am 1. November 1989 gegründet.

Präsident der selbständigen Bundesoberbehörde im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) ist seit April 1999 Dipl.-Ing. Wolfram König.

Aufgabe des BfS ist es, das BMU fachlich und durch eigene wissenschaftliche Forschung im gesundheitlichen und physikalisch-technischen Strahlenschutz, bei der Entsorgung radioaktiver Abfälle, der staatlichen Verwahrung von Kernbrennstoffen, beim Transport radioaktiver Stoffe, der kerntechnischen Sicherheit sowie der Durchführung der Bundesaufsicht über kerntechnische Einrichtungen zu unterstützen.

Das BfS erfüllt Aufgaben des Bundes auf den Gebieten des Strahlenschutzes einschließlich der Strahlenschutzvorsorge sowie der kerntechnischen Sicherheit, der Beförderung radioaktiver Stoffe und der Entsorgung radioaktiver Abfälle einschließlich der Errichtung und des Betriebes von Anlagen des Bundes zur Sicherstellung und zur Endlagerung, die ihm durch das Atomgesetz, das Strahlenschutzvorsorgegesetz, andere Bundesgesetze oder durch Verordnungen zugewiesen sind. Es befasst sich u. a. mit Fragen des Strahlenschutzes in der medizinischen Diagnostik und Therapie, Auswirkungen der UV-Strahlung, der natürlichen Radon-Strahlung und der elektromagnetischen Strahlung. Das BfS untersucht und überwacht die Strahlenexposition der Bevölkerung und bewertet gesundheitliche Risiken. Für beruflich strahlenexponierte Personen wird ein Strahlenschutzregister geführt, das die individuelle Erfassung von Strahlenbelastungen gewährleistet.

Das BfS ist untergliedert in eine Zentralabteilung sowie in die Fachbereiche Strahlenhygiene, Angewandter Strahlenschutz, Kerntechnische Sicherheit und Nukleare Entsorgung und Transport (siehe Organisationsplan des Bundesamtes für Strahlenschutz, Einlegeblatt).

## Standorte, Beschäftigte und Haushalt

**Ansprechpartner:** Reinhard Naß (0 53 41/8 85-4 01)

Seinen Sitz hat das Bundesamt in Salzgitter-Lebenstedt. Weitere Standorte sind Oberschleißheim (Neuherberg) bei München, Berlin, Freiburg, Hanau, Bonn, Rendsburg, Gartow und Schlema (siehe zweite Umschlagseite).

Das BfS hat 660 Beschäftigte. Die Verteilung der Beschäftigten auf die Dienstorte und die Zuordnung zu den Laufbahnen ist der folgenden Tabelle zu entnehmen.

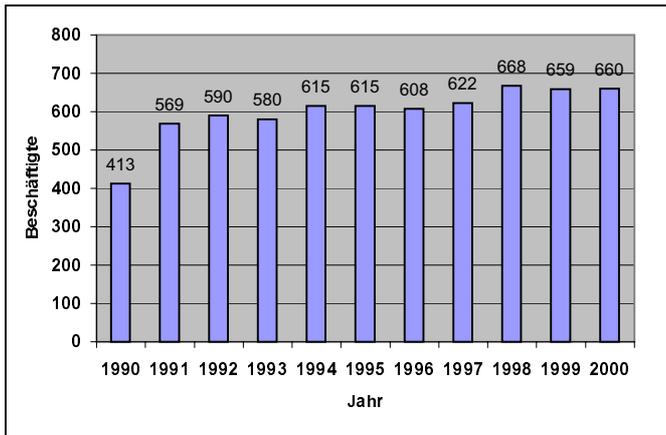
Die Entwicklung der Beschäftigtenzahl von 1990 - 2000 zeigt die Abbildung auf Seite 58 oben. Ursache für den im Jahre 1991 zu verzeichnenden Stellenzuwachs war die Einrichtung des Fachbereiches „Angewandter Strahlenschutz“ in Berlin.

Der Grund für den Anstieg der Beschäftigtenzahl von 1997 auf 1998 lag in der Übernahme des Ortsdosisleistungs-Messnetzes vom Bundesamt für Zivilschutz.

Eine Reduzierung der Beschäftigtenzahl erfolgte wie in jedem Jahr seit 1993 aufgrund der jährlich zu erbringenden Stelleneinsparung von 1,5% (9 Stellen).

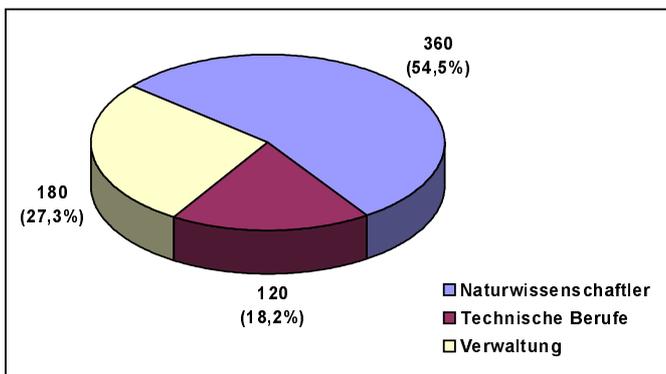
Dienstort	Höherer Dienst	Gehobener Dienst	Mittlerer Dienst	Einfacher Dienst	Auszubildende	Gesamt
Salzgitter	128	64	78	13	2	285
Berlin	41	20	39	11	–	111
Oberschleißheim (Neuherberg)	72	45	41	8	3	169
Freiburg	9	5	11	2	1	28
Hanau	1	3	4	–	–	8
Bonn	26	5	12	2	–	45
Schlema	1	–	–	1	–	2
Gartow	1	1	1	–	–	3
Rendsburg	1	1	5	2	–	9
	280	144	191	39	6	660

Beschäftigte nach Dienstorten und Laufbahnen (Jahresdurchschnitt – Teilzeitkräfte werden wie Vollzeitkräfte gezählt)



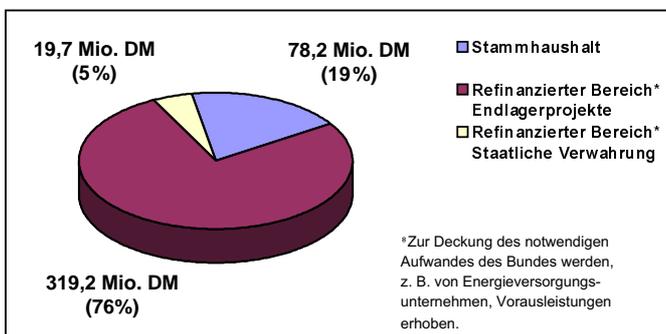
Entwicklung der Beschäftigtenzahl im BfS

Die folgende Abbildung zeigt, zu welcher Berufsgruppe die Bediensteten im BfS anteilmäßig gehören.



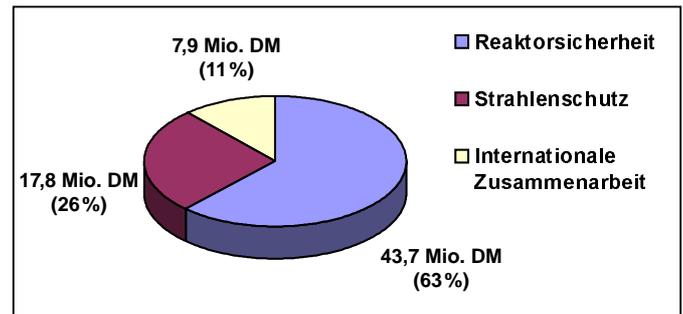
Berufsgruppen im BfS

Dem BfS standen 2000 zur Erfüllung seiner Aufgaben ca. 417 Millionen DM zur Verfügung, die sich wie folgt verteilen:



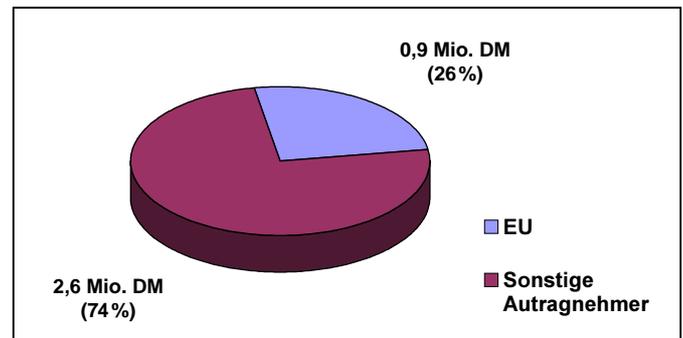
Haushaltsausgaben 2000 im BfS

Auf dem Gebiet der Ressortforschung (Untersuchungen, Studien, Gutachten, die als Entscheidungshilfen zu anstehenden Fragestellungen des BMU dienen) standen dem BfS im Jahr 2000 Haushaltsmittel in Höhe von 69,4 Millionen DM für folgende Bereiche zur Verfügung.



Ressortforschung

Weiterhin standen dem BfS für Forschungsvorhaben, die z. B. von der EU oder von Bundesländern finanziert werden (Drittmittelforschung), 3,5 Millionen DM zur Verfügung.



Drittmittelforschung

## Moderne Verwaltung – Einführung einer Kosten- und Leistungsrechnung (KLR) im BfS

**Ansprechpartner:** Sylvia Stoldt (0 53 41/8 85-5 15)

Gesellschaft und Staatsverständnis haben sich in den letzten Jahren stark verändert. Staatliche Strukturen müssen sich neuen Anforderungen und Wünschen der Bürgerinnen und Bürger anpassen. In der Koalitionsvereinbarung „Aufbruch und Erneuerung – Deutschlands Weg ins 21. Jahrhundert“ hat sich die Bundesregierung dies zum Ziel gesetzt. Das neue Leitbild ist der aktivierende Staat.

Mit 15 Projekten zur Verwaltungsmodernisierung soll dieses Leitbild umgesetzt werden. Eines dieser Projekte ist die Einführung der Kosten- und Leistungsrechnung (KLR) in geeigneten Bereichen der Bundesverwaltung.

Zum 01.01.2000 wurde im BfS die Projektgruppe „Einführung der Kosten- und Leistungsrechnung“ (PG-KLR) eingerichtet. Durch die Kosten- und Leistungsrechnung soll Transparenz bei Kosten und Leistungen erreicht werden, um darauf aufbauend über ein Controlling die Effektivität und die Effizienz im BfS erhöhen zu können.

Neue Schwerpunkte bei abnehmendem Personal erfordern auch im Bundesamt für Strahlenschutz den Einsatz neuer Führungs- und Steuerungsinstrumente. Die Kosten- und Leistungsrechnung ist ein Instrument, das die für die innerbehördliche Führung und Steuerung notwendigen betriebswirtschaftlichen Informationen bereitstellt und die Leistungen des Amtes transparent macht. Unter Leistungen sind die Produkte/Projekte zu verstehen, die das BfS für externe und interne Auftraggeber erstellt, also die Arbeitsergebnisse des Amtes.

Die KLR steht nicht allein, sondern ist Teil eines auch in den Öffentlichen Dienst einziehenden betriebswirtschaftlichen Denkens, dem Begriffe wie Budgetierung und Controlling nicht mehr fremd sind. Gemeinsames Ziel von Aufgabenplanung, Aufgabenkritik, Controlling, Leitbilddiskussion und eben auch der KLR ist zum einen die transparente Darstellung der für die Verfolgung und Erreichung der angestrebten Ziele notwendigen personellen und finanziellen Ressourcen, zum anderen aber auch die damit verbundene Diskussion über die Notwendigkeit von Aufgaben.

Innerhalb eines Jahres ist es gelungen, die wesentlichen Säulen der KLR – den BfS-Produktkatalog, die produktgebundene Zeiterfassung durch die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter und die zugehörige Dienstvereinbarung – so zu gestalten, dass Zeitaufschreibung und KLR am 01.01.2001 beginnen konnten. Wesentlichen Anteil am Erfolg hatte die offene und intensive Diskussion und Zusammenarbeit zwischen den Fachbereichen, der Zentralabteilung, der Personalvertretung und den Mitgliedern der für die Einführung der KLR eingerichteten Projektgruppe sowie dem Lenkungsausschuss KLR.

# Presse- und Öffentlichkeitsarbeit

**Ansprechpartner:** Dr. Dirk Daiber (0 53 41/8 85-1 30)

## BfS präsentierte sich „strahlend“ beim Tag der offenen Tür

Strahlendes Sonnenwetter, 80 engagierte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, Attraktionen für die ganze Familie und vor allem Strahlenschutz zum Anfassen, zum Begreifen. Rund 5000 Gäste aus der näheren und weiteren Umgebung erlebten am 17. Juni 2000 erstmals einen Tag der offenen Tür am Hauptsitz des BfS in Salzgitter-Lebenstedt. „Konrad? Kaum. Statt dessen Mikrowelle und Sonnenbrille, Handy und Hubschrauber, Röntgendiagnostik und Radioaktivitätsmessnetz“, schrieb die lokale „Salzgitter-Zeitung“ begeistert. Erkennbar war: Der Schutz von Mensch und Umwelt vor den schädlichen Strahlenwirkungen steht im Mittelpunkt der Arbeit des BfS – nicht nur in Salzgitter, sondern auch in seinen Standorten, u.a. in Berlin, Freiburg und München.

Verstärkt durch die öffentliche Diskussion wahrgenommene Themen wie die Diskussion um Endlager oder CASTOR-Transporte traten an diesem Tag in den Hintergrund. Stattdessen gab es Strahlenschutz hautnah.



*Umlagert war die Messapparatur, mit der Sonnenbrillen auf richtigen UV-Schutz überprüft wurden.*

Mit Neugier und vielen Fragen streiften die Besucherinnen und Besucher durch das Gebäude und zu den Informationsständen. Die technische Ausstattung der Poststelle erweckte ebenso Interesse wie das Hubschrauber-System zur schnellen Messung von radioaktiven Kontaminationen in der Umwelt.

Von Fragen über die Röntgendiagnostik in der Medizin bis zu Fragen im Zusammenhang mit der Überwachung des Kernwaffen-Teststopp-Abkommens: Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des BfS vermittelten ihr Arbeitsfeld anschaulich und engagiert. Auch die Verwaltung mit ihren vermeintlich „trockenen“ Themen blieb keine Antwort schuldig.



*Mobile Messwagen zur Überwachung der Umweltradioaktivität fanden reges Interesse.*



*Der Tag der offenen Tür war nicht nur informativ, sondern auch unterhaltsam. Dafür sorgten die Bigband der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt, eine Hüpfburg für Kinder und deftige Speisen sowie süße Leckereien.*

Mit zufriedenen Gesichtern verließen nicht nur die Gäste des BfS den Tag der offenen Tür. „Behörden dürfen sich nicht hinter Mauern verstecken“ hatte Präsident Wolfram König als Motto ausgegeben.



*Präsident Wolfram König (Mitte) und sein „Vize“ Henning Rösel (rechts) hatten am Abend das gleiche Gefühl wie die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter: Mühe und Einsatz hatten sich gelohnt.*

## Das BfS im Spiegel der Medien

Im Brennpunkt der Medien wie lange nicht mehr stand die Arbeit des Bundesamtes für Strahlenschutz im Jahr 2000. Dabei dominierten Themen aus den Bereichen Endlagerung und Transport radioaktiver Stoffe. Beispiele dafür waren neben Berichten über Genehmigungen von Transporten radioaktiver Stoffe auch Meldungen im Zusammenhang mit der End- und Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle.

Bundesweit wurde in den Hauptnachrichten von Fernseh- und Rundfunkstationen sowie in den Schlagzeilen



Pressekonferenz zum Beginn der vorzeitigen Verfüllung im ERAM mit Jürgen Trittin (Mitte) und Wolfram König (links).

der Zeitungen über den Beginn der teilweisen Verfüllung im Endlager Morsleben (ERAM) im November 2000 berichtet. BfS-Präsident Wolfram König war gemeinsam mit Bundesumweltminister Jürgen Trittin vor Ort, als Teile des Südfeldes des ERAM zur Gefahrenabwehr mit Salzgrus verfüllt wurden. Neue Erkenntnisse über den Zustand des Grubengebäudes und hieraus resultierende Gefahren durch eine mögliche Freisetzung radioaktiver Stoffe hatten die Maßnahmen notwendig gemacht.

Aber auch mit seinem ureigensten Thema „Strahlenschutz“ konnte das BfS in den Medien gewinnen. „Bundesamt für Strahlenschutz warnt: In Deutschland wird zu oft geröntgt“ titelte die Süddeutsche Zeitung am 3. August 2000. Das Echo auf die Vorstellung des Jahresberichtes 1999 vor der Bundespressekonferenz durch Präsident Wolfram König und Umweltminister Jürgen Trittin war in der Geschichte des Amtes beispiellos. Das gedruckte Exemplar wurde zum „Bestseller“ und erlebte sogar eine zweite Auflage. Das neue Konzept – im Umfang deutlich reduziert –, Wissenschaft noch verständlicher darzustellen und damit breitere Kreise für die Arbeit des BfS zu interessieren, ging auf.



Zeitungsüberschriften zur Vorstellung des Jahresberichtes



und zur BfS-Studie bei ehemaligen Beschäftigten im Uranbergbau

Auch andere Aktivitäten des Bundesamtes fanden starke Beachtung in den Medien, etwa im Mai 2000 der Start der neuen BfS-Studie bei ehemaligen Beschäftigten im Uranbergbau in Schlema / Erzgebirge. Risikofaktoren für Lungenkrebs sollen dabei anhand der Daten von Tausenden ehemaligen Uranbergarbeitern ermittelt und bewertet werden.

Ebenso wurde über die 5. Internationale wissenschaftliche Konferenz über erhöhte natürliche Strahlenbelastung, die vom BfS in München organisiert wurde, durch die Medien informiert. Hinweise auf das Bürgertelefon

des BfS mit der bundesweit kostenfreien Rufnummer 0800/885-1111 wurden von den Zeitungen und Zeitschriften gern aufgegriffen, besonders zu den Themen „Sonnenbaden mit Verstand“ oder „Radon in Häusern“.

Die Nachfrage nach den bewährten Angeboten der BfS-Öffentlichkeitsarbeit – wie Faltblätter und Broschüren – war rege. Und das nicht nur schriftlich und telefonisch, sondern auch persönlich auf den Messeständen des BfS oder via Internet über das elektronische Informationsangebot auf den Web-Seiten des Bundesamtes.



Messestand des BfS

# Publikationen

## BfS-Berichte

### **BfS-SCHR-21/00**

*Kammerer, L.*

Umweltradioaktivität in der Bundesrepublik Deutschland 1996 und 1997. Daten und Bewertung.

Bericht der Leitstellen des Bundes und des Bundesamtes für Strahlenschutz.

Salzgitter, Oktober 2000

### **BfS-ET-30/00**

*Brennecke, P.; Hollmann, A.*

Anfall radioaktiver Abfälle in der Bundesrepublik Deutschland. Abfallerhebung für das Jahr 1998.

Salzgitter, Dezember 1999

### **BfS-ET-31/00**

*Börst, F.-M.; Fasten, C.*

Empfehlungen für die sichere Beförderung von radioaktiven Stoffen in der Fassung 1996.

deutsche Übersetzung der Abschnitte I bis VIII der „IAEA Safety Standards Series No. ST-1“

Salzgitter, Juli 2000

### **BfS-ET-32/00**

*Börst, F.-M.; Rimpler, A.; Scheib, H.*

Strahlungsmessungen an Transport- und Lagerbehältern zur Beförderung von hochaktiven Glaskokillen aus der Wiederaufarbeitung und von bestrahlten Brennelementen.

Salzgitter,

### **BfS-ET-33/00**

*Brennecke, P.; Hollmann, A.*

Radioactive Waste Arisings in the Federal Republic of Germany. – 1998 Waste Inquiry –

Salzgitter, August 2000

### **BfS-ISH-188/00**

*Frasch, G.; Kragh, P.; Almer, E.; Anatschkowa, E.; Karofsky, R.; Nitzgen, R.; Schmidt, H.; Spiesl, J.*

1. Bericht des Strahlenschutzregisters des BfS mit Daten des Überwachungsjahrs 1998

Neuherberg, Juni 2000

### **BfS-SH-1/00**

*Jung, Th.; Jacquet, P.; Jaussi, R.; Pantelias, G.; Streffer, Chr.*

Final Report

Evolution of genetic damage in relation to cell-cycle control: A molecular analysis of mechanisms relevant for low dose effects.

Neuherberg, Dezember 2000

### **BfS-KT-24/00**

*Krüger, F.-W.; Spoden, E.*

Untersuchungen über den Luftmassentransport von Standorten Kerntechnischer Anlagen Ost nach Deutschland.

Salzgitter, Mai 2000

### **BfS-KT-25/00**

*Klonk, H.; Hutter, J.; Philippczyk, F.; Wittwer, C.*

Zusammenstellung der Genehmigungswerte für Ableitungen radioaktiver Stoffe mit der Fortluft und dem Abwasser aus kerntechnischen Anlagen der Bundesrepublik Deutschland (Stand Juli 2000).

Salzgitter, Oktober 2000

#### **Hinweis:**

**BfS-Berichte sind kostenpflichtig und werden vertrieben vom**

Wirtschaftsverlag NW/ Verlag für neue Wissenschaft GmbH

Postfach 10 11 10

Bürgermeister-Smidt-Str. 74-76

27568 Bremerhaven

Tel. (04 71) 9 45 44-0

## Ausgewählte externe Publikationen

*Abylkassimova, Z.; Gusev, B.; Grosche, B.; Bauer, S.; Kreuzer, M.; Trott, K.*

Nested case-control study of leukemia among a cohort of persons exposed to ionizing radiation from nuclear weapon tests in Kazakhstan (1949-1963)

Ann Epidemiol 10:479

*Bath, N.; Görtz, R.; Fröhmel, T.*

Nuclear Emergency Preparedness in Germany – An Introduction, Part I: Accident Management in NPP, Kerntechnik 64 (3), 97-100 (1999)

*Bauer, B.; Veit, R.; Brix, G.; Burkart, W.*

Wege zur Reduktion der Strahlenexposition in der diagnostischen Radiologie

Deutsches Ärzteblatt (2000) 16, S. 1075-1078

*Berg, H. P.*

Fire protection in nuclear power plants: current status and further development

Kerntechnik 65 (2000) 2-3, 76

*Berg, H. P.*

Assessment of the fire safety level in the frame of periodic safety reviews

Kerntechnik 65 (2000) 2-3, 95-97

*Brennan, P.; Butler, J.; Agudo, A.; Benhamou, S.; Darby, S.; Fortes, C.; Jöckel, K. H.; Kreuzer, M.; Nyberg, F.; Pohlabeln, H.; Saracci, R.; Wichmann, H. E.; Boffetta, P.*

Joint effect of diet and environmental tobacco smoke and risk of lung cancer among nonsmokers  
J Natl Cancer Inst 92 (2000), 426-427

*Brennan, P.; Fortes, C.; Butler, J.; Agudo, A.; Benhamou, S.; Darby, S.; Gerken, M.; Jöckel, K. H.; Kreuzer, M.; Nyberg, F.; Pohlabeln, H.; Ferro, G.; Boffetta, P.*

A multicentre case-control study of diet and lung cancer among non-smokers  
Cancer Causes Control 11 (2000), 49-58

*Brix, G.; Griebel, J.; Knopp, MV.; Bernhardt, JH.*  
Sicherheitsaspekte bei der Anwendung magnetischer Resonanzverfahren in der medizinischen Diagnostik  
Z Med Physik, (2000) 10, S. 5-14

*Brix, G.; Henze, M.; Doll, J.; Lucht, R.; Zaers, J.; Trojan, H.; Knopp, MV.; Haberkorn, U.*  
Mammadiagnostik mit PET: Optimierung der Datenakquisition und -nachverarbeitung  
Nuklearmedizin (2000) 39, S. 62-66

*Brüske-Hohlfeld, I.; Möhner, M.; Pohlabeln, H.; Ahrens, W.; Bolm-Audorff, U.; Kreienbrock, L.; Kreuzer, M.; Jahn, I.; Wichmann, H. E.; Jöckel, K. H.*  
Occupational risk factors for men in Germany: results from a pooled case-control study  
Am J Epidemiol 151 (2000), 384-95

*Englmeier, KH.; Griebel, J.; Lucht, R.; Knopp, MV.; Siebert, M.; Brix, G.*  
Dynamische MR-Mammographie: Multidimensionale Visualisierung der Kontrastmittelanreicherung in virtueller Realität  
Radiologe (2000) 3, S. 262-266

*Erzberger, A.; Schwarz, E-R.; Jung, T.*  
Radon- Balneotherapie  
Umweltmedizinischer Informationsdienst 3/2000

*Feiner, F.; Brix, J.*  
Interaction of RF fields with biological systems  
In: European Telemetry Conference  
German Society of Telemetry (Ed.), 2000, S.187-198

*Gerken, M.; Kreienbrock, L.; Wellmann, J.; Kreuzer, M.; Wichmann, H. E.*  
Models for retrospective quantification of indoor radon exposure in case-control studies  
Health Phys 78 (2000), 268-78

*Görtz, R.; Bath N.; Berg, H. P.*  
Generic Use of Uncertainties in Endpoint Predictions for Regulatory Purposes, Radiation Protection Dosimetrie, Vol. 90, No.3, pp 377-381 (2000)

*Grosche, B.; Kreuzer, M.; Brachner, A.; Martignoni, K.; Schnelzer, M.; Burkart, W.*  
Die deutsche Uranbergarbeiter-Kohortenstudie  
Umweltmedizinischer Informationsdienst 1/2000: 18-21

*Gundert-Remy, U.; Seifert, B.; Bellach, B.; Jung, T.*  
Umwelt und Gesundheit – Gemeinsamkeit macht stark  
Bundesgesundheitsblatt 2000 May; 43(5): 321-322.

*Hornhardt, S.; Gomolka, M.; Ammansberger, R.; Semmer, J.; Widemann S.; Jung, T.*  
Radiation in complex exposure situations: Assessing health risks at low levels from concomitant exposures to radiation and chemicals: Gamma-radiation and arsenic  
International Congress on Environmental Health, 4th Annual Meeting of the International Society of Environmental Medicine (ISEM) (1.-4. 10. 2000 in Hannover)  
International Journal of Hygiene and Environmental Health, in press

*Igarashi, Y.; Miyao, T.; Aoyama, M.; Hirose, K.; Sartorius, H.; Weiss, W.*  
Radioactive noble gases in surface air monitored at MRI, Tsukuba, before and after the JCO accident  
Journal of Environmental Radioactivity 50 (2000), S. 107-118

*Igarashi, Y.; Sartorius, H.; Miyao, T.; Weiss, W.; Fushimi, K.; Aoyama, M.; Hirose, K.; Inoue, H. Y.*  
85Kr and 133Xe monitoring at MRI, Tsukuba and its importance  
Journal of Environmental Radioactivity 48 (2000), S. 191-202

*Jung, T.; Jahraus, H.; Burkart, W.*  
Akzeptables Risiko als Basis für gesetzliche Regelungen im Umweltschutz  
Bundesgesundheitsblatt 2000 May; 43(5): 328-335

*Kreuzer, M.; Boffetta, P.; Whitley, E.; Ahrens, W.; Gaborieau, V.; Heinrich, J.; Jöckel, K. H.; Kreienbrock, L.; Mallone, S.; Merletti, F.; Rösch, F.; Zambon, P.; Simonato, L.*  
Gender differences in lung cancer risk by smoking: a multicentre case-control study in Germany and Italy  
Br J Cancer 82 (2000), 227-33

*Kreuzer, M.; Krauss, M.; Kreienbrock, L.; Jöckel, K. H.; Wichmann, H.E.*

Environmental tobacco smoke and lung cancer in Germany

Am J Epidemiol 151 (2000), 241-50

*Kreuzer, M.; Müller, K. M.; Brachner, A.; Gerken, M.; Grosche, B.; Wiethage, T.; Wichmann, H. E.*

Histopathologic findings of lung cancer among German Uranium Miners

Cancer 89 (2000), in press

*Lucht, R.; Knopp, MV.; Brix, G.*

Elastic matching of dynamic MR mammographic images

Magn Reson Med, (2000) 43, S. 9-16

*Muramatsu, Y.; Rühm, W.; Yoshida, S.; Tagami, K.; Uchida, S.; Wirth, E.*

Concentrations of Pu-239 and Pu-240 and their isotopic ratios determined by ICP-MS in soils collected from the Chernobyl 30-km zone

Environmental Science and Technology 34 (2000) 2913-2917

*Niedermayer, M.; Göksu, H. Y.; Dalheimer, A.; Bayer, A.*

Infra-Red (IR) stimulated luminescence from modern bricks in retrospective dosimetry applications

Radiation Measurement 32, 825-832 (2000)

*Nitsche, F.; Fasten, C.*

Auf neustem Stand (I. und II.)

– Empfehlungen der IAEO zum Transport radioaktiver Stoffe von 1996.

Gefährliche Ladung, Stock Verlag, 9/2000, S. 26-27 und 10/2000, S.25-27

*Pohlabeln, H.; Boffetta, P.; Ahrens, W.; Merletti, F.; Agudo, A.; Benhamou, E.; Benhamou, S.; Brüske-Hohlfeld, I.; Ferro, G.; Fortes, C.; Kreuzer, M.; Mendes, A.; Nyberg, F.; Pershagen, G.; Saracci, R.; Schmid, G.; Siemiaticky, J.; Simonato, L.; Whitley, E.; Wichmann, H. E.; Winck, C.; Jöckel, K. H.*

Occupational risks for lung cancer: results from a multi-center case-control study in nonsmokers

Epidemiology 11 (2000), 532-8

*Pohlabeln, H.; Jöckel, K. H.;*

*Brüske-Hohlfeld, I.; Möhner, M.; Ahrens, W.;*

*Bolm-Audorff, U.; Arhelger, R.; Römer, W.;*

*Kreienbrock, L.; Kreuzer, M.; Jahn, I.; Wichmann, H. E.*

Lung cancer and Exposure to man-made vitreous fibers: Results from a pooled case-control study in Germany

Am J Ind Med 37 (2000), 469-477

*Popp, C.; Brix, G.*

Streustrahlungsreduktion in der Röntgenmammographie: Monte-Carlo-Simulationen zum Vergleich von Raster und Airgap

Z Med Physik (2000); im Druck

*Pressl, S.; Romm, H.; Ganguly, B. B.; Stephan, G.*

Experience with FISH detected translocations as an indicator in retrospective dose reconstruction

Radiation Protection Dosimetry. 88 (2000) 45-49

*Röwekamp, M.; Berg, H. P.*

Reliability data collection for fire protection features

Kerntechnik 65 (2000) 2-3,

102-107

*Schindewolf, C.; Lobenwein, K.; Trinczek, K.;*

*Gomolka, M.; Soewarto, D.; Fella, C.; Pargent W.;*

*Singh N.; Jung, T.; Hrabe de Angelis, M.*

Comet assay as a tool to screen for mouse models with inherited radiation sensitivity

Mammalian Genome 2000 Jul; 11(7):

552-554

*Seifert, B.; Schreiber, H.; Bellach, B.; Gundert-Remy, U.;*

*Jung, T.*

Aktionsprogramm Umwelt und Gesundheit

Bundesgesundheitsblatt 2000 May; 43(5): 323-327

*Stephan, G.; Pressl, S.; List, V.*

Reciprocal translocations as an indicator for radiation exposures in the low dose range

Applied Radiation and Isotopes 52 (2000) 1129-1133

*Terzoudi, G.I.; Jung, T.; Hain, J.; Vrouvas, J.;*

*Margaritis, K.; Donta-Bakoyianni, C.; Makropoulos, V.;*

*Angelakis, P.; Pantelias, G.E.*

Increased G2 chromosomal radiosensitivity in cancer patients: the role of cdk1/cyclin-B activity level in the mechanisms involved

International Journal of Radiation Biology 2000 May; 76(5):607-154

*Truckenbrodt, R.; Rühm, W.; Noßke, D.; König, K.*

Application of recent ICRP models to estimate intake and dose from in vivo and excretion measurements of a single <sup>241</sup>Am inhalation case

Rad. Prot. Dosim. 89 Nos. 3-4, (2000), S. 287-293

*Uchida, S.; Tagami, K.; Rühm, W.; Steiner, M.; Wirth, E*  
Separation of Tc-99 in soil and plant samples collected around the Chernobyl reactor using a Tc-selective chromatographic resin and determination of the nuclide by ICP-MS  
Applied Radiation and Isotopes 53 (2000) 69-73

*Wegmann, K.; Brix, G.*  
Evaluierung eines Ansatzes zur Korrektur der Streustrahlung bei Single-Photonen-Transmissionsmessungen mit PET anhand von Monte-Carlo-Rechnungen  
Nuklearmedizin (2000) 39, S. 67-71

*Wichterey, K., Sawallisch, S.*  
Radiological investigation of a uranium mining heap used for horticultural purposes  
Kerntechnik 65 (2000) 4, p. 176-182

## Beiträge in Tagungsbänden/ Broschüren

*In:*  
5th International Conference on High Levels of Radiation and Radon Areas: Radiation Dose and Health Effects (4.-7. 9. 2000 in München)  
International Conference Series ICS 1225, Elsevier, The Netherlands in press

*Beck, T.; Hamel, P.; Schmidt, V.*  
Quality Assurance of the BfS Passive Radon Measurement Service Poster und Proceedings

*Dushe, Ch.; Kümmel, M.*  
Long-Term Outdoor Radon Levels in Mining Regions of Germany

*Ettenhuber, E.*  
Investigation and Radiological Assessment of Mining Residues

*Gehrcke, K.; Kümmel, M.*  
Uncertainties in Dose Assessments and Possible Consequences for the Investigation of Mining Residues

*Hamel, P.; Schmidt, V.; Beck, T.*  
The BfS Calibration Laboratory for Radon and Radon Decay Product Measurements Poster

*Hamel, P.; Schmidt, V.; Beck, T.*  
The Calibration Laboratory for the Measuring Quantities Radon-222-Concentration in Air and Potential Alpha-Energie Concentration at the Federal Office for Radiation Protection

*Hornhardt, S.; Gomolka, S.; Jung, T. Burkart, W.*  
Combined effects of radiation with other agents: Is there a synergism trap?

*Kraus, W*  
Protection against enhanced natural radiation concepts and regulation approaches

*Lehmann, R., Kemski, J., Siehl, A., Stegemann, R., Valdivia-Manchego, M.*  
The Regional Distribution of Indoor Radon Concentration in Germany

*Schmidt, V.*  
Measurements of deposition velocity and particle concentrations of unattached radon decay products near surfaces

*Wichterey, K.; Sawallisch, S.*  
Radiation Exposure from Naturally Occuring Radionuclides via the Ingestion Pathway

*In:*  
Proceedings of the 10th International Congress of the IRPA  
„Harmonization of Radiation, Human Life and the Ecosystem“, Hiroshima, Japan (2000),

*Wirth, E.*  
How Can the Reliability of Radioecological Assessment Models Be Improved?

*Kreuzer, M.; Grosche, B.; Brachner, A.; Martignoni, M.; Schnelzer, M.; Burkart, W.*  
The German uranium miners cohort study – Preliminary results

*Mück, K.; Balanov, M.; Bayer, A.; Burkart, K.; Brunner, H. H.; Drabova, D.; Rousseau, D.; Stern, E.; Zunsu, H.*  
A proposal for a Radiation Protection Scale to better communicate with the public

*Noßke, D.*  
Availability and Use of the CD-ROMs on Models and Dose Coefficients

*Tolstykh, E. I.; Degteva, M. O.; Kozheurov, V. P.; Repin, V. S.; Novak, N. Yu.; Berkovski, V.; Noßke, D.*  
Validation of Biokinetic Models for Strontium: Analysis of the Techa River and Chernobyl Data

*In:*

Roth, A. (Ed.)  
 Proceedings DisTec 2000  
 – Disposal Technologies and Concepts 2000, International Conference on Radioactive Waste Disposal, Berlin, September 4-6, 2000, Hamburg: Kontec, 2000

*Boetsch, W.; Gründler, D.; Brennecke, P.; Martens, B.-R.*  
 Safety Aspects of Surface Contamination of LAW/MAW Packages.  
 ISBN 3-9806415-3-8, pp. 255-258

*Eilers, G.; Pieper, C.; Immke, A.*  
 PC-based Information System for the Morsleben ILW/LLW Repository – Three-dimensional Visualisation of Mine and Geological Deposits.  
 ISBN 3-9806415-3-8, pp. 333-338

*Haider, C.; Gründler, D.; Thiel, J.*  
 Evaluation of fire simulation tools for safety analyses of final repositories  
 ISBN 3-9806415-3-8, pp. 450-453

*Köster, R.; Maiwald-Rietmann, H.-U.; Skrzyppek, J.*  
 On Backfill Materials for an Underground Repository.  
 ISBN 3-9806415-3-8, pp. 640-645

*Kunze, V.; Ibach, T. M.; Ehrlich, D.*  
 Radiological Protection Related Issues within the Morsleben Decommissioning Safety Assessment.  
 ISBN 3-9806415-3-8, pp. 428-433

*Maric, D.; Peschke, J.; Thiel, J.*  
 The superpopulation model for probabilistic analysis of the operation safety of a repository  
 ISBN 3-9806415-3-8, pp. 504-507

*Preuss, J.; Müller-Hoeppe, N.; Schrimpf, C.*  
 The Interaction of the Evidence of Post Closure Safety and Requirements to Backfill Materials for the Morsleben Repository.  
 ISBN 3-9806415-3-8, pp. 634-639

*Resele, G.; Oswald, S.; Jaquet, O.; Wollrath, J.*  
 Morsleben Nuclear Waste Repository – Probabilistic Safety Assessment for the Concept of Extensive Backfill.  
 ISBN 3-9806415-3-8, pp. 573-578

*Beckmerhagen, I.; Berg, H. P.; Dörfelt, R.; Eigenwillig, G. G.*  
 The relevance of quality assurance for the safety of repositories for radioactive waste.  
 ISBN 3-9806415-3-8, pp. 434 – 439

*In:*

European Radiation Research 2000, 30th Annual Meeting of the European Society for Radiation Biology (27.-31. 8. 2000 in Warschau, Polen)

*Hornhardt, S.; Semmer, J.; Widemann, S.; Ammannsberger, R.; Gomolka, M.; Jung, T.*  
 Interaction of ionising-radiation and arsenic: analysis of DNA-damage and DNA-repair with the comet-assay

*Gomolka, M.; Baumgartner, I.; Reich, E.; Nürnberger, E.; Bauer, D.; Jenei, V.; Soewarto, D.; Hornhardt, S.; Hrabé de Angelis, M.; Jung, T.*  
 Genetic determination of radiation response in BALB/c and C57BL/6J mice

*In:*

Beiträge zur Broschüre: „Die Leitstellen zur Überwachung der Umweltradioaktivität“, Historie, Aufgaben und Perspektiven, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

*Rühle, H.*  
 Leitstelle für Trinkwasser, Grundwasser, Abwasser, Klärschlamm, Reststoffe und Abfälle, Abwasser aus kerntechnischen Anlagen

*Vogl, K.*  
 Leitstelle für Fortluft aus kerntechnischen Anlagen

*Schkade, U.-K.; Naumann, M.; Ullmann, W.; Will, W.; Winkelmann, I.*  
 Leitstelle für Fragen der Radioaktivitätsüberwachung bei bergbaulichen Tätigkeiten in den neuen Bundesländern (Bereich VOAS)

*In:*

Strahlenbiologie und Strahlenschutz. Individuelle Bedeutung für den Strahlenschutz, Band I, 2000, Herausgeber: G. Heinemann und W.-U. Müller:

*Gomolka, M.; Hornhardt, S.; Jung, T.*  
 Genetische Determination der biologischen Strahlenantwort in Mausinzuchtstämmen  
 S. 187-200

*Jung, T.*  
 Molekularbiologische Mechanismen II. Molekulare Mechanismen der Zellzyklusregulation, S. 59-70

*In:*  
Proceedings of the 44th European Quality Congress,  
Budapest, 2000,

*Beckmerhagen, I.; Berg, H.P.*  
Dependability management as an integral part of quality  
management to ensure the fulfillment of dependability  
requirements.  
Vol. S, European Organization for Quality, p. 69 – 76

*In:*  
Jahrestagung Kerntechnik 2000, Fachsitzung „Periodi-  
sche Sicherheitsüberprüfung von Kernkraftwerken –  
Anforderungen, Inhalte, Erfahrungen“, Bonn, Juni 2000,

*Berg, H. P.; Fröhmel, T.*  
Anforderungen an eine periodische  
Sicherheitsüberprüfung in Deutschland  
Berichtsheft S. 5-20

*In:*  
Jahrestagung Kerntechnik 2000, Fachsitzung  
„Stilllegung/Entsorgung“, Bonn, August 2000

*Illl, H.*  
Die deutschen Endlagerprojekte.  
Berichtsheft, S. 55-68

*In:*  
Healthy Buildings 2000 Proceedings, SIY INDOOR AIR  
INFORMATION OY, Finland

*Kemski J. ; Lehmann, R., Siehl, A., Stegemann, R.,  
Valdivia-Manchego, M.*  
The influence of the type of construction on the radon  
transfer from the ground into the buildings,  
ISBN 952-5236-09-9

*In:*  
*Barnet I., Neznal M.*  
“Radon investigations in the Czech Republic VIII  
and the fifth international workshop on the Geological  
Aspects of Radon Risk Mapping”,  
Czech Geological Survey and Radon corp., 2000

*Kemski, J. Lehmann, R., Siehl, A., Stegemann, R.,  
Valdivia-Manchego, M.*  
Radon Mapping in Germany  
– State of Investigations and Future Work,  
ISBN 80-7075-417-6

*In:*  
Modelling the migration and accumulation of radionucli-  
des in forest ecosystems: final report on the BIOMASS  
Forest Working Group activities 1998 – 2000, IAEA-  
TECDOC, Vienna, IAEA (TECDOC in preparation)

*Steiner, M.; Linkov, I.*  
Definitions of transfer parameters for understory  
vegetation and fungal fruit bodies.

*In:*  
Air Pollution Modeling and its Application XIII,  
edited by S.-E. Gryning and E. Batchvarova  
Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, 2000

*Walter, H.; Martens, R.; Thielen, H.; Sperling, T.;  
Maßmeyer, K.*  
Concept of a model system for the computation of  
atmospheric dispersion close to real situations and the  
immediate assessment of the radiation exposure

*In:*  
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz  
und Reaktorsicherheit (Hrsg.)  
Die Leitstellen zur Überwachung der  
Umweltradioaktivität, Bonn, 2000

*Wiechen, A.; Bayer, A.*  
Die Leitstellen für die Überwachung der Radioaktivität in  
der Umwelt – Historie, Aufgaben, Perspektiven

# Organisationsplan des Bundesamtes für Strahlenschutz (Stand: 01.06.2001)

Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), Willy-Brandt-Straße 5, 38226 Salzgitter-Lebenstedt (SZ)  
Tel.: 0 53 41/8 85-0 Fax: 0 53 41/8 85-8 85

KTA-Geschäftsstelle, Albert-Schweitzer-Straße 18, 38226 Salzgitter (SZ)  
Tel.: 05341/8 85-901 Fax: 05341-8 85-905

RSK-Geschäftsstelle, Hermann-Ehlers-Str. 10, 53113 Bonn (BN1)  
Tel.: 0 18 88/3 05-37 25 Fax: 0 18 88/67 03 88

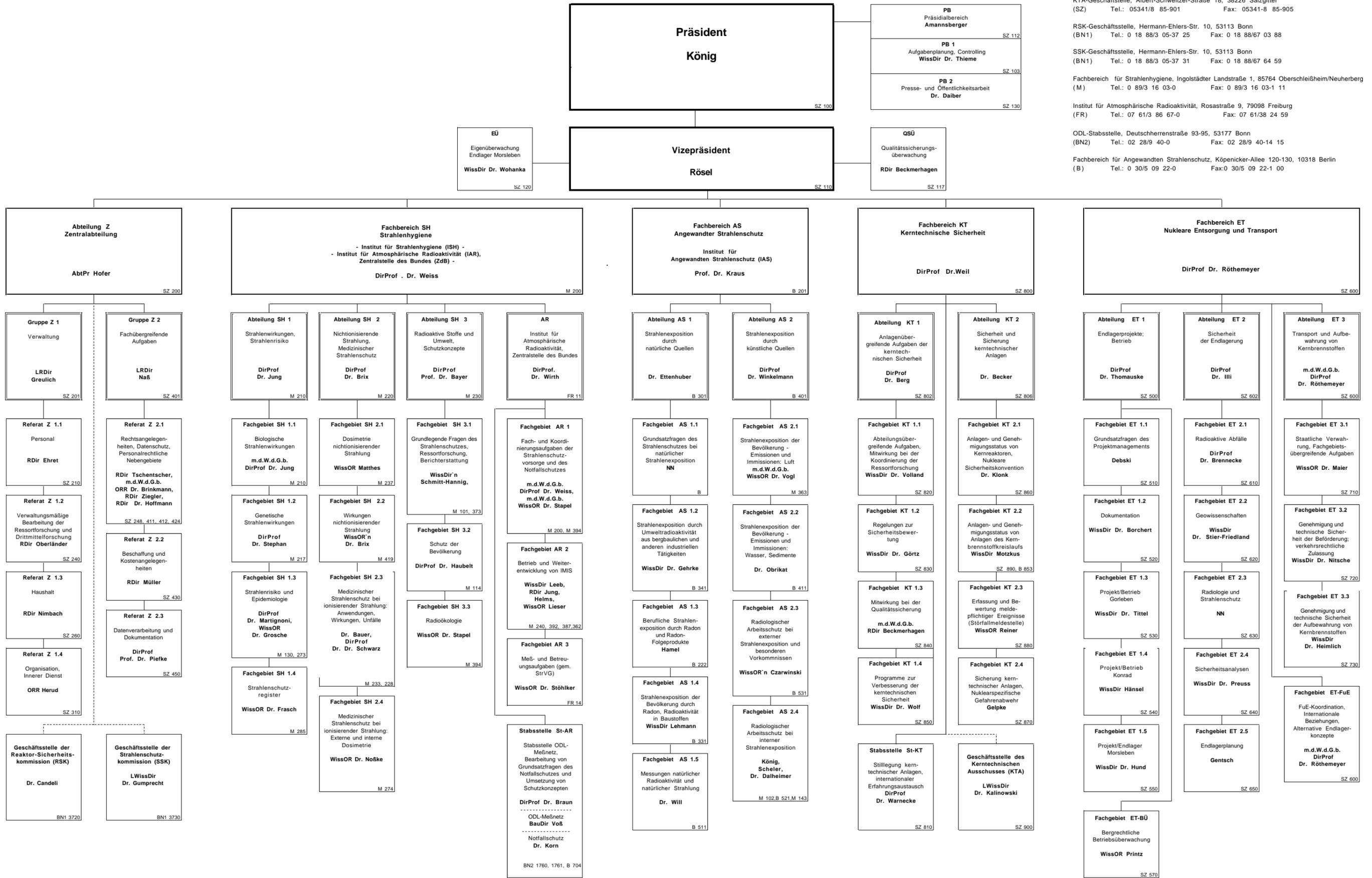
SSK-Geschäftsstelle, Hermann-Ehlers-Str. 10, 53113 Bonn (BN1)  
Tel.: 0 18 88/3 05-37 31 Fax: 0 18 88/67 64 59

Fachbereich für Strahlenhygiene, Ingolstädter Landstraße 1, 85764 Oberschleißheim/Neuherberg (M)  
Tel.: 0 89/3 16 03-0 Fax: 0 89/3 16 03-1 11

Institut für Atmosphärische Radioaktivität, Rosastraße 9, 79098 Freiburg (FR)  
Tel.: 07 61/3 86 67-0 Fax: 07 61/38 24 59

ODL-Stabsstelle, Deutscherherrenstraße 93-95, 53177 Bonn (BN2)  
Tel.: 02 28/9 40-0 Fax: 02 28/9 40-14 15

Fachbereich für Angewandten Strahlenschutz, Köpenicker-Allee 120-130, 10318 Berlin (B)  
Tel.: 0 30/5 09 22-0 Fax: 0 30/5 09 22-1 00



# Bundesamt für Strahlenschutz

Hauptsitz/Postanschrift:  
Willy - Brandt - Straße 5  
38226 Salzgitter  
Tel.: 05341/8 85 - 0  
Fax: 05341/8 85 - 8 85  
Internet: <http://www.bfs.de>

Fachbereich Angewandter  
Strahlenschutz  
Institut für Angewandten  
Strahlenschutz:  
Köpenicker Allee 120 - 130  
10318 Berlin  
Tel.: 030/5 09 22 - 0  
Fax: 030/5 09 22 - 1 00

Fachbereich Strahlenhygiene  
Institut für Strahlenhygiene:  
Ingolstädter Landstraße 1  
85764 Oberschleißheim  
(Neuherberg)  
Tel.: 089/3 16 03 - 0  
Fax.: 089/3 16 03 - 1 11

Fachbereich Strahlenhygiene  
Institut für Atmosphärische  
Radioaktivität:  
Rosastraße 9  
79098 Freiburg  
Tel.: 0761/3 86 67 - 0  
Fax: 0761/38 24 59

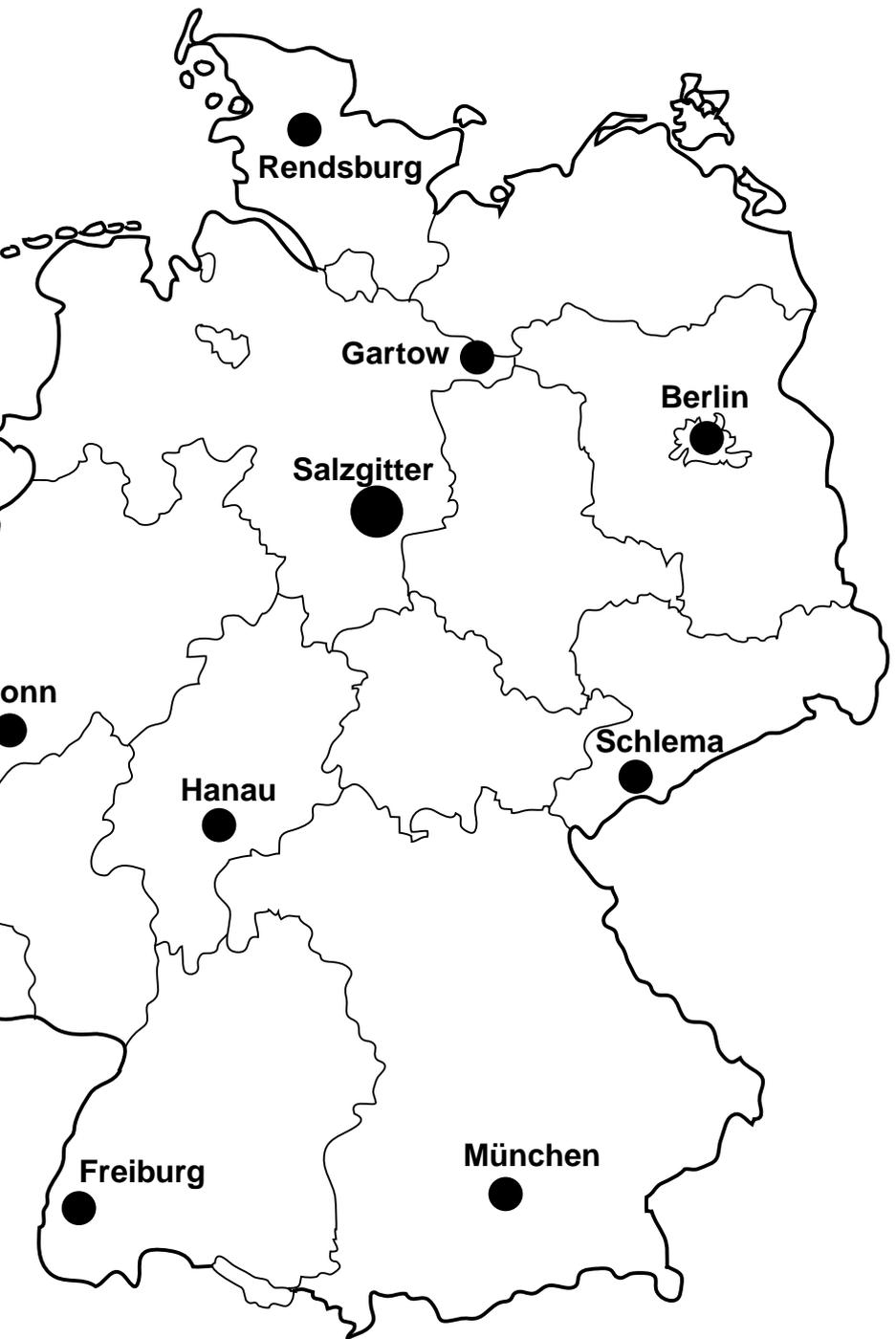
SSK - Geschäftsstelle:  
Hermann - Ehlers - Straße 10  
53113 Bonn  
Tel.: 0228/3 05 - 37 31  
Fax: 0228/67 64 59

RSK - Geschäftsstelle:  
Hermann - Ehlers - Straße 10  
53113 Bonn  
Tel.: 0228/3 05 - 37 25  
Fax: 0228/67 03 88

KTA-Geschäftsstelle  
Albert-Schweitzer-Straße 18  
38226 Salzgitter  
Tel.: 05341/8 85 - 901  
Fax: 05341/8 85 - 905

Informationsstelle zur  
nuklearen Entsorgung:  
Hauptstraße 15  
29471 Gartow  
Tel.: 05846/16 31  
Fax: 05846/15 50

Informationsstelle zur radiologischen  
Situation in Bergbaugebieten:  
Joliot - Curie - Straße 3  
08301 Schlema  
Tel.: 03772/2 27 00  
Fax: 03772/2 24 37



ODL - Stabsstelle Bonn:  
Deutscherherrenstraße 93 - 95  
53177 Bonn  
Tel.: 0228/9 40 - 14 11  
Fax: 0228/9 40 - 14 15

Messnetzknotten Bonn:  
Deutscherherrenstraße 93 - 95  
53177 Bonn  
Tel.: 0228/9 40 - 0  
Fax: 0228/9 40 - 14 15

Messnetzknotten Rendsburg:  
Graf - von - Stauffenberg - Straße 13  
24768 Rendsburg  
Tel.: 04331/1 32 20  
Fax: 04331/13 22 28

Staatliche Verwahrung von  
Kernbrennstoffen:  
Rodenbacher Chaussee 6  
63457 Hanau  
Tel.: 06181/58 - 01  
Fax: 06181/58 - 43 30



Halde bei Schlema



Messstation  
Schauinsland