



BfS Bundesamt für
Strahlenschutz



Jahresbericht 2002

Verantwortung für
Mensch und Umwelt

Bundesamt für Strahlenschutz
Postfach 10 01 49
38201 Salzgitter
Tel.: 01888/3 33 - 0
Fax.: 01888/3 33 - 18 85
Internet: <http://www.bfs.de>

Redaktion: Lutz Ebermann

Fotos: BfS - Melanie Quandt
und genannte Quellen

Satz und Druck: Schlütersche DRUCK
GmbH & Co. KG
Hans-Böckler-Straße 52
30851 Langenhagen

© 2003 Bundesamt für Strahlenschutz

Gedruckt auf Recyclingpapier

Jahresbericht 2002

Bundesamt für Strahlenschutz

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Vorwort	5
Aufgaben des BfS im Bereich des vorsorgenden Verbraucherschutzes	6
– Einleitung	6
Solarien – Qualitätssicherung durch Zertifizierung	8
– Ausgangssituation beim gesundheitlichen Verbraucherschutz in Solarien.....	8
– Runder Tisch Solarien	8
Vorsorge im Bereich Mobilfunk	10
– Wissenschaftliche Forschung	10
– Maßnahmen der Mobilfunkbetreiber	10
– Strahlungsarme Handys („Blauer Engel“)	10
Bestimmung natürlicher Radionuklide in Mineralwässern	12
– Untersuchungsprogramm des BfS	12
– Ergebnisse und Bewertung.....	12
Vermeidung erhöhter Radonkonzentrationen in Gebäuden	14
– Regelungen zur Begrenzung der Radonkonzentration in Gebäuden	14
– Maßnahmen zum Schutz vor erhöhten Radonkonzentrationen	15
Die novellierte Röntgenverordnung – Neue Aufgaben des BfS im medizinischen Strahlenschutz	16
– Strahlenschutzgrundsätze	16
– Diagnostische Referenzwerte	16
– Erfassung der Strahlenexposition der Bevölkerung	16
– Medizinische Forschung am Menschen	17
Röntgen-Mammographie – Forderung nach strengen Qualitätsstandards	18
– Aktivitäten des BfS im Jahr 2002	18
– Qualitätsstandards für die Brustkrebsfrüherkennung mittels Röntgen-Mammographie	19
– Qualitätsstandards für die kurative Röntgen-Mammographie.....	19
Weitere Arbeitsschwerpunkte des BfS	21
Zwischenlagerung von Kernbrennstoffen	21
Zentrale Zwischenlager	21
– Transportbehälterlager Ahaus	21
– Transportbehälterlager Gorleben	21
Dezentrale Zwischenlager	21
– Genehmigungsanträge und Antragsänderungen	21
– Prüfung eines absichtlich herbeigeführten Flugzeugabsturzes	22
– Genehmigungserteilungen	22
– Beteiligung der Republik Österreich	24
– Standort-Zwischenlager und Interimslager in Betrieb	24
Sicherheit von Transport- und Lagerbehältern	25
– Die Rolle des BfS bei der Prüfung der Sicherheit von Transport- und Lagerbehältern	25
– Statistische Angaben zu Transporten, Transportgenehmigungen und verkehrsrechtlichen Zulassungen für 2002	27

Inhaltsverzeichnis

Staatliche Verwahrung von Kernbrennstoffen	28
– Grundlagen	28
– Lagerung heute und in Zukunft	28
Stand der Entsorgung und Suche nach einem Endlagerstandort	29
Stand der Entsorgung	29
Suche nach einem Endlagerstandort	30
– Ergebnisse des AkEnd	30
• Implementierung des Auswahlverfahrens	30
• Grundlegende Anforderungen an die Endlagerung und das Auswahlverfahren	30
• Das Auswahlverfahren	30
Überwachung der Strahlenbelastung beim Fliegen	31
– Strahlenexposition beim Fliegen	31
– Wie wird die Dosis ermittelt?	31
– Strahlenschutz des fliegenden Personals	32
Gesundheitliche Folgen der sowjetischen Atombombenversuche in Kasachstan	33
Stand der deutschen Uranbergarbeiterstudie	34
– Bisherige Kenntnisse zu gesundheitlichen Auswirkungen einer Radonexposition im Bergbau	34
– Die Kohortenstudie des BfS	34
• Strahlenexposition	34
• Follow-Up	35
Forschung für mehr Sicherheit und Strahlenschutz	36
Untersuchungen zur Strahlenexposition durch Radon und Radon-Zerfallsprodukte an Arbeitsplätzen in Gebäuden	36
Vergleichende Untersuchungen zu Gefährdungspotenzial, Deponiesicherheit und regulatorischen Anforderungen bei der Endlagerung radioaktiver und chemotoxischer Abfälle	37
Transfer von Elementen in die Muttermilch	38
Behandlung von Brand als anlagenübergreifendes Ereignis zur Risikoabschätzung in Kernkraftwerken	38
Aktuelle Schwerpunkte bei der Bewertung der Sicherheit von Kernkraftwerken	41
– Einfluss des Menschen auf den Betrieb und die Sicherheit in Kernkraftwerken	41
– Alterungsmanagement	42
Meldepflichtige Ereignisse in kerntechnischen Einrichtungen der Bundesrepublik Deutschland im Jahr 2002 ..	43
Sicherheitsüberprüfung (SÜ) kerntechnischer Anlagen – Stand und Entwicklung	46
– Leitfäden für die Sicherheitsüberprüfung	46
– Der neue Leitfaden Probabilistische Sicherheitsanalyse (PSA)	46
– Arbeiten an Methoden- und Datenband PSA	47
– Weiteres Vorgehen	47
– Sicherheitsmanagement	47
Dokumentation der in den deutschen Kernkraftwerken erzeugten Strommengen	48
Stilllegung kerntechnischer Anlagen	49
– Internationale Stilllegungskonferenz in Berlin	49
Emissionsüberwachung bei Atomkraftwerken	51
– Emissionsüberwachung	51
• Grundlagen	51
• Überwachungs- und Bilanzierungsmessungen	51
• Ergebnisse und Bewertung	51
– Untersuchungen zur Güte von Probeentnahmeeinrichtungen bei kerntechnischen Anlagen – ein Überblick ..	52

Inhaltsverzeichnis

BfS: Fakten und Zahlen	54
Aufgaben, Aufbau und Organisation	54
Standorte, Beschäftigte, Haushalt	55
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit	57
– Im Blickpunkt der Öffentlichkeit: Handys und Mobilfunkanlagen	57
– Informationen zum Nachlesen	58
– Vernissage im Bundesamt für Strahlenschutz	58
– Tag der offenen Tür	59
Publikationen	61
BfS-Berichte	61
Ausgewählte Beiträge in externen Fachzeitschriften	61
Beiträge in Tagungsbänden / Broschüren	62

Vorwort

Sehr geehrte Damen und Herren,
liebe Leserinnen und Leser,

„Verantwortung für Mensch und Umwelt“ – dies ist das Leitmotiv des Bundesamtes für Strahlenschutz, das von den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern 2001 vorgeschlagen und verabschiedet wurde. Der Jahresbericht 2002 unterstreicht diese Aufgabe. Im Mittelpunkt steht der vorsorgende Verbraucherschutz vor den Gefahren durch ionisierende und nichtionisierende Strahlen.

Maßnahmen des vorbeugenden und vorsorgenden Verbraucherschutzes müssen in verschiedenen Lebensbereichen ansetzen und bedürfen der gesellschaftlichen Diskussion. Sie bedingen politisches Handeln in Bereichen, die unterhalb der Gefahrenabwehr liegen und der Risikovorsorge dienen. Auf Besorgnisse der Öffentlichkeit über mögliche Risiken und Gefährdungen einzugehen, heißt für die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des BfS, den Dialog zwischen Fachleuten und Gesellschaft fördern, vorausschauend Probleme und Handlungsbedarf aufzeigen, Menschen die Verantwortung für ihre Gesundheit und den Schutz der Umwelt bewusst machen sowie praktische Verhaltensempfehlungen geben.

Das schließt weiterhin ein, wissenschaftliche Erkenntnisse, auf deren Grundlage das BfS arbeitet, laufend im Hinblick auf Unsicherheiten zu hinterfragen und gegebenenfalls Entscheidungen im Sinne des Vorsorgegedankens zu treffen.

Das BfS stellt sich den veränderten Rahmenbedingungen, unter denen nicht nur die private Wirtschaft, sondern auch der öffentliche Dienst künftig arbeiten muss. Zum 01.02.2003 wurde nach einem intensiven internen Diskussionsprozess die neue Aufbauorganisation des BfS in Kraft gesetzt. Sie verschlankt Strukturen und spiegelt fachliche Aufgaben in organisatorischen Einheiten besser wider. Sie wird mehr Effektivität und Effizienz bei der Erledigung unserer Aufgaben, aber auch mehr Transparenz und Profil in der Außendarstellung bringen. Die neue Organisation des BfS können Sie dem beiliegenden Einlegeblatt entnehmen.



Dank möchte ich an dieser Stelle den vielen externen Sachverständigen, Gutachtern und Kooperationspartnern aussprechen.

Mein besonderer Dank gilt jedoch den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des BfS, die bei stetig knapper werdenden personellen und materiellen Ressourcen für die erzielten guten Ergebnisse die Grundlage gelegt haben.

Für zusätzliche und vertiefte Informationen bitte ich Sie, insbesondere auf das umfangreiche Informationsangebot des BfS im Internet (www.bfs.de) zurückzugreifen.

Ihr

A handwritten signature in blue ink, which appears to be 'W. König'.

Wolfram König
Präsident des Bundesamtes für Strahlenschutz

Aufgaben des BfS im Bereich des vorsorgenden Verbraucherschutzes

Einleitung

von Wolfram König

Nicht nur im persönlichen Gesundheitsbereich ist das Motto „Vorbeugen ist besser als Heilen“ uneingeschränkt anwendbar. Auch ein wirkungsvoller Verbraucherschutz gelingt nur durch Vorbeugung und Vorsorge. Verantwortungsbewusstes Handeln wird deshalb konsequent diesen Grundsätzen folgen.

Das Bundesamt für Strahlenschutz trägt durch seine wissenschaftliche Arbeit u. a. zur Anpassung der geltenden gesetzlichen Regelungen an neue wissenschaftliche Erkenntnisse bei. Damit soll auch der Schutz der Gesundheit gegen die Risiken ionisierender und nicht-ionisierender Strahlung in ein umfassendes System des vorsorgenden Verbraucherschutzes integriert werden.

Der Begriff Vorsorge wird in unterschiedlichen Definitionen verwendet. Im wörtlichen Sinn handelt es sich um „vorausschauende Fürsorge“. Man findet aber auch Definitionen, die sich im Sinne von „Vorsicht“, z. B. im Umgang mit wissenschaftlichen Unsicherheiten oder mit vermeidbaren Expositionen interpretieren lassen.

Strahlenschutz muss im Interesse der Bevölkerung neben den quantifizierbaren Risiken und Gefahren unter Berücksichtigung der Unsicherheiten der quantitativen Abschätzung auch mögliche, wissenschaftlich noch nicht nachgewiesene Risiken in seine Überlegungen mit einbeziehen: Grenzwerte, Vorsorgewerte und Vorsorgemaßnahmen stellen im System des vorsorgenden Verbraucherschutzes unterschiedliche Optionen zur Erreichung der Ziele eines vorbeugenden Verbraucherschutzes dar, die sich ergänzen.

Das Prinzip der Vorsorge ist als Teil der „Philosophie“ des Schutzes gegen die Wirkungen ionisierender Strahlung seit langem fest verankert. Dies zeigt sich unter anderem in den Grundannahmen zum Wirkmechanismus ionisierender Strahlung, die von einer linearen Dosis-Wirkungsbeziehung ohne Schwellenwert ausgehen. Dabei wird angenommen, dass auch kleinste Strahlendosen schädliche biologische Wirkungen hervorrufen. Deshalb ist es erforderlich, jede Strahlenexposition oder Kontamination von Mensch und Umwelt unter Beachtung des Standes von Wissenschaft und Technik und unter Berücksichtigung aller Umstände des Einzelfalls auch unterhalb der Grenzwerte so gering wie möglich zu halten (Minimierungsgebot).

Auch im Bereich nicht-ionisierender Strahlung ist das Handeln dem Vorsorgegedanken verpflichtet, obwohl hier wegen des Fehlens eines direkten Schädigungspotenzials für das genetische Material von Zellen grund-

sätzlich von gesundheitlichen Wirkungen ausgegangen werden muss, für die Schwellenwerte existieren. Ein wichtiger Grund für die Einbeziehung von Vorsorgemaßnahmen ist, dass es unterhalb der Grenzwerte zum Schutz gegen die Wirkungen nicht-ionisierender Strahlung, die am Schädigungsmechanismus der thermischen Wirkung orientiert sind, Hinweise auf andere biologische Wirkungen gibt. Die möglicherweise damit verbundenen Gesundheitsrisiken auf Basis des derzeitigen Wissens sind weder genau quantifizierbar noch in ihrem Schädigungspotenzial charakterisierbar. Man kann beim heutigen Wissen allerdings feststellen, dass es sich mit großer Wahrscheinlichkeit, wenn überhaupt, um kleine Risiken für eine einzelne Person handelt. Der Kreis der potenziell betroffenen Personen kann dagegen sehr groß sein.

Für das BfS sind diese Hinweise im Sinne der „vorausschauenden gesundheitlichen Fürsorge“ Anlass, sich auch bei der nicht-ionisierenden Strahlung nachhaltig für Vorsorge einzusetzen. Ein Element dieses Vorsorgekonzepts des BfS ist die Forderung, Expositionen jeglicher Art möglichst gering zu halten. Ein Weiteres ist die umfassende Aufklärung und Information der Verbraucher über mögliche Risiken einschließlich Hinweisen für vorsorgende Verhaltensweisen. Ein Drittes ist die Förderung von Forschung, die dazu dient, vorhandene Wissenslücken zu schließen. Im Jahr 2002 ist hier besonders die Planung und Umsetzung eines spezifischen Forschungsprogramms Mobilfunk durch das BfS zu nennen.

Maßnahmen des vorsorgenden Strahlenschutzes im Bereich ionisierender und nicht-ionisierender Strahlung können und müssen in verschiedenen Lebensbereichen ansetzen: in der Umwelt bis hinein in den Wohnbereich, am Arbeitsplatz und bei der Anwendung ionisierender Strahlung einschließlich Radionukliden und nicht-ionisierender Strahlung in Medizin, Industrie, Gewerbe und Forschung. Dies wird im Folgenden an Beispielen erläutert und in den Beiträgen dieses Jahresberichtes vertiefend dargestellt.

Vorsorge am Arbeitsplatz dient dem Zweck, beruflich bedingte Strahlenexpositionen möglichst gering zu halten. Das aktuelle Aufgabenspektrum des BfS reicht von der Überprüfung spezieller Arbeitsplätze in der Medizin (Stichwort: Beta-Dosimetrie) bis hin zum Betrieb des Strahlenschutzregisters für beruflich strahlenexponierte Personen. Dass das Aufgabenspektrum des Strahlenschutzregisters von den bisherigen „klassischen“ Bereichen der Industrie, Forschung und Medizin jetzt auch auf andere Bereiche wie die der Überwachung des „fliegenden Personals“ sowie des Personals an „Radon“-Arbeitsplätzen, z. B. in Wasserwerken, ausgedehnt wurde, ist Ausdruck dafür, dass die Vorsorge in diesem Bereich ernst genommen wird.

Bei der Anwendung von ionisierender Strahlung einschließlich Radionukliden und nicht-ionisierender Strahlung geht es u. a. darum, dass bei solchen Anwendungen der Nutzen gegenüber dem Risiko überwiegen muss (Rechtfertigungsgebot). Ist dies nachgewiesen, müssen sie nach dem neuesten Stand von Wissenschaft und Technik erfolgen und die resultierenden Strahlenexpositionen so gering gehalten werden, wie dies bei der jeweiligen Anwendung sinnvoll möglich ist, ohne dass das Ziel der Anwendung in Frage gestellt wird. Maßnahmen des BfS sind hier die Bauartzulassung nach Röntgenverordnung (RöV), die Genehmigungen von Anwendungen am Menschen nach Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) und RöV.

Aufgabe ist es auch, Standards für den Schutz der Verbraucher nach dem neuesten Stand von Wissenschaft und Technik zu setzen und diese Standards regelmäßig zu überprüfen und weiter zu entwickeln. Hierher gehört z. B. die Festlegung und Überprüfung von Referenzwerten für diagnostische und nuklearmedizinische Anwendungen, die nach der neuen Strahlenschutzverordnung Aufgabe des BfS geworden ist.

Gerade im Bereich „neuer“ Anwendungen erfordert die Vorsorge ein verantwortungsvolles Herangehen auch unter Nutzen-Risiko-Aspekten. Beispiel hierfür ist die aktuelle Diskussion um die Brustkrebsfrüherkennung mit Hilfe der Mammographie, in die sich das BfS im Jahr 2002 aktiv eingebracht hat.

Überwachungsmaßnahmen im Bereich der Umwelt sind Vorsorgemaßnahmen, die dazu dienen, den Zustand der Umwelt zu charakterisieren und Veränderungen des Strahlenpegels bereits lange vor dem Erreichen von Werten zu erkennen, die ein Eingreifen erforderlich machen. Mit solchen Überwachungsmaßnahmen werden Informationen gewonnen, die es ermöglichen, frühzeitig Empfehlungen zum situationsangemessenen Handeln zu geben und gegebenenfalls rechtzeitig Schutzmaßnahmen einzuleiten.

So betreibt das BfS ein UV-Messnetz, das der Beobachtung der solaren UV-Pegel in Deutschland dient. Die Daten dieses Messnetzes und weitere Informationen von Kooperationspartnern sind Grundlage für Verhaltensempfehlungen des BfS zum Schutz der Bevölkerung gegen die schädigende Wirkung der Sonnenstrahlung.

Ein weiteres Beispiel ist die Überwachung der Umweltradioaktivität durch das Integrierte Mess- und Informationssystem „IMIS“, das u. a. ein Frühwarnsystem zum schnellen Erkennen erhöhter Pegel der Umweltradioaktivität einschließt.

Im Wohnbereich dienen Überwachungsprogramme des BfS dazu, die dortigen Pegel des radioaktiven Edelgases

Radon zu messen, die Ursachen für erhöhte Expositionen in Wohnungen zu ermitteln und Maßnahmen zur Reduzierung erhöhter Belastungen zu empfehlen.

Schließlich hat das BfS in 2002 eine Untersuchung von Mineralwässern auf radioaktive Inhaltstoffe abgeschlossen und bei der Erarbeitung von Vorschlägen über zulässige Konzentrationen natürlicher Radionuklide im Rahmen der Neufassung der Mineralwasserverordnung mitgewirkt.

Neben diesem Engagement für einen vorsorgenden gesundheitlichen Verbraucherschutz im Rahmen des Vollzugs rechtlicher Bestimmungen hat sich das BfS im Jahr 2002 aktiv für die Fortentwicklung der Rahmenbedingungen für den gesundheitlichen Verbraucherschutz insgesamt eingesetzt. Hierzu zählen insbesondere die Mitwirkung beim Aktionsprogramm Umwelt und Gesundheit des Bundesumweltministeriums und des Bundesgesundheitsministeriums. Im Rahmen des Aktionsprogramms wurde von den beiden Ministerien eine Risikokommission, deren Geschäftsstelle sich beim BfS befindet, eingesetzt. Ziel der Arbeit der Kommission ist es, Wege der Harmonisierung in der Standardsetzung im Bereich des gesundheitlichen Verbraucherschutzes und sich daraus ergebende notwendige Veränderungen in den behördlichen Strukturen und Arbeitsweisen sowie den Beratungsgremien aufzuzeigen. Die Risikokommission hat ihre diesbezüglichen Überlegungen und Empfehlungen im Herbst 2002 in einem ersten Bericht niedergelegt und öffentlich zur Diskussion gestellt.

Vorsorgender und vorbeugender Verbraucherschutz bedürfen der gesellschaftlichen Diskussion und des politischen Handelns in Bereichen, die unterhalb der Gefahrenabwehr liegen und die oft geprägt sind von Unsicherheit und Nichtwissen und der daraus resultierenden Besorgnis der Öffentlichkeit über mögliche Risiken und Gefährdungen. Eine über die reine Information hinausgehende Risikokommunikation, die den Diskurs mit Betroffenen und deren Beteiligung einschließt, ist notwendige Voraussetzung für Etablierung und Weiterentwicklung eines effektiven vorsorgenden Verbraucherschutzes. Dieser Herausforderung fühlt sich das BfS verpflichtet.

Solarien – Qualitätssicherung durch Zertifizierung

Ansprechpartner:

Rüdiger Matthes (0 18 88/3 33-21 58)

Schon immer ist die Bevölkerung der natürlichen ultravioletten (UV-)Strahlung der Sonne ausgesetzt gewesen. Für kosmetische Zwecke (z. B. Hautbräunung) erhöhen allerdings immer weitere Bevölkerungskreise bewusst ihre UV-Exposition. Schätzungsweise besucht im Mittel jeder Bundesbürger ca. 2-3 mal pro Jahr ein Sonnenstudio, manche Bundesbürger setzen sich sogar einer täglichen Bestrahlung aus (s. a. Jahresbericht 2001, S. 35).

Nach wissenschaftlich gesicherter Erkenntnis besteht kein Zweifel daran, dass die Exposition durch UV-Strahlung, sei sie künstlichen oder natürlichen Ursprungs, ein erhebliches gesundheitliches Risiko darstellt. Betroffen hiervon sind vor allem die Augen und die Haut, mit möglichen Auswirkungen auf das Immunsystem und damit auf den gesamten Organismus. Im Mittelpunkt steht aber die Entstehung von Hautkrebs, die schwerwiegendste Spätfolge der UV-Bestrahlung. Seine Häufigkeit hat in den letzten Jahrzehnten deutlich zugenommen. In Deutschland erkranken derzeit (Stand 2002) ca. 120.000 Menschen pro Jahr neu an Hautkrebs (Basalzellkarzinom, Stachelzellkarzinom und malignes Melanom). Hauptziel des BfS ist es, durch Aufklärung und Information der Bevölkerung zu einer Verminderung UV-bedingter gesundheitlicher Risiken beizutragen.

Ausgangssituation beim gesundheitlichen Verbraucherschutz in Solarien

Auf einer gemeinsam mit der Arbeitsgemeinschaft Dermatologische Prävention (ADP, www.unserehaut.de) und der Deutschen Krebshilfe (DKH, www.krebshilfe.de) durchgeführten Pressekonferenz im Oktober 2001 wurde ausführlich dargelegt, dass die Nutzung von Solarien ein großes strahlenhygienisches Problem darstellt. Ihr technischer Zustand, die Hygiene, das fehlende Fachpersonal und die Aufstellung unkontrollierter Münzsolarien bzw. Sonnenwiesen wurden kritisiert.

Die vorgestellten stichprobenartigen Messungen an Solarien zeigten gravierende Mängel. Ein großer Teil der untersuchten Solarien wies Bestrahlungsintensitäten auf, die die Intensität der Mittagssonne am Äquator um ein Mehrfaches übertreffen. Innerhalb von wenigen Minuten kann dies zu einem Sonnenbrand führen. Beim Betrieb eines Sonnenstudios müssen derzeit kaum Vorschriften eingehalten werden. Es gibt keine Behörde, die prüft, ob die Geräte regelmäßig gewartet werden, wie viel und welche UV-Strahlung sie abgeben und ob alle Bauteile, wie z. B. die wichtigen Filter, in Ordnung

sind. Die Gewerbeaufsicht greift in der Regel erst ein, wenn es in einem Studio zu Zwischenfällen – zum Beispiel Verbrennungen – gekommen ist, die ihr angezeigt werden.

In diesem Zusammenhang hat das BfS gemeinsam mit der ADP/DKH einen „Solarien-Check“ (siehe Jahresbericht 2001, S. 36) entwickelt, anhand dessen Nutzerinnen und Nutzer schnell die Mindestkriterien, die ein Solarium erfüllen sollte, überprüfen können. Außerdem wird der Solarienbesucher in die Lage versetzt, das mögliche gesundheitliche Risiko zu erkennen und eigenverantwortlich zu entscheiden.

Die Strahlenschutzkommission (SSK, www.ssk.de) rät in ihrer Empfehlung „Schutz des Menschen vor den Gefahren der UV-Strahlung in Solarien“ (Empfehlungen der Strahlenschutzkommission, Bonn, 2001) dazu, Solarien für kosmetische Zwecke nicht zu nutzen. Allerdings werden darin für die Personen, die dennoch Solarien aufsuchen wollen, Hinweise zur Reduzierung des gesundheitlichen Risikos gegeben. Diese umfassen die Charakterisierung von Risikogruppen, Verhaltensempfehlungen für den Nutzer, Anforderungen für Solarienbetreiber, technische Anforderungen an die Geräte und Empfehlungen an den Gesetzgeber.

Runder Tisch Solarien

Das BfS hat die unbefriedigende Situation bei der Nutzung von Solarien zum Anlass genommen, einen Runden Tisch Solarien (RTS) mit Vertretern von BfS, DKH, ADP und Bundesumweltministerium, von Solarienbetreibern und -industrievertretern einzurichten. Ziel des RTS ist es, auf Basis des SSK-Kriterienkataloges einheitliche Kriterien für einen Mindeststandard zum Schutz der Kunden von Sonnenstudios festzulegen. Diese sollen dann als Grundlage für eine freiwillige Zertifizierung von Sonnenstudios dienen.

Es bestand von Anfang an Einigkeit darüber, dass die Zertifizierung der Solarien primär eine Selbstverpflichtung der Betreiber ist. Auf technischer Ebene sowie bei der Aus- und Fortbildung sollen verbindliche Standards als Grundlage für das zukünftige Handeln festgelegt werden. Die Einhaltung vereinbarter Regelungen soll durch sachverständige Stellen, die unabhängig sind von Herstellern und Betreibern von Solarien (z. B. Technische Überwachungsvereine), überprüft werden.

Die wesentlichen Kriterien für eine Zertifizierung von Solarienbetrieben, auf die sich die RTS-Teilnehmer geeinigt haben, sind definierte Gerätestandards mit limitierter UV-Bestrahlung und Prüfungsvorschriften, sowie einheitliche Betriebsabläufe bzgl. der Hygiene und Arbeitsschutzmaßnahmen (www.bfs.de). Weiterhin werden die fachliche Qualifikation der im Kundenkontakt stehenden Mitarbei-

terinnen und Mitarbeiter und der Umfang der Kundeninformation und -beratung geregelt.

Als vorläufiges Ergebnis einer intensiven und konstruktiven Diskussion konnte Einigkeit über die Gerätekriterien, die Betriebsabläufe in Sonnenstudios, die Ausbildungsinhalte und das grundsätzliche Verfahren für die Zertifizierung der Solarien erzielt werden. Mit diesem Schritt ist es gelungen, den Nutzern von zertifizierten Sonnenstudios zukünftig einen Mindestschutz vor zu hoher UV-Belastung und damit zu hohem gesundheitlichen Risiko zu geben.

Das BfS ist bereit, die Akkreditierung von Zertifizierungsstellen zu übernehmen und auf der Grundlage der formulierten Eckpunkte die Rahmenbedingungen für die Zertifizierung zu definieren.

Durch konsequente Fortführung der Forschung wird das BfS weiterhin dazu beitragen, die noch bestehenden offenen Fragen, z. B. zu den genauen Entstehungsmechanismen des Melanoms und über mögliche Risikofaktoren zu klären. Zu diesem Zweck werden entsprechende Projekte im Rahmen des Umweltforschungsplans initiiert.



Vermessung eines Solariums

Vorsorge im Bereich Mobilfunk

Ansprechpartnerin:

Christiane Pölzl (0 18 88/3 33-21 44)

Das Thema „Mobilfunk“ war auch im Jahr 2002 Gegenstand der öffentlichen sowie der wissenschaftlichen Diskussion. Grundlage der wissenschaftlichen Diskussionen sind die nach wie vor bestehenden Unsicherheiten über die biologischen Wirkungen der elektromagnetischen Felder und deren mögliche negative Folgen für die menschliche Gesundheit. Die Ergebnisse einzelner Studien liefern wissenschaftliche Hinweise auf mögliche gesundheitliche Beeinträchtigungen auch bei Expositionen unterhalb der gültigen Grenzwerte. Diese Hinweise belegen zwar kein gesundheitliches Risiko, geben jedoch Anlass, Vorsorgemaßnahmen zu ergreifen. Dazu gehören:

- Sicherstellung einer möglichst geringen Exposition,
- Intensivierung der Forschung,
- Einrichtung einer Datenbank zu den genehmigten Standorten von Mobilfunkanlagen,
- Information der Bevölkerung.

In Anbetracht der wissenschaftlichen Unsicherheiten und der zunehmenden Nutzung verschiedener Hochfrequenz-Anwendungen (UMTS, Bluetooth, W-LAN), die zu einer weiteren Erhöhung der Exposition führen können, sind Maßnahmen unerlässlich, die darauf abzielen, unnötige Expositionen zu vermeiden bzw. unvermeidbare Expositionen möglichst weitgehend zu minimieren (s. a. die Empfehlungen des BfS zum umsichtigen Gebrauch von Handys unter www.bfs.de).

Eine verbesserte und zielgruppengerechte Information der Bevölkerung soll dazu beitragen, die aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnisse und die Vorsorgeempfehlungen des BfS einer breiten Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Dazu sind verschiedene Infoblätter bzw. Broschüren (z. B. Strahlenthema „Mobilfunk und Sendetürme“) erstellt worden, die konkrete Informationen über das Thema Mobilfunk an sich bieten.

Wissenschaftliche Forschung

Vor dem Hintergrund eines sich ständig fortentwickelnden Kenntnisstandes prüft das Bundesamt für Strahlenschutz laufend, ob es wissenschaftliche Nachweise für gesundheitliche Risiken bei Intensitäten unterhalb der Grenzwerte gibt. Die weltweit initiierten Forschungsanstrengungen haben jedoch bisher keine neuen Erkenntnisse geliefert, die eine gesundheitliche Gefährdung der Bevölkerung wissenschaftlich nachweisen.

Zur Klärung offener wissenschaftlicher Fragen hat das BfS im Rahmen des o.a. Vorsorgeprogramms im Jahr 2002 das „Sonderforschungsprogramm Mobilfunk“ gestartet. Es umfasst derzeit Arbeiten aus den Bereichen Dosimetrie, biologische Wirkungen auf Menschen, Tiere,

Pflanzen und Zellen sowie Epidemiologie und Risikokommunikation bzw. Risikowahrnehmung.

Maßnahmen der Mobilfunkbetreiber

Im Jahr 2002 ist die „Selbstverpflichtung der Mobilfunkbetreiber gegenüber der Bundesregierung“ (www.bmu.de) vom Dezember 2001 zum Tragen gekommen. Sie sieht eine bessere Beteiligung der Kommunen bei der Standortwahl und eine intensivere Information der Öffentlichkeit vor. Außerdem soll verstärkt darauf geachtet werden, dass die Exposition insbesondere in der Nähe von sogenannten „sensiblen Einrichtungen“, wie z. B. Kindergärten und Schulen, minimiert wird. Die Mobilfunknetzbetreiber sagen zudem zu, der Bundesregierung jährlich einen Bericht über die Umsetzung der Selbstverpflichtung zu liefern. Zum Jahresende 2002 lag ein Entwurf des ersten Berichtes der Betreiber vor. Hinsichtlich der Aspekte Standortwahl und Expositionsverminderung im Umfeld sensibler Bereiche scheint sich eine Verbesserung anzubahnen. Das BfS wird die Umsetzung der Selbstverpflichtung im Sinne der Realisierung der darin zugesagten Vorsorgeaspekte weiter verfolgen. Wichtig sind hierbei auch die Zusagen der Betreiber bezüglich der Veröffentlichung geeigneter Informationen über die SAR-Werte der Handys sowie zur Verminderung der SAR-Werte.

Darüber hinaus haben sich die Mobilfunkbetreiber verpflichtet, die Forschung auf dem Gebiet elektromagnetischer Felder finanziell zu fördern. Mit den bereitgestellten Mitteln soll das Forschungsprogramm des Bundesumweltministeriums unterstützt werden. Das BfS wird die Umsetzung des Sonderforschungsprogramms Mobilfunk weiterhin mit hoher Priorität vorantreiben.

Strahlungsarme Handys („Blauer Engel“)

Das Maß zur Erfassung der Hochfrequenz-Exposition bei der Nutzung von Handys ist die spezifische Absorptionsrate (SAR). Der SAR-Wert gibt die Leistung (Energie pro Zeiteinheit) an, die bei maximaler Sendeleistung des Handys pro Kilogramm Gewebe absorbiert wird. Die Einheit des SAR-Wertes wird in Watt pro Kilogramm (W/kg) angegeben. In Deutschland ist für Handys ein maximaler SAR-Wert (Teilkörperwert für den Kopf) von 2 W/kg festgelegt. Dieser Wert stellt den Schutz vor nachgewiesenen gesundheitlichen Effekten der elektromagnetischen Felder des Mobilfunks sicher.

Die SAR-Werte der auf dem Markt befindlichen Handys lagen Ende 2002 etwa zwischen 0,3 und 1,7 W/kg. In Hin-



Das Gütesiegel „Der Blaue Engel“

blick auf die Minimierung der persönlichen Exposition rät das BfS, auf einen möglichst niedrigen SAR-Wert bei den Handys zu achten. Dazu sollte dem interessierten Verbraucher eine einfache Orientierung für die Auswahl strahlungsarmer Handys gegeben werden. Die Voraussetzungen dafür wurden im Jahr 2002

durch die Festlegung von Kriterien für die Zertifizierung von strahlungsarmen Handys mit dem Umweltzeichen „Blauer Engel“ geschaffen: Handys mit SAR-Werten unter 0,6 W/kg können mit dem „Blauen Engel“ als strahlungsarm ausgezeichnet werden. Gleichzeitig signalisiert dieses Zeichen, dass das Gerät umwelt- und recyclingfreundlich produziert wurde.

Die Hersteller lehnen aus schwer nachvollziehbaren Gründen die Beantragung des Umweltzeichens ab.

Um den Verbrauchern die Orientierung bzgl. eines möglichst geringen SAR-Wertes der Handys zu erleichtern hat das BfS im Internet (www.bfs.de) eine Tabelle mit SAR-Werten marktüblicher Handys bereitgestellt. Diese Tabelle wird in regelmäßigen Abständen aktualisiert.

Ausblick

Die Beurteilung des aktuellen wissenschaftlichen Kenntnisstandes um die biologische Wirkungen der elektromagnetischen Felder des Mobilfunks wird auch weiterhin einen hohen Stellenwert im BfS einnehmen. Aufschluss über die möglichen Wirkungen werden auch die Forschungsvorhaben bieten, die im Rahmen des Sonderforschungsprogramms Mobilfunk durchgeführt werden. Die ersten Ergebnisse dieser Vorhaben werden aufgrund ihrer mehrjährigen Laufzeit frühestens in 2 Jahren vorliegen. Bis zum Erhalt von gesicherten Erkenntnissen in Bezug auf die vorliegenden Hinweise über mögliche Wirkungen bzw. Risiken der elektromagnetischen Felder kommt den verschiedenen Vorsorgemaßnahmen und deren zielgruppengerechten Kommunikation eine hohe Bedeutung zu.



BfS-Präsident König forderte bei der Vorstellung des Jahresberichtes 2001 des BfS am 4. 7. 2002 vor der Bundespressekonferenz die Handyhersteller auf, für strahlungsarme Handys den blauen Engel zu beantragen und zu verwenden.

Bestimmung natürlicher Radionuklide in Mineralwässern

Ansprechpartner: Dirk Obrikat (0 18 88/3 33-43 10)

Natürliche Wässer wie Grund- und Quellwässer enthalten neben anderen Mineralien in Spuren stets auch natürliche radioaktive Stoffe. Dies gilt für Trinkwässer und in besonderer Weise für Mineralwässer, die häufig aus sehr tief liegenden Wasservorkommen gefördert werden und damit einen höheren Mineralisierungsgrad aufweisen. In Abhängigkeit von den örtlichen Gegebenheiten und unterschiedlichen Gehalten der Untergrundgesteine an Uran und Thorium gibt es große Variationsbreiten der Aktivitätskonzentrationen der im Mineralwasser enthaltenen natürlichen Radionuklide der radioaktiven Uran- und Thorium-Zerfallsreihen, wie z. B. Uran-238, Uran-235, Uran-234, Radium-226, Radium-228, Blei-210, Polonium-210 und Actinium-227. Charakteristisch ist daher eine sehr hohe Bandbreite der Messwerte für verschiedene Mineralwässer. Aus früheren Untersuchungen ist bekannt, dass höhere Radioaktivitätswerte oftmals in Wässern aus granitisch geprägten Gebieten auftreten, z. B. im Erzgebirge, Vogtland, Fichtelgebirge, Bayerischen Wald und Schwarzwald.

Beim Trinken werden die im Mineralwasser enthaltenen natürlichen Radionuklide vom menschlichen Organismus aufgenommen und bewirken dadurch eine Strahlenexposition des Verbrauchers. Die Strahlenexposition ist abhängig von den Strahlungseigenschaften der Radionuklide, den Aktivitätskonzentrationen im Wasser, der Menge des konsumierten Wassers sowie vom Lebensalter.

Natürliche Mineralwässer unterliegen nach der Mineral- und Tafelwasserverordnung von 1990 (Mineralwasserverordnung) einer amtlichen Anerkennung, d. h. sie müssen von ursprünglicher Reinheit sein und dürfen in ihren wesentlichen Bestandteilen nicht verändert werden. Die natürliche Radioaktivität wurde bisher nicht regelmäßig

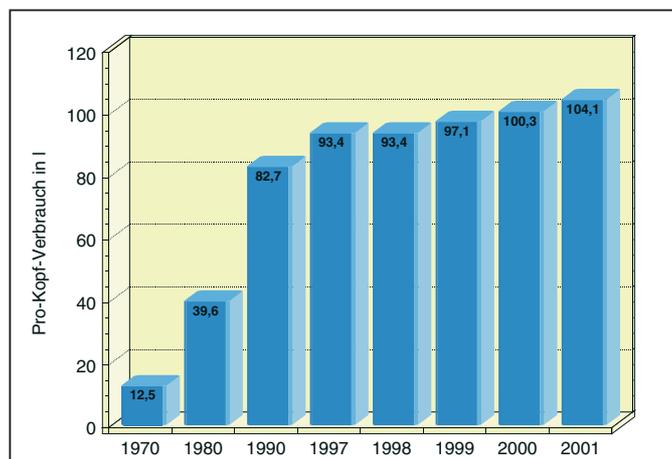
überwacht, da sie naturgegeben ist. Dementsprechend wurden bisher auch keine Grenz- oder Richtwerte festgelegt. Da Mineralwässer aus einigen Quellorten erhöhte natürliche Radioaktivität aufweisen, haben Medienberichte in der Öffentlichkeit große Aufmerksamkeit gefunden.

Untersuchungsprogramm des BfS

Der Mineralwasserkonsum ist in den zurückliegenden 30 Jahren in Deutschland ständig gestiegen. Der Verbraucher kann gegenwärtig zwischen etwa 650 amtlich anerkannten deutschen Mineralwässern auswählen. Zusätzlich sind auch ausländische Mineralwässer, u. a. aus Frankreich, Italien, Österreich und der Schweiz, auf dem Markt. Im statistischen Mittel trinkt jeder Bundesbürger pro Jahr bereits mehr als 100 l Mineralwasser. Ein erheblicher Teil des Trinkwasserbedarfes der deutschen Bevölkerung wird durch Mineralwasser gedeckt. Da Angaben über die Strahlenexposition der Bevölkerung durch den Konsum von Mineralwasser bisher nicht vorlagen, war die Durchführung einer Studie zur Bestimmung des Gehaltes natürlicher Radionuklide in Mineralwässern erforderlich. Die Ergebnisse der vom BfS durchgeführten repräsentativen Untersuchung „Natürliche Radionuklide in Mineralwässern der Bundesrepublik Deutschland“ wurden im September 2002 veröffentlicht (www.bfs.de).

Ziel der Untersuchungen war die Bestimmung der Aktivitätskonzentrationen der natürlichen Radionuklide Radium-226, Radium-228, Uran-234, Uran-235, Uran-238, Polonium-210, Blei-210 und Actinium-227, die Ermittlung der Strahlenexposition durch den Konsum von Mineralwasser und die Erarbeitung von Vorschlägen über zulässige Konzentrationen natürlicher Radionuklide im Rahmen der Neufassung der Mineralwasserverordnung.

Im Zeitraum September 2000 bis November 2001 wurden nach dem Zufallsprinzip in mehr als 150 Getränkemarkt und Filialen von Einzelhandelsketten in der gesamten Bundesrepublik Deutschland insgesamt 401 Mineralwässer eingekauft und die Aktivitätskonzentrationen der oben genannten Radionuklide in BfS-Laboratorien bestimmt. Von den untersuchten Mineralwässern wurden 366 in Deutschland produziert, die restlichen 35 Mineralwassermarken waren Importwässer aus 10 europäischen Staaten.



Entwicklung des Mineralwasserkonsums in Deutschland im Zeitraum 1970 bis 2001 (Quelle: Verband Deutscher Mineralbrunnen)

Ergebnisse und Bewertung

Die durch den Konsum von Mineralwasser verursachte Strahlungs-dosis (Ingestionsdosis) wurde für Kinder und Erwachsene auf der Grundlage der ermittelten Aktivi-

tätskonzentration berechnet, wobei angenommen wurde, dass der jährliche Trinkwasserbedarf ausschließlich durch Mineralwasser gedeckt wird. Betrachtet wurden Personen der Altersgruppen 0-1, 1-2, 2-7, 7-12, 12-17 Jahre bzw. Erwachsene, für die nach der Strahlenschutzverordnung Anlage VII Teil B ein mittlerer jährlicher Mineralwasserverzehr von 170, 100, 100, 150, 200 bzw. 350 l zugrunde gelegt wird. Die höchsten Dosiswerte traten bei Säuglingen in einem Alter bis zu einem Jahr auf, für die Mineralwasser zur Zubereitung von Fertignahrung und als Trinkwasser verwendet wird. In der Abbildung unten ist die statistische Verteilung der Ingestionsdosiswerte für Säuglinge (Alter 0 bis 1 Jahr) grafisch dargestellt. Angegeben ist der prozentuale Anteil der Mineralwässer im Dosisbereich unterhalb bzw. oberhalb 200 µSv pro Jahr (Klassenbreite: 5 und 50 µSv pro Jahr).

Der Median (50-Perzentil) der Dosis beträgt mit 0,0475 mSv/Jahr etwa 50 % des WHO-Dosisrichtwertes für Trinkwasser in Höhe von 0,1 mSv/Jahr. Dies bedeutet, dass die Dosiswerte jeweils bei der Hälfte der Mineralwässer unterhalb und oberhalb dieses Wertes liegen.

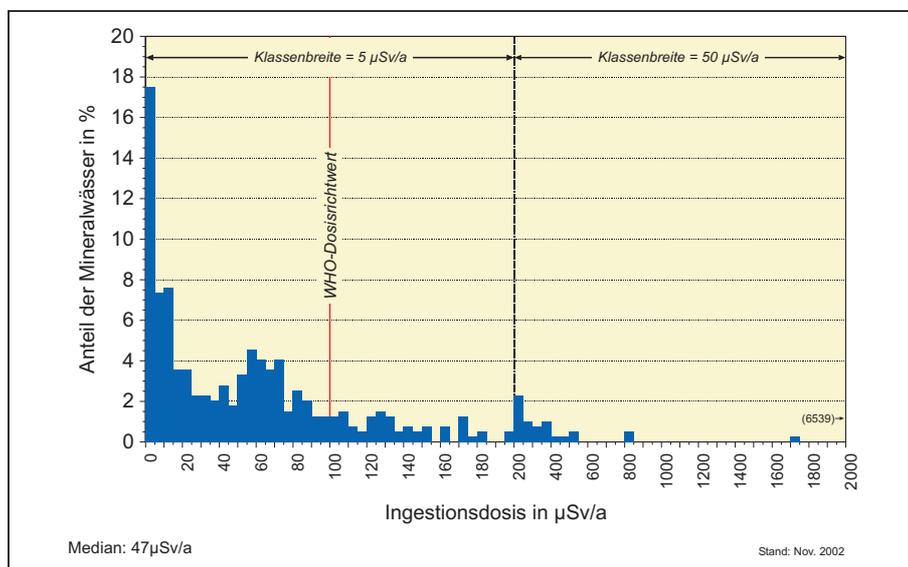
Die Betrachtung der Ingestionsdosis für Säuglinge ist insofern von Interesse, da einige Mineralwässer gemäß § 9 Abs. 3 Mineralwasserverordnung den Zusatz „Geeignet für die Zubereitung von Säuglingsnahrung“ tragen. Bisher wurde dieser Zusatz unabhängig vom Gehalt natürlicher Radionuklide im Mineralwasser verwendet. Auf der Basis des WHO-Dosisrichtwertes und der Ergebnisse der BfS-Untersuchungen ist im aktuellen Entwurf der „Verordnung zur Änderung der Mineral- und Tafelwasserverordnung“ des Bundesministeriums für Gesundheit und Soziale Sicherung (BMGS, www.bmggesundheit.de/bmg-frames/index.htm) die Angabe „Geeignet für die Zubereitung von Säuglingsnahrung“ auf dem Flaschenetikett nur noch dann zulässig,

wenn die durch natürliche Radionuklide im Mineralwasser hervorgerufene Ingestionsdosis 100 µSv (0,1 mSv) pro Jahr unterschreitet.

Weitere Ergebnisse der BfS-Untersuchungen sind im Folgenden zusammengefasst:

- Bei einer Reihe von Mineralwässern – insbesondere aus Hessen – wurde der Gehalt an Radium gegenüber früheren Untersuchungen des ehemaligen Bundesgesundheitsamtes aus den Jahren 1978 bis 1986 durch technische Maßnahmen der Hersteller oder Nutzung anderer Quellen deutlich gesenkt.
- Das Radionuklid Radium-228 ist aufgrund seiner hohen Radiotoxizität überwiegend dosisbestimmend. Andere natürliche Nuklide wie Radium-226, Uran-234, Uran-235, Uran-238, Polonium-210, Blei-210 und Actinium-227 spielen eine insgesamt geringere Rolle.
- Der Dosisrichtwert von 0,1 mSv/Jahr wird für Erwachsene bei keinem deutschen Mineralwasser überschritten. Lediglich bei zwei ausländischen Wässern ergeben sich höhere Werte.
- Für 28 Mineralwässer ergeben sich für Kleinkinder bei einem angenommenen jährlichen Konsum von 170 Litern Dosiswerte oberhalb von 0,1 mSv pro Jahr. Der Maximalwert von 6,5 mSv (6500 µSv) pro Jahr ergibt sich für ein portugiesisches Produkt.
- Von Mineralwässern geht aus strahlenhygienischer Sicht grundsätzlich keine Gesundheitsgefahr aus. Aus Vorsorgegründen sollte aber der Dosisrichtwert für Trinkwasser von 100 µSv pro Jahr nicht überschritten werden.

Das BfS hat die Hersteller der Mineralwässer über die Ergebnisse ihrer Produkte informiert. Im Untersuchungszeitraum haben eine Reihe von Mineralwasserherstellern Maßnahmen zur Reduktion der radioaktiven Inhaltsstoffe vorgenommen und dem BfS neuere Messwerte von unabhängigen Messlaboratorien zur Verfügung gestellt. Diese Werte wurden nach Plausibilisierung durch das BfS berücksichtigt.



Verteilung der Ingestionsdosis für Säuglinge (Lebensalter 0 bis 1 Jahr) infolge des Konsums von Mineralwasser als Trinkwasser und zur Zubereitung von Fertignahrung

Vermeidung erhöhter Radonkonzentrationen in Gebäuden

Ansprechpartner:

Rainer Lehmann (0 18 88/3 33-42 20)

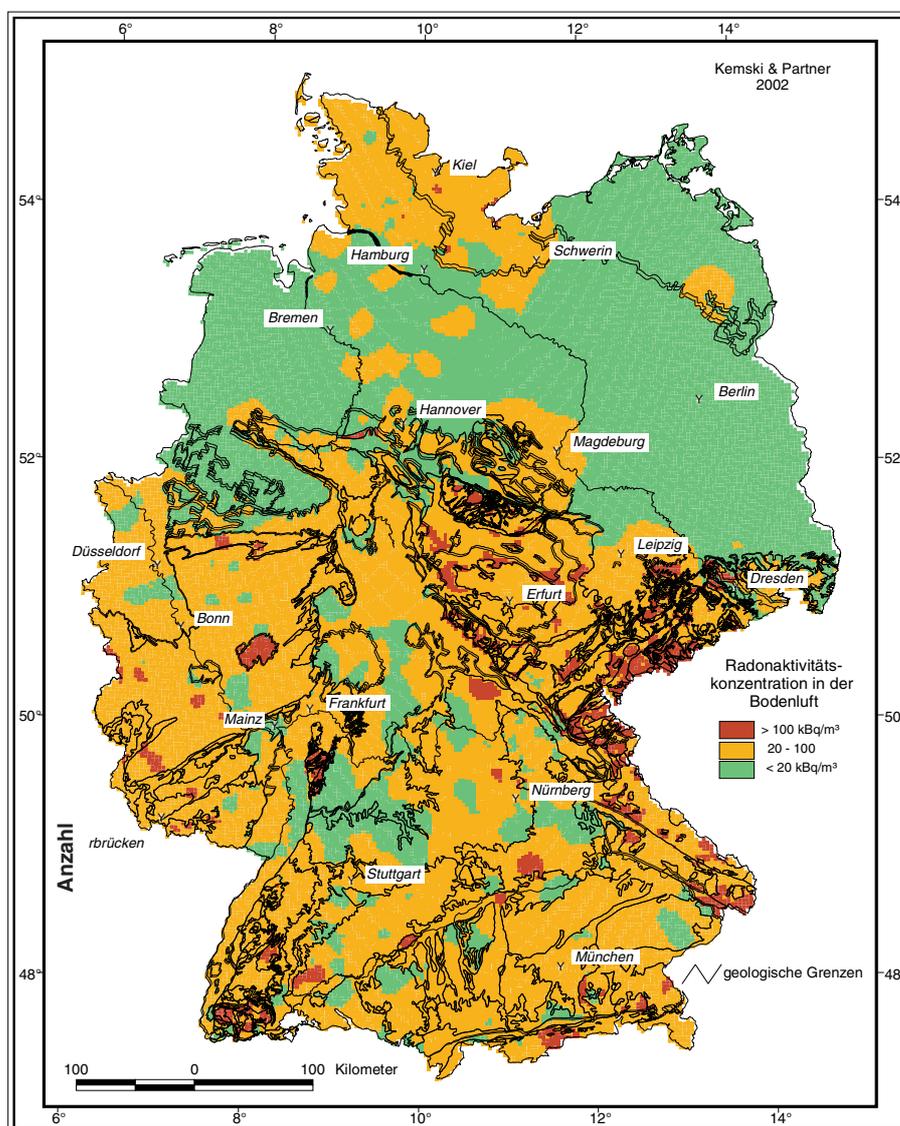
Radon (Rn) ist ein radioaktives Edelgas. Seine Isotope entstehen durch radioaktiven Zerfall aus den überall in den Gesteinen und Böden natürlicherweise vorkommenden radioaktiven Elementen Uran und Thorium. Für den Strahlenschutz von Bedeutung ist vor allem das Rn-222. Wegen seiner Edelgaseigenschaften ist Radon besonders mobil. Es wird aus Böden und Gesteinen in die Atmosphäre freigesetzt, gelangt aus dem Baugrund aber auch in Gebäude. Während in großen Teilen Deutschlands Radon in Gebäuden nur in geringen Konzentrationen auftritt, kommen in anderen Gebieten häufiger erhöhte Radonkonzentrationen vor. In Wohnungen werden in Deutschland Radonkonzentrationen im Bereich von unter 20 Bq/m^3 bis über $10\,000 \text{ Bq/m}^3$ gemessen. Der Mittelwert beträgt 50 Bq/m^3 . Die durch das Einatmen von Radon und seiner radioaktiven Zerfallsprodukte verursachte Strahlenexposition ist nach dem Rauchen die häufigste Ursache für Lungenkrebs. Die Strahlenschutzkommission (SSK) stellt auf Grund von Ergebnissen neuerer epidemiologischer Studien fest, dass bei Radonkonzentrationen über 250 Bq/m^3 in Wohnungen von einer statistisch signifikanten Zunahme des Lungenkrebsrisikos ausgegangen werden kann (Strahlenschutzthemen, Radon, 2000, in www.ssk.de/). Eine Begrenzung der Radonkonzentrationen ist deshalb aus strahlenhygienischer Sicht erforderlich.

Ursache für eine erhöhte Radonkonzentration ist meist die von der Geologie und der Bauweise abhängige Zufuhr von Radon aus dem Baugrund. Deshalb wurden im Auftrag des BfS umfangreiche Untersuchungen zum Vorkommen und zur regionalen Verteilung, aber auch zum Transfer des Radons aus dem Baugrund in Gebäude durchgeführt. Eine Übersicht über die regionale Verteilung der Radonkonzentration in der Bodenluft in den Porenräumen der Gesteine und Böden gibt die Abbildung rechts.

Mit den Untersuchungen zum Transfer konnte gezeigt werden, dass in Gebieten, in denen Radonkonzentrationen über 100 kBq/m^3 in der Bodenluft vorkommen, gehäuft mit erhöhten Radonkonzentrationen in Gebäuden zu rechnen ist.

Regelungen zur Begrenzung der Radonkonzentration in Gebäuden

Im Wasser gelöstes Radon wird bei seiner Gewinnung, Aufbereitung und Nutzung in die Raumluft freigesetzt und kann insbesondere in Wasserwerken, aber auch in Radonbädern zu einer erhöhten Strahlenexposition der Beschäftigten führen. Arbeiten an solchen Arbeitsplätzen erfordern deshalb eine Kontrolle und sind im Teil 3 der Strahlenschutzverordnung geregelt. In wenigen anderen Ländern, z. B. in der Schweiz, existieren auch gesetzliche Regelungen zur Begrenzung der Radonkonzentrationen in Wohnungen. Wie die meisten Länder in der Europäischen Union orientiert sich auch Deutschland an einer Empfehlung der Europäischen Kommission. Nach dieser Empfehlung



Übersicht über die Radonkonzentration in der Bodenluft in Deutschland im Jahr 2002. Die Datengrundlage dieser Karte bilden Messungen der Radonkonzentration in 1 m Bodentiefe an über 2.200 Messorten.

und der Risikobewertung durch die SSK ist die Radonkonzentration in Wohnräumen wie folgt zu bewerten:

- In neu zu errichtenden Gebäuden sollen die Radonkonzentrationen im Jahresmittel den Planungswert von 200 Bq/m^3 Luft nicht überschreiten.
- In bestehenden Häusern werden für Radonkonzentrationen, die im Jahresmittel unterhalb von 200 Bq/m^3 Luft liegen, Maßnahmen nicht für erforderlich gehalten.
- Bei Radonkonzentrationen im Bereich 200 Bq/m^3 bis 400 Bq/m^3 sollten in bestehenden Gebäuden unter 200 Bq/m^3 liegende Werte angestrebt werden, soweit dies auf einfache Weise möglich ist.
- Werden in bestehenden Häusern im Jahresmittel Radonkonzentrationen oberhalb von 400 Bq/m^3 gemessen, sollen in Abhängigkeit von der Höhe der Raumluftkonzentration geeignete Maßnahmen zur dauerhaften, wirksamen Verringerung der erhöhten Radonkonzentrationen ergriffen werden.

Maßnahmen zum Schutz vor erhöhten Radonkonzentrationen

Um diese Werte zu erreichen, können Maßnahmen erforderlich sein. Diese haben vor allem das Ziel, den Eintritt des Radons vom Untergrund in das Gebäude zu unterbinden und die Ausbreitung des Radons aus dem Keller in das Gebäude zu verhindern. Hierfür kommen sowohl bautechnische als auch Lüftungstechnische Maßnahmen in Frage.

Neuere Untersuchungen im Rahmen eines vom BfS initiierten Forschungsprojektes haben gezeigt, dass die heute üblichen Beton-Plattenfundamente und die nach den einschlägigen bautechnischen Standards ausgeführten Maßnahmen zum Schutz der Gebäude gegen Bodenfeuchte in weiten Bereichen der Radonkonzentrationen auch einen guten Schutz gegen Radon aus dem Untergrund bieten. Bei sehr hohen Radonkonzentrationen in der Bodenluft sind zusätzliche Maßnahmen jedoch unverzichtbar. Es ist in diesen Fällen z. B. zu empfehlen, beim Neubau vorsorglich auf Radondichtheit geprüfte Folien in die Fundamentplatte einzubauen oder sogar unter dem Fundament eine Drainage zu verlegen.

Untersuchungen, die über Jahre in Gebäuden mit erhöhten Radonkonzentrationen durchgeführt worden sind, lassen den Schluss zu, dass in bestehenden Gebäuden oft folgende Maßnahmen, die nur wenig Aufwand erfordern, zur ausreichenden Reduzierung der Radonkonzentrationen führen:

- häufigeres Lüften,
- Abdichtung möglicher Radon-Eintrittspfade (Risse, Fugen, Rohrdurchführungen) in Fundamenten oder Kellern.

Führen diese einfachen Maßnahmen nicht zum Erfolg, können zur Reduzierung der Radonkonzentration folgende Verfahren eingesetzt werden, die allerdings mehr Aufwand und auch eine fachliche Beratung erfordern:

- Schaffung natürlicher Lüftungsöffnungen an geeigneten Stellen, Einsatz von Kleinventilatoren zur Unter- oder Überdruckhaltung und andere Maßnahmen zur Beeinflussung der Druck- und Ausbreitungsverhältnisse im Gebäude oder/und
- Einbau von Kunststofffolien, Beschichtungen, Bitumenbahnen etc. im erdberührten Gebäudebereich, die den Transport von Radon hemmen oder gänzlich verhindern können.

Detaillierte Hinweise zum Schutz vor erhöhten Radonexpositionen können dem Radon-Handbuch Deutschland entnommen werden, das 2001 gemeinsam vom BfS und BMU herausgegeben wurde (www.bfs.de). Die Abschnitte, in denen Methoden zur Senkung der Radonkonzentration und Erfahrungen bei ihrer Anwendung beschrieben worden sind, werden derzeit aktualisiert¹.

Über die technischen Lösungen und die Erfahrungen bei der Durchführung von Maßnahmen zum Radonschutz erfolgt ein regelmäßiger Erfahrungsaustausch des BfS auch im internationalen Rahmen. Das BfS setzt sich durch die Mitarbeit in Arbeitsgruppen und Ausschüssen dafür ein, dass die Belange des Schutzes vor Radon in den Normen, Standards und Richtlinien des Bauwesens berücksichtigt werden.

¹ Das Handbuch kann über den Verlag Neue Wissenschaft GmbH, Postfach 101110, 27511 Bremerhaven bezogen werden.

Die novellierte Röntgenverordnung – Neue Aufgaben des BfS im medizinischen Strahlenschutz

Ansprechpartner: Jürgen Griebel (0 18 88/3 33-23 20)

Strahlenschutzgrundsätze

Aufgrund der Euratom-Richtlinien zum Strahlenschutz (Richtlinie 96/29/EURATOM des Rates vom 13. Mai 1996 und Richtlinie 97/43/EURATOM des Rates vom 30. Juni 1997) war es erforderlich, die strahlenschutzrechtlichen Regelungen in Deutschland zu ändern. Bei der Novellierung der Röntgenverordnung (RöV) am 18. Juni 2002, zu der das BfS wesentlich beigetragen hat, wurden über diese Anforderungen hinaus weitere Verbesserungen zum Strahlenschutz eingeführt und dem BfS neue Aufgaben übertragen. Im Folgenden werden die wichtigsten Änderungen für die Anwendung von Röntgenstrahlung in der Heilkunde und die neuen Aufgaben des BfS im Bereich des medizinischen Strahlenschutzes dargestellt.

Folgende Strahlenschutzgrundsätze sind in der novellierten RöV verankert:

- Alle Arten von Strahlenanwendungen müssen gerechtfertigt sein.
- Strahlenexpositionen im Rahmen der Heilkunde oder Zahnheilkunde müssen einen diagnostischen oder therapeutischen Nutzen für den Einzelnen oder einen Nutzen für die Gesellschaft haben, der das mögliche Strahlenrisiko für den Einzelnen überwiegt.
- Die Bundesregierung wird ermächtigt, bestimmte nicht gerechtfertigte Anwendungsarten von Röntgenstrahlen in einer Verordnung zu untersagen. Diskutiert wird hier z. B. die Pneuenzephalographie, d. h. die röntgen-diagnostische Darstellung der Hirnkammern nach Luftfüllung oder die Röntgenaufnahme der Hand zur Altersbestimmung von Asylbewerbern.
- Die Dosisgrenzwerte sind zu beachten.
- Jede unnötige Strahlenexposition ist zu vermeiden. Bei gerechtfertigten Strahlenexpositionen ist die Dosis so niedrig wie möglich zu halten.

Da das Hauptanwendungsgebiet der Röntgenstrahlung die Anwendung am Menschen in der Heilkunde und Zahnheilkunde ist, sind die Vorschriften zum Strahlenschutz der Patientinnen und Patienten besonders umfangreich überarbeitet worden. In diesem Bereich wurden dem BfS zusätzliche Aufgaben übertragen.

Diagnostische Referenzwerte

Als eine Maßnahme zur Qualitätssicherung bei der Untersuchung von Menschen sind die diagnostischen Referenzwerte eingeführt worden. Sie geben für weitverbreitete Röntgenuntersuchungen Dosiswerte an, die

- unter normalen Bedingungen - nicht überschritten werden sollen. Die neue Aufgabe des BfS besteht darin, diagnostische Referenzwerte zu erstellen und zu veröffentlichen sowie in regelmäßigen Abständen zu aktualisieren. Diese diagnostischen Referenzwerte sind von den Ärzten bei der Röntgenuntersuchung zu beachten.

In mehreren Fachgesprächen zwischen dem BfS und Experten verschiedener Fachgesellschaften wurde eine Liste von häufigen (z. B. Untersuchung des Brustkorbes) bzw. dosisintensiven Röntgenuntersuchungen (z. B. Computertomographie oder Arteriographie) erstellt und für diese diagnostische Referenzwerte festgelegt. Zukünftig werden spezielle Stellen zur Qualitätssicherung, die sog. ärztlichen Stellen, für diese Röntgenuntersuchungen die aufgetretenen Dosen stichprobenartig überprüfen und mit den diagnostischen Referenzwerten vergleichen. Beständige ungerechtfertigte Überschreitungen führen zu einer Überprüfung der Ursachen und zu Empfehlungen, die der Herabsetzung der Strahlenexposition dienen. Die im Rahmen einer Aktualisierung der diagnostischen Referenzwerte vom BfS erneut erhobenen Daten sollen mittelfristig zu einer Verringerung der Werte führen, indem sich die diagnostischen Referenzwerte optimierten Werten annähern.

Erfassung der Strahlenexposition der Bevölkerung

Die in den Euratom-Richtlinien vorgesehene Erfassung der Strahlenexposition der Bevölkerung und bestimmter Bevölkerungsgruppen durch medizinische Maßnahmen wurde bisher in unregelmäßigen Abständen vom BfS durchgeführt. Sie hat jetzt eine gesetzliche Grundlage und muss regelmäßig durchgeführt werden. Das BfS erhebt die erforderlichen Daten, aus denen sich die Strahlenexposition der Bevölkerung durch die diagnostische Radiologie ermitteln lässt. Grundlage hierfür ist einerseits die Häufigkeit der einzelnen Untersuchungsarten, die aus Angaben der Kostenträger, Forschungsvorhaben aus Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) und Abschätzung von speziellen Teilbereichen ermittelt werden. Die zweite Komponente der Dosisermittlung ist die Erfassung der mittleren Dosis bei jeder einzelnen Untersuchungsart. Hierzu werden wissenschaftliche Veröffentlichungen, eigene Messungen an Krankenhäusern und in Arztpraxen sowie Messdaten aus Forschungsvorhaben zusammengeführt und ausgewertet. Die Dosisverteilung bei speziellen Personengruppen, insbesondere die Zuordnung zu Altersklassen findet ihre datenschutzrechtlichen Grenzen dort, wo diese Ermittlung Einblick in persönliche Patientendaten erforderlich macht.

Durch die Vergabe eines Forschungsvorhabens aus Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) wurde ein wichtiger Schritt getan, um die Erfassung der medizinischen Strahlenexpositionen zu verbessern. Ziel dieses Vorhabens ist es, die bisher unbefriedigende Datenlage bei stationären Röntgenuntersuchungen auf eine statistisch solide Basis zu stellen.

Medizinische Forschung am Menschen

Röntgenuntersuchungen an Menschen im Rahmen der medizinischen Forschung bedürfen der besonderen Genehmigung. Dabei handelt es sich im Wesentlichen um drei Anwendungsarten:

- Es wird ein grundsätzlich neues Röntgendiagnostikverfahren auf seine Durchführbarkeit und seine diagnostische Aussagekraft beim Menschen untersucht.
- Es wird ein Röntgenuntersuchungsverfahren mit einem alternativen Untersuchungsverfahren, z. B. der Magnetresonanztomographie (MRT) oder der Ultraschalluntersuchung, hinsichtlich der diagnostischen Aussagekraft überprüft.
- Es werden etablierte Röntgenuntersuchungen durchgeführt, um im Rahmen der klinischen Prüfung eines

Arzneimittels, eines Medizinprodukts oder einer sonstigen Untersuchungs- oder Behandlungsmethode deren Wirksamkeit beurteilen zu können.

Durch die Änderung der Röntgenverordnung wurde die Zuständigkeit für die Genehmigung der medizinischen Forschung am Menschen dem BfS übertragen. Bisher war es die Aufgabe des BfS, zu derartigen genehmigungsbedürftigen Studien ein wissenschaftliches Gutachten zu erstellen. Die entsprechende Genehmigung wurde dann von den zuständigen Landesbehörden erteilt. Die Ausgestaltung dieser neuen Aufgabe stellt eine große Herausforderung für das BfS dar, da jetzt – zusätzlich zur medizinisch-wissenschaftlichen Bewertung der Anträge – auch die personellen und geräte-technischen Voraussetzungen der Antragsteller zentral durch das BfS überprüft werden müssen. Um die zu erwartende Antragsflut bewältigen und die Anzahl der Rückfragen auf ein Minimum reduzieren zu können, wurden Formblätter entwickelt und auf der Internetseite des BfS (www.bfs.de) eingestellt. Dort findet der Antragsteller auch Hinweise und Erläuterungen zum Genehmigungsverfahren. Das BfS arbeitet auch weiterhin eng mit den Aufsichtsbehörden der Länder zusammen, damit diese ihrer Aufsichtspflicht nachkommen können, denn die strahlenschutzrechtliche Aufsicht ist – wie bisher – bei den Landesbehörden verblieben.

Röntgen-Mammographie – Forderung nach strengen Qualitätsstandards

Ansprechpartner: Jürgen Griebel (0 18 88/3 33-23 20)

In Deutschland erkranken jährlich rund 46.000 Frauen an Brustkrebs. Trotz großer Fortschritte im Bereich der Brustkrebstherapie sterben jährlich immer noch etwa 40% der betroffenen Frauen an dieser Erkrankung. Nach den Angaben des Robert-Koch-Instituts aus dem Jahr 2001 handelt es sich um etwa 18.000 Frauen. Der Brustkrebs fordert unter allen bösartigen Erkrankungen die meisten Todesopfer in der weiblichen Bevölkerung Deutschlands.

Die Ursachen des Brustkrebses sind letztendlich noch unklar. Als wichtige Risikofaktoren gelten u. a.: eine familiäre Vorbelastung (z. B. Mutationen an den Genen BRCA 1 und 2), das Vorhandensein von bestimmten Veränderungen der Brust, die an sich gutartig sind, aber die Tendenz haben, maligne (bösartig) zu entarten, ein deutliches Übergewicht, Alkoholkonsum, eine früh einsetzende Regelblutung bzw. spät einsetzende Wechseljahre oder eine länger dauernde Hormonsubstitution. Weitere wichtige Faktoren sind das Alter sowie maligne Vorerkrankungen im Bereich der Brust, der Gebärmutter oder der Eierstöcke.

Die Möglichkeiten der Krebsvorsorge beim Mammakarzinom sind nach wie vor sehr beschränkt, so dass der Früherkennung ein hoher Stellenwert zu kommt. Dies gilt zwar generell für jeden bösartigen Tumor, hat aber gerade beim Mammakarzinom sowohl für die Prognose als auch – in der Regel – für die Lebensqualität der Patientin eine große Bedeutung. Kleine Tumore ohne Befall der benachbarten Lymphknoten haben eine 10-Jahres-Überlebensrate von über 90 % und werden üblicherweise brusterhaltend behandelt. Demgegenüber fällt die Überlebensrate bei weiter fortgeschrittenen Tumorstadien deutlich ab. Darüber hinaus kann bei größeren Tumoren eine Entfernung der Brust notwendig sein.

Die Röntgen-Mammographie ist eine Möglichkeit, auch frühe Stadien des Brustkrebses zu erkennen (siehe Abbildung auf Seite 20). In einigen Ländern – wie z. B. in Schweden, Großbritannien, den Niederlanden oder den USA – wurden deshalb Reihenuntersuchungen mittels Röntgen-Mammographie („Mammographie-Screening“) als nationale Früherkennungs-Programme eingeführt. In Deutschland sind Pilotprojekte in vier Modellregionen geplant bzw. angelaufen. In diesen Pilotprojekten soll die Durchführbarkeit und Akzeptanz eines qualitätsgesicherten Mammographie-Screenings überprüft werden.

Ein Röntgen-Mammographie-Screeningprogramm zielt nicht darauf ab, individuell für eine Patientin auf Grund einer klinischen Symptomatik eine Diagnose abzuklären, sondern ist darauf angelegt, aus einem Kollektiv von Frauen durch regelmäßige Untersuchungen diejenigen

herauszufinden, die von einer klinisch noch nicht erkennbaren, bisher symptomlos verlaufenden Brustkrebs-erkrankung betroffen sind. Screeningprogramme, aber auch die gegenwärtige Praxis der Brustkrebsfrüherkennung, betreffen zu einem großen Teil gesunde Frauen. Daher ist eine sorgfältige Risiko-Analyse eine wichtige Voraussetzung für die Einführung von Screeningprogrammen, insbesondere wenn sie mit der Anwendung ionisierender Strahlung verbunden sind.

Aktivitäten des BfS im Jahr 2002

Das Thema Brustkrebs-Früherkennung mittels Röntgen-Mammographie wurde im Jahr 2002 sowohl auf wissenschaftlicher Ebene als auch in Öffentlichkeit und Medien intensiv und zum Teil kontrovers diskutiert. Durch die Einbringung eines Gesetzesantrags verschiedener Bundestagsfraktionen sowie durch die Anhörung im Gesundheitsausschuss des Deutschen Bundestags am 27.02.2002 erhielt dieses Thema zusätzliche Brisanz.

Damit sowohl auf Anfragen von Bürgerinnen als auch auf Anfragen von Behörden und Organisationen Antworten auf der Basis eines breiten und fundierten Konsenses gegeben werden können, hat das BfS am 23. April 2002 in Berlin ein Fachgespräch zu diesem Thema durchgeführt. Dabei wurden die klinischen, strahlenbiologischen, epidemiologischen und organisatorischen Erkenntnisse dargestellt und diskutiert, die im Zusammenhang mit einer möglichen flächendeckenden Einführung von Brustkrebs-Früherkennungsmaßnahmen mittels Röntgen-Mammographie von Bedeutung sind.

Als Vorbereitung auf dieses Fachgespräch wurde vom BfS eine Nutzen-Risiko-Abschätzung auf der Grundlage der derzeit in den Pilotprojekten praktizierten Reihenuntersuchungen mittels Röntgen-Mammographie durchgeführt. Unter Berücksichtigung von zwei wichtigen wissenschaftlichen Veröffentlichungen aus dem Jahr 2002 zum Nutzen von Röntgen-Mammographie-Screeningprogrammen, in denen zum einen die Ergebnisse der Fortschreibung und Re-Evaluation der epidemiologischen Studien in Schweden und zum anderen die Ergebnisse der aktuellen Bewertung aller bisher durchgeführten epidemiologischen Studien durch die International Agency for Research on Cancer (IARC) / World Health Organization (WHO) vorgestellt werden, ist nach Ansicht des BfS ein signifikanter Nutzen aus wissenschaftlicher Sicht erst nach dem 55. Lebensjahr nachgewiesen.

Die Aussagen während des Fachgesprächs sowie die Schlussfolgerungen des BfS aus den Aussagen dokumentieren insbesondere, dass in jedem Fall hohe Qualitätsstandards in Deutschland zum Maßstab für die Rönt-

genuntersuchung der Brust werden müssen. Nur eine Qualitätsoffensive sowohl bei der Brustkrebsfrüherkennung als auch bei der kurativen Brustdiagnostik, d. h. in Fällen, in denen bereits ein Anfangsverdacht besteht, kann das mit der Röntgen-Mammographie verbundene Strahlenrisiko für Frauen senken.

Qualitätsstandards für die Brustkrebsfrüherkennung mittels Röntgen-Mammographie

Eine von mehreren unabdingbaren Voraussetzungen für ein Überwiegen des Nutzens gegenüber dem Risiko bei der Brustkrebsfrüherkennung mittels Mammographie ist, dass die hohen europäischen Anforderungen an die Qualitätssicherung zur Anwendung kommen. Diese Forderungen sind in den Europäischen Leitlinien für die Qualitätssicherung der Brustkrebsfrüherkennung mittels Röntgen-Mammographie, dem sog. EUREF-Protokoll zusammengestellt. Zum einen wird darin die Sicherstellung eines hohen gerätetechnischen Niveaus der Mammographiesysteme gefordert. Zum anderen wird eine intensive Schulung und Qualitätskontrolle sowohl des medizinisch-technischen als auch des ärztlichen Personals gefordert (Tabelle unten).

Sicherstellung eines hohen gerätetechnischen Niveaus der Mammographiesysteme:

- u. a. durch tägliche und wöchentliche Kontrollen durch externe Qualitätssicherungszentren.

Intensive Schulung und Qualitätskontrolle sowohl des medizinisch-technischen als auch des ärztlichen Personals:

- Radiologe muss innerhalb eines Jahres mindestens 5.000 Mammographieuntersuchungen befunden;
- jede Mammographieaufnahme muss durch mindestens zwei erfahrene Radiologen befundet werden;
- jede Mammographieaufnahme muss nachträglich anhand des weiteren klinischen Verlaufs bzw. des histologischen Befunds überprüft werden.

Wichtige Qualitätsforderungen nach den EUREF-Richtlinien

Diese Anforderungen können im Rahmen des üblichen Betriebs in einer radiologischen Praxis nicht erfüllt werden. Das BfS fordert daher, dass im Fall der Entscheidung für Röntgen-Mammographien im Rahmen der Brustkrebsfrüherkennung diese nur in spezialisierten Einrichtungen durchgeführt werden, die die strengen Kriterien des EUREF-Protokolls umsetzen und sich insbesondere den strengen externen Kontrollen bezüglich der Geräte sowie der Befunde unterziehen. Nach Meinung des BfS ist die Sicherstellung dieses hohen und reproduzierbaren Qualitätsniveaus eine von mehreren unabdingbaren Voraussetzungen für die Einführung einer flächendeckenden Früherkennung mittels Röntgen-Mammographie. Ziel aller Maßnahmen muss es sein, den Frauen in Deutschland ein Brustkrebsfrüherkennungsprogramm auf höchstem Qualitätsniveau anzubieten. Jede Frau muss die Möglichkeit haben, eigenverantwortlich über Brustkrebs-Früherkennungsmaßnahmen – einschließlich der Röntgen-Mammographie – zu entscheiden.

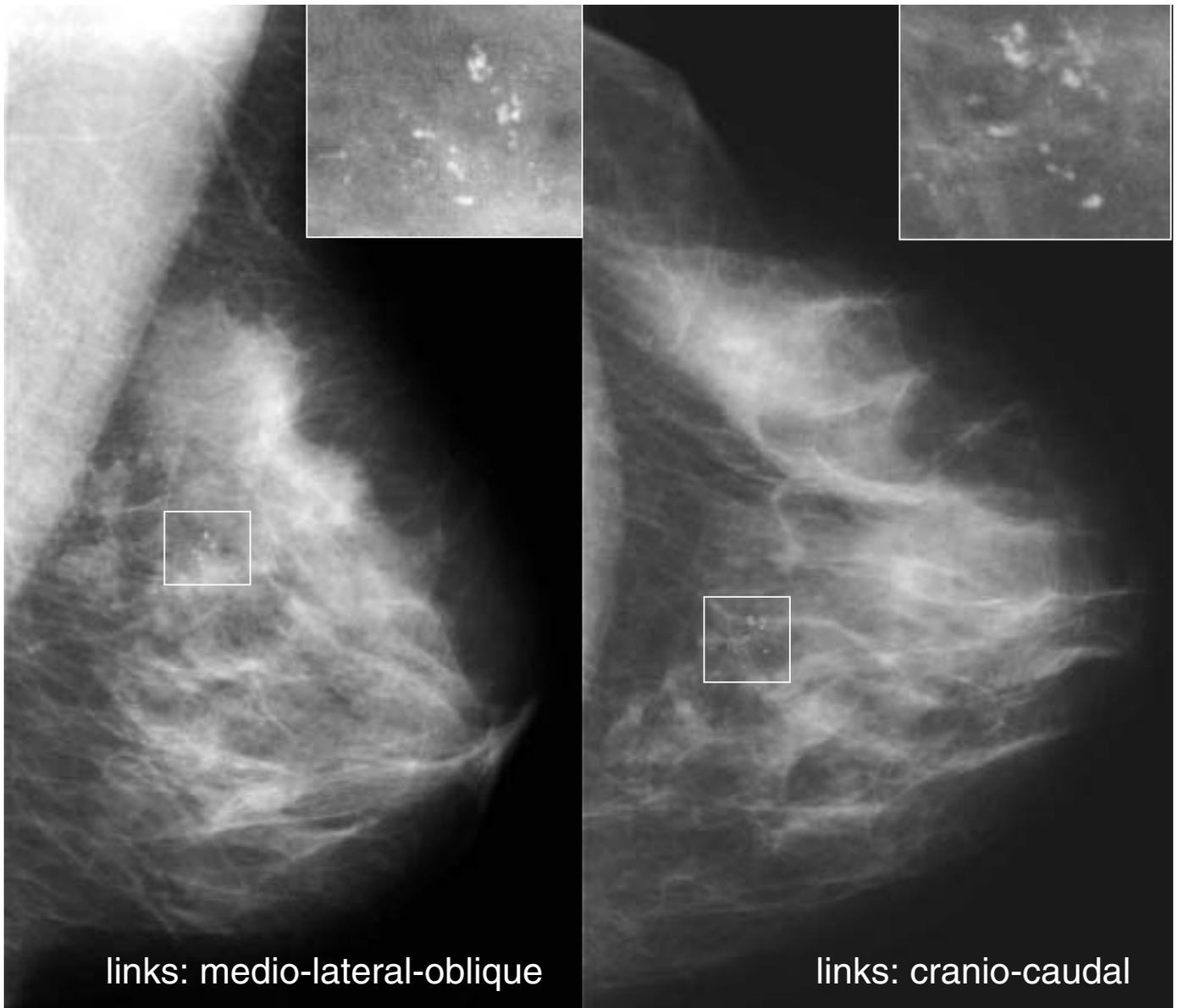
Qualitätsstandards für die kurative Röntgen-Mammographie

Wie bereits angesprochen, ist von der Röntgen-Mammographie als Früherkennungsmaßnahme die sog. kurative Mammographie zu unterscheiden. Bei der kurativen Mammographie liegen bereits klinische Symptome vor. Die diagnostische Abklärung dieser Symptome – evtl. durch weitere Untersuchungstechniken – steht im Vordergrund.

Nach Ansicht des BfS können die in den EUREF-Richtlinien geforderten objektivierbaren Bewertungsmaßstäbe auf gerätetechnischer und personeller Ebene auch für die kurative Röntgen-Mammographie wegweisend für eine weitergehende Qualitätssicherung und -verbesserung sein. Einen ersten aber noch nicht ausreichenden Schritt in diese Richtung stellt das umfangreiche Paket zur Qualitätssicherung in der kurativen Röntgen-Mammographie dar, das die Kassenärztliche Bundesvereinigung (KBV) mit den Spitzenverbänden der Krankenkassen vereinbart hat. Das Qualitätssicherungsprogramm besteht aus drei Bausteinen:

- einer Eingangsprüfung für alle Ärzte, die in Zukunft Mammographien bei Verdacht auf Brustkrebs durchführen wollen (Zertifizierung),
- einer jährlichen, kontrollierten Rezertifizierung,
- einer jährlichen stichprobenartigen Qualitätskontrolle der Aufnahmen der Brust und der dazugehörigen Befunde.

Bei wiederholtem Nichtbestehen dieser Qualitätsanforderungen verliert der Arzt seine Abrechnungsgenehmigung.



Beispiel für eine Screening-Röntgen-Mammographie. Dargestellt ist ein kleines Mammakarzinom, das aufgrund einer Gruppe von Mikroverkalkungen im Bereich der linken Brust entdeckt wurde. Die Mikrokalkgruppe ist in beiden Standardprojektionen (cranio-caudal¹ und medio-lateral-oblique²) erkennbar. Die Befundung von Röntgen-Mammographien – insbesondere im Rahmen eines Screeningprogramms – ist oftmals sehr schwierig. So kann einerseits aus dem Vorliegen von Mikroverkalkungen nicht in jedem Fall auf ein Mammakarzinom geschlossen werden, andererseits gibt es auch Mammakarzinome, die nur durch eine Verdichtung in der Mammographie – ohne Vorliegen von Mikrokalk – auffallen. (Quelle: Dr. med. H. Junkermann, Leiter des Pilotprogramms „Mammographie Screening Bremen“)

¹⁾ von oben nach unten

²⁾ schräg von außen nach innen

Weitere Arbeitsschwerpunkte des BfS

Zwischenlagerung von Kernbrennstoffen

In der Bundesrepublik Deutschland sind an 6 Standorten Zwischenlager und an drei Standorten Interimslager für abgebrannte Brennelemente aus Atomkraftwerken und Versuchsreaktoren in Betrieb. Neben den zentralen Zwischenlagern in Gorleben (Niedersachsen) und Ahaus (Nordrhein-Westfalen) werden folgende dezentrale Zwischenlager genutzt:

- AVR-Behälterlager Jülich (Nordrhein-Westfalen),
- Zwischenlager Obrigheim (Baden-Württemberg),
- Zwischenlager Nord (ZLN) in Rubenow bei Greifswald (Mecklenburg-Vorpommern),
- Standort-Zwischenlager Lingen (Niedersachsen).

Interimslager sind an den Standorten Neckarwestheim (Baden-Württemberg), Philippsburg (Baden-Württemberg) und Biblis (Hessen) in Betrieb (Stand: jeweils 31.12.2002).

Im Unterschied zu den übrigen Anlagen werden die Brennelemente in Obrigheim in einem externen Nasslagerbecken zwischengelagert. Dieses Zwischenlager wurde nach § 7 des Atomgesetzes (AtG) von der zuständigen Landesbehörde, dem Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, genehmigt. Die übrigen Zwischen- und Interimslager wurden nach § 6 AtG vom Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) genehmigt. In ihnen werden die Brennelemente trocken in Transport- und Lagerbehältern aufbewahrt.

Zentrale Zwischenlager

Ansprechpartner:

Friedrich Heimlich (0 18 88/3 33-17 40)

In Deutschland sind zwei zentrale Zwischenlager in Betrieb: Das Transportbehälterlager (TBL) Ahaus in Nordrhein-Westfalen und das Transportbehälterlager Gorleben in Niedersachsen.



Transportbehälterlager Ahaus: Castor-Behälter THTR/AVR

Transportbehälterlager Ahaus

Die Genehmigung umfasst die Aufbewahrung bestrahlter Brennelemente aus deutschen Kernkraftwerken in CASTOR-Behältern auf 370 Stellplätzen sowie die Lagerung ausgedienter Kugelbrennelemente aus dem stillgelegten Thorium-Hochtemperatur-Reaktor (THTR) in Hamm-Uentrop in 305 kleinen CASTOR-Behältern auf 50 Stellplätzen (Abb. unten). Im TBL Ahaus ist eine Schwermetallmenge von 3.960 t genehmigt. Gegenwärtig sind 305 Behälter CASTOR THTR/AVR sowie 3 Behälter CASTOR V/19 und 3 Behälter CASTOR V/52 eingelagert.

Transportbehälterlager Gorleben

Das zentrale Zwischenlager Gorleben erhielt 1983 eine Genehmigung für zunächst 1.500 t abgebrannte Brennelemente. Im Jahr 1995 erweiterte das BfS die Genehmigung auf 3.800 t. Im Rahmen dieser umfassenden Neugenehmigung erhielt das TBL Gorleben als einziges Zwischenlager Deutschlands die Erlaubnis, neben abgebrannten Brennelementen auch hochradioaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung (HAW-Glaskokillen) im Ausland aufzubewahren. Die Genehmigung umfasst ebenso wie in Ahaus 420 Stellplätze. Nach der Einlagerung von 12 Behältern CASTOR HAW 20/28 CG im November 2002 befinden sich insgesamt 32 Behälter im Lager: 5 Behälter mit abgebrannten Brennelementen sowie 27 Behälter mit HAW-Glaskokillen. Die weitere Einlagerung von CASTOR-Behältern in das Zwischenlager Gorleben wird von Bürgerinitiativen und Umweltschutzverbänden kritisiert. Auch der jüngste Transport im November 2002 war von umfangreichen Protesten begleitet. Daneben gab es im Jahr 2002 Diskussionen über Sicherheitsfragen beim Absturz eines Behälters im Zwischenlager Gorleben (siehe Kapitel „Die Rolle des BfS bei der Prüfung der Sicherheit von Transport- und Lagerbehältern“).

Dezentrale Zwischenlager

Ansprechpartner:

Bruno Thomauske (0 18 88/3 33-18 00)

Genehmigungsanträge und Antragsänderungen

Dem BfS liegen gegenwärtig noch 15 Anträge auf Aufbewahrung abgebrannter Brennelemente in 12 Standort-Zwischenlagern und 3 Interimslagern zur Bearbeitung vor (Stand Februar 03)¹. Mit der Erteilung der jeweils 1. Ergänzungsgenehmigung vom 20.12.02 bzw. vom

17.02.03 zu den Genehmigungen der Interimslager Neckarwestheim bzw. Philippsburg ist der Gesamtumfang dieser Anträge abgearbeitet. Die bereits erteilten Genehmigungen für das Interimslager Biblis sowie die Standort-Zwischenlager Lingen, Grohnde und Grafenrheinfeld umfassen jeweils nur einen ersten Teilumfang der Anträge. Aus diesem Grunde ist die Bearbeitung dieser Genehmigungsanträge noch nicht beendet.

Im Zuge der Vereinbarung definierter Reststrommengen haben die Antragsteller auf Anregung des BfS, und wie auch von den Einwanderinnen und Einwanderern gefordert, die Kapazität der Zwischenlager reduziert. Ausführliche Informationen zum bisherigen Verlauf und zum Stand der Genehmigungsverfahren sind im Internet unter www.bfs.de abrufbar.

Prüfung eines absichtlich herbeigeführten Flugzeugabsturzes

Nach den Anschlägen vom 11. September 2001 in den USA kann ein gezielter Angriff mit einem Flugzeug nicht mehr ausgeschlossen werden. Das BfS hat deshalb entschieden, die Auswirkungen eines solchen Angriffs zu prüfen und die Ergebnisse bei der Entscheidung über die Genehmigungsanträge zu berücksichtigen.

Das BfS hat ein Gutachterkonsortium aus Sachverständigen und Experten unterschiedlicher Fachrichtungen und Institutionen beauftragt. Die im Mai 2002 aufgenommene Begutachtung wird für verschiedene Flugzeugtypen durchgeführt und umfasst folgende Prüfungen:

- Absturzszenarien, Brandszenarien, Lastannahmen,
- Analyse des Bauwerksverhaltens (WTI- und STEAG-Hallen, Tunnelkonzept),
- Analyse des Behälterverhaltens und des Verhaltens des Behälterinventars,
- Freisetzungsanalyse und radiologische Auswirkungen.

Die Begutachtung für die STEAG-Halle in Lingen sowie die Halle in Grohnde und das WTI-Lager Grafenrheinfeld ist abgeschlossen. Ab Anfang 2003 werden das Tunnelkonzept in Neckarwestheim und die übrigen Standort-Zwischenlager geprüft. Der gezielte Flugzeugabsturz wird außerdem für die bestehenden Zwischenlager betrachtet.

Für die Zwischenlager Lingen, Grohnde und Grafenrheinfeld haben die Gutachter bestätigt, dass sich für die Bevölkerung in der Umgebung keine unzulässigen radio-

logischen Belastungen ergeben. Ein solcher Terrorangriff führt selbst unter Zugrundelegung ungünstiger, konservativer Annahmen gemäß den Störfallberechnungsgrundlagen nicht zu einer Gefährdung von Leben und Gesundheit infolge erheblicher Direktstrahlung oder infolge der Freisetzung einer erheblichen Menge radioaktiver Stoffe.

Die Untersuchungen der Ereignisse im Bereich von Störmaßnahmen und sonstigen Einwirkungen Dritter haben ergeben, dass auch der Eingriffswert für den Katastrophenschutz von 100 Millisievert (mSv) effektiver Dosis und die entsprechenden Werte von 250 mSv (Erwachsene) bzw. 50 mSv (Kinder, Jugendliche und Schwangere) für die Schilddrüsendosis durch das in diesem Fall besonders gefährliche radioaktive Jod nicht erreicht würden. Bei diesem Terrorszenario würden selbst die in der Strahlenschutzverordnung festgelegten Störfallplanungswerte weit unterschritten.

Das BfS hat für die Standort-Zwischenlager auch die Einhaltung des Minimierungsgebots der Strahlenschutzverordnung geprüft. Als Ergebnis ist festzuhalten, dass die Strahlenexposition für bestimmungsgemäßen Betrieb, Störfälle, auslegungsüberschreitende Ereignisse und den gezielten Flugzeugabsturz deutlich unterhalb der Grenzwerte bzw. der Schutzziele liegt. Eine weitere Reduzierung würde zu einem unverhältnismäßig hohen Aufwand führen. Dem Minimierungsgebot ist somit sowohl beim STEAG-Konzept als auch beim WTI-Konzept Rechnung getragen².

Genehmigungserteilungen

Das Bundesamt für Strahlenschutz hat am 6.11.02 die atomrechtliche Genehmigung für das Standort-Zwischenlager Lingen erteilt. Am 20.12.02 wurde die Aufbewahrung von Kernbrennstoffen in dem ebenfalls in Niedersachsen gelegenen Zwischenlager am Standort Grohnde genehmigt. Die Lagergebäude in Lingen und Grohnde entsprechen dem sogenannten STEAG-Konzept, das sich durch massive Stahlbetonstrukturen mit einer Wandstärke von ca. 1,2 m und einer Deckenstärke von ca. 1,3 m auszeichnet.

Mit Datum vom 12.02.03 hat das BfS erstmals die Aufbewahrung von Kernbrennstoffen in einer nach dem WTI-Konzept beantragten Lagerhalle mit geringeren Wand- und Deckenstärken von 0,85 m bzw. 0,55 m am Standort Grafenrheinfeld genehmigt. Nähere Informationen hierzu sowie zu den drei im Jahr 2001 genehmigten Interimslagern finden Sie im Internet unter www.bfs.de.

¹ Im Internet des BfS können unter www.bfs.de nähere Informationen zur dezentralen Zwischenlagerung einschließlich einer Übersichtstabelle über die Genehmigungsanträge abgerufen werden.

² Eine Beschreibung der Merkmale dieser Konzepte kann unter www.bfs.de (Rubrik Dezentrale Zwischenlager) abgerufen werden.

Wegen der frühen Antragstellung im Dezember 1998 und der damals geltenden Gesetzeslage musste das Standort-Zwischenlager Lingen keiner förmlichen Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) unterzogen werden. Gleichwohl wurde die Umweltverträglichkeit geprüft. Dadurch war auch eine vorgezogene Errichtung des Lagergebäudes möglich. Das Lagergebäude in Lingen war zum Zeitpunkt der atomrechtlichen Genehmigungserteilung bereits betriebsbereit. Die Kernkraftwerke Lippe-Ems GmbH, ein Unternehmen der RWE Power AG, hat das Zwischenlager wenige Wochen nach Genehmigungserteilung in Betrieb genommen. Mit der Errichtung der Lagerhallen an den Standorten Grohnde und Grafenrheinfeld kann erst nach Erteilung der Baugenehmigung durch die jeweilige lokale Baubehörde begonnen werden.



Standort-Zwischenlager Lingen, Lagergebäude

Das BfS veröffentlicht erteilte Genehmigungsbescheide im Internet unter www.bfs.de. Die Bearbeitung der Genehmigungsanträge für neun weitere standortnahe Zwischenlager sowie zwei weitere Interimslager wird das BfS voraussichtlich im Jahr 2003 abschließen.



Standort-Zwischenlager Lingen, Innenansicht

Beteiligung der Republik Österreich

Die Republik Österreich wird auf ihren Wunsch hin im Rahmen der grenzüberschreitenden Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) an den Genehmigungsverfahren für die Standort-Zwischenlager Biblis, Grafenrheinfeld, Gundremmingen, Isar, Neckarwestheim und Philippsburg beteiligt. Für die norddeutschen Zwischenlagerverfahren werden keine grenzüberschreitenden Umweltverträglichkeitsprüfungen durchgeführt.

Die beiden Parteien haben bei der Durchführung der grenzüberschreitenden UVP sicherzustellen, dass auch die Öffentlichkeit des potenziell betroffenen Landes eingebunden und informiert wird und die Gelegenheit zur Abgabe von Stellungnahmen erhält. Für die Republik Österreich haben separate öffentliche Auslegungen der Antragsunterlagen und ein gesonderter Anhörungstermin am 09. April 2002 in München stattgefunden. Nähere Informationen hierzu sind im Internet unter www.bfs.de veröffentlicht.

Das BfS und die Republik Österreich führen regelmäßig Konsultationen zur Durchführung der Verfahren zur

grenzüberschreitenden UVP durch. Hierbei beteiligen sich auch die Landesregierungen der Länder Oberösterreich, Salzburg, Tirol und Vorarlberg.

Standort-Zwischenlager und Interimslager in Betrieb

Die Interimslager in Neckarwestheim und Philippsburg sind seit April 2001 bzw. seit Juli 2001 in Betrieb. Ende 2002 waren in Neckarwestheim 6 und in Philippsburg 5 Behälter eingelagert. Das Interimslager Biblis wurde im März 2002 in Betrieb genommen. Ende 2002 waren 12 Behälter eingelagert. Im Jahr 2003 sollen ca. 7 Behälter hinzukommen.

In das im November 2002 genehmigte Standort-Zwischenlager Lingen wurde bis Ende 2002 ein Behälter mit abgebrannten Brennelementen eingelagert. Im Jahr 2003 werden voraussichtlich 5 weitere Behälter eingelagert. In den Folgejahren fallen etwa drei Behälter mit abgebrannten Brennelementen pro Jahr zur Einlagerung an.

In Deutschland wurden auch schon vor der Entwicklung des neuen Zwischenlagerkonzeptes der Bundesregierung einzelne dezentrale Zwischenlager realisiert. Das AVR-Behälterlager am Standort des im Jahr 1988 stillgelegten ehemaligen Versuchsreaktors (AVR) des Forschungszentrums Jülich (www.fz-juelich.de) ist seit 1993 in Betrieb. Von den insgesamt genehmigten 158 Behältern waren Ende 2002 129 eingelagert. Das Zwischenlager Nord (ZLN) in Rubenow bei Greifswald wurde am 05.11.1999 genehmigt und wenige Tage später in Betrieb genommen. Ende 2002 waren 26 Behälter mit Brennelementen der Kernkraftwerke Greifswald und Rheinsberg eingelagert.



Vertreter der Republik Österreich beim Anhörungstermin am 9. April 2002 in München

Sicherheit von Transport- und Lagerbehältern

Die Rolle des BfS bei der Prüfung der Sicherheit von Transport- und Lagerbehältern

Ansprechpartner:

Bruno Thomauske (0 18 88/3 33 18 00)

Frank Nitsche (0 18 88/3 33-17 70)

Transport- und Lagerbehälter, z. B. der Bauart CASTOR, sind grundsätzlich sowohl zum Transport als auch zur Lagerung von abgebrannten Brennelementen bzw. hochradioaktiven Abfällen geeignet. Entsprechend wird die Sicherheit dieser Behälter nach dem Gefahrgutrecht bzw. nach dem Atomrecht geprüft.

Bevor ein neuer Behältertyp zum Einsatz kommen darf, muss er eine gültige Zulassung als Versandstück (Behälter plus Inhalt) entsprechend den gefahrgutrechtlichen Bestimmungen besitzen. Für die Erteilung dieser Zulassung – im Falle von CASTOR-Behältern eine sogenannte Typ B(U)F-Zulassung – ist das BfS die zuständige Behörde. An diesem Zulassungsverfahren ist auch die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM, www.bam.de) als zuständige Behörde für die Prüfung der Bauart und der qualitätssichernden Maßnahmen auf Grundlage der geltenden verkehrsrechtlichen Gefahrgutverordnungen beteiligt.

Die Sicherheit von Transportbehältern wird bei Einhaltung der Bestimmungen des Gefahrgutrechts gewährleistet. Diese beruhen auf weltweit anerkannten und in internationale und nationale Transportvorschriften der Internationalen Atomenergieorganisation (IAEA) in Wien (www.iaea.org) umgesetzten Empfehlungen zum sicheren Transport radioaktiver Stoffe. Diese Sicherheitsstandards der IAEA zum Transport radioaktiver Stoffe werden entsprechend dem fortschreitenden Stand von Wissenschaft und Technik und sich weiterentwickelnden praktischen Erfahrungen und Erfordernissen kontinuierlich überprüft und überarbeitet. Die neueste Revision wurde im Jahr 2000 von der IAEA veröffentlicht. Entsprechend der Sicherheitsphilosophie dieser Vorschriften müssen Transportbehälter, die radioaktive Stoffe mit hohem Gefährdungspotenzial beinhalten, wie z. B. CASTOR-Behälter zum Transport von bestrahlten Brennelementen oder verglasten hochradioaktiven Abfällen (HAW-Glaskokillen), so konstruiert und ausgelegt sein, dass sie selbst bei schweren Unfällen mit kombinierten mechanischen und thermischen Einwirkungen ihre Sicherheitsfunktion hinsichtlich des Einschlusses und der Abschirmung des radioaktiven Inhaltes gewährleisten.

Dieser Nachweis ist in einem umfangreichen Zulassungsverfahren gegenüber dem BfS als zuständiger Zulassungsbehörde zu erbringen. Die Zulassung für einen solchen Transportbehälter für bestrahlte Brennelemente

oder HAW-Glaskokillen als sogenanntes Typ B(U)F-Versandstück wird erst dann vom BfS erteilt, wenn alle erforderlichen Prüfungen und Nachweise vorliegen und deren positive Begutachtung hinsichtlich der mechanischen und thermischen Auslegung und Qualitätsprüfung durch die dafür zuständige Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) und bezüglich der Strahlungsabschirmung und Kritikalitätssicherheit durch das BfS abgeschlossen ist. Ohne das Vorliegen einer gültigen Typ B(U)F-Zulassung können solche Transportbehälter nicht eingesetzt werden. Sie ist Voraussetzung für die Erteilung einer Beförderungsgenehmigung nach § 4 AtG.

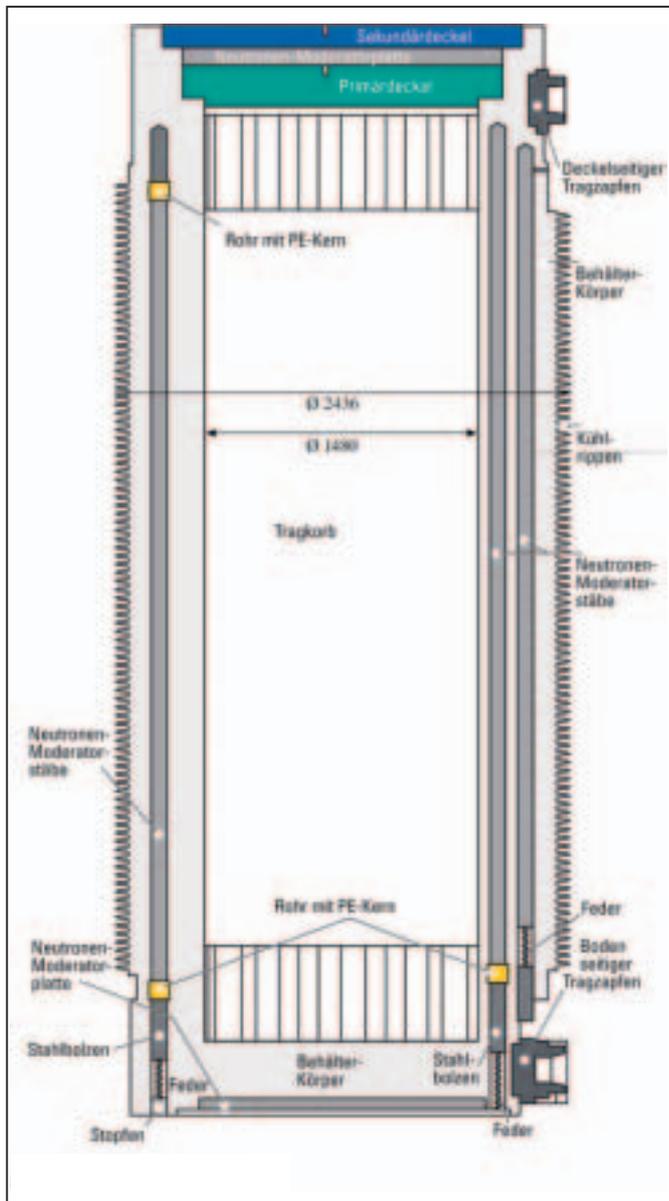


Transport- und Lagerbehälter der Bauart CASTOR V/19

Das BfS ist weiterhin für die Durchführung von Genehmigungsverfahren zur Erteilung von Transportgenehmigungen (§ 4 AtG) und von Aufbewahrungsgenehmigungen für Zwischenlager (§ 6 AtG) zuständig. Im Hinblick auf die Eignung derselben Behälterbauarten für eine bis zu 40-jährige Zwischenlagerung sind eine Reihe von zusätzlichen Sicherheitsaspekten zu prüfen. Hierbei handelt es sich um anlagenspezifische Randbedingungen, Störfallszenarien (z. B. Behälterabsturz vom Lagerhallenkran) sowie die Berücksichtigung der im Vergleich zu einem Transport längeren Lagerdauer.

Im Jahr 2002 wurde eine Reihe von Fragestellungen zur Sicherheit der Behälter insbesondere auch bei Störfällen öffentlich diskutiert. Diese betreffen die von verschiedenen Seiten geforderten Falltests für Behälter, das Fügedeckel-Schweißverfahren als Reparaturkonzept für CASTOR-Behälter sowie die Schraubenverbindungen der Behälter.

Die BAM hat über 70 Fall- und Brandversuche mit Behältern des Typs CASTOR und vergleichbarer Bauart durchgeführt und den Empfehlungen der Internationalen Atomenergieorganisation (IAEA) in Wien (www.iaea.org) entsprechend jeden zugelassenen Behältertyp durch die Kombination verschiedener Methoden, wie Tests an Originalbehältern, Modellversuche, Berechnungen und Computersimulationen, geprüft.



Schnitt durch den CASTOR V/19-Behälter

Durch einen Fernsehbeitrag am 23.07.02 wurden erneut die Diskussionen zu Falltests für CASTOR-Behälter und insbesondere zu Sicherheitsfragen beim Absturz eines Behälters im Zwischenlager Gorleben ausgelöst.

Gleichwohl hält das BfS, wie bereits mehrfach öffentlich dargelegt, allein schon aus Akzeptanzgründen weitere Falltests an Originalbehältern, z. B. an dem für HAW-Glaskokillen in Gorleben eingesetzten Behältertyp CASTOR HAW 20/28 CG, für sinnvoll.

Prüfungen der BAM und überprüfende Berechnungen der GNS¹⁾ kamen zu dem Ergebnis, dass ein Behälterabsturz in Gorleben auch vor Einführung der Begrenzung der Hubhöhe des Krans beim Anheben der Behälter (max. 30 cm) bzw. dem Einbringen von Stossdämpfern auf den

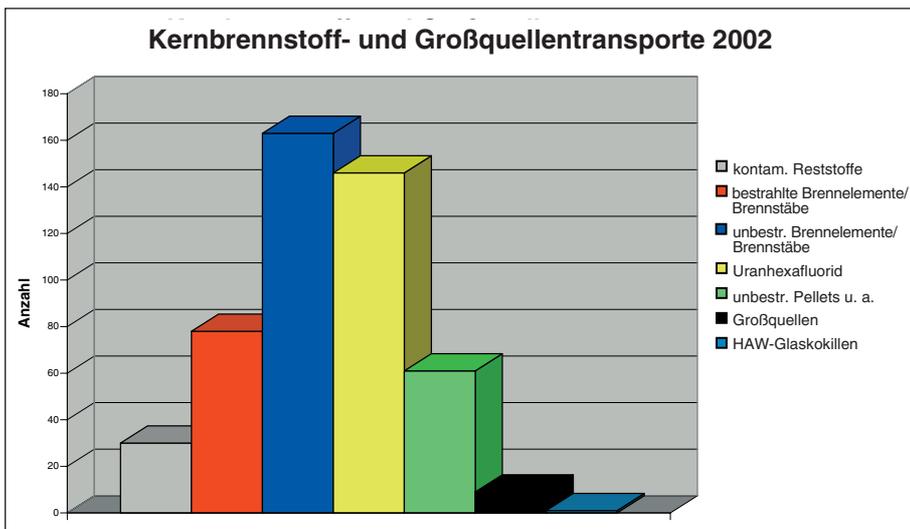
Hallenboden nicht zu einem Sicherheitsrisiko geführt hätte. Das BfS ist nach umfassender Prüfung und Bewertung zu dem Ergebnis gekommen, dass die Sicherheit des Zwischenlagers Gorleben gewährleistet ist und keine Gründe für eine Aussetzung der Einlagerung vorliegen.

Die Diskussion zum Fügedeckelschweißverfahren hat folgenden Hintergrund: Für die Zwischenlager Gorleben, Ahaus und ZLN ist für den unwahrscheinlichen Fall des Versagens der Primärdeckeldichtung eines CASTOR-Behälters als Reparaturmöglichkeit auch das Aufschießen eines dritten sogenannten Fügedeckels vorgesehen. Bei der Überprüfung der bisher geführten Nachweise hinsichtlich der mechanischen Festigkeit der Schweißverbindung mit neuen und verfeinerten Berechnungsmethoden (Finite-Elemente-Rechnungen) durch den Behälterhersteller GNS/GNB¹⁾ zeigte sich, dass die bisher vorausgesetzte mechanische Spannungsfreiheit der Schweißnaht nicht bestätigt werden konnte.

Inzwischen hat die GNB neue Nachweise vorgelegt, die auch unter den aktuell berechneten mechanischen Spannungen die Festigkeit der bei diesen, in den zentralen Zwischenlagern genehmigten speziellen Handschweißverfahren, u. a. durch experimentelle Versuche an den Schweißverbindungen belegen sollen. Diese neuen Nachweise befinden sich derzeit im Rahmen der Änderungsgenehmigungsverfahren nach § 6 AtG für die zentralen Zwischenlager Ahaus und Gorleben in der Prüfung durch den zuständigen Sachverständigen.

Bezüglich der Auslegung der Schraubenverbindungen an den Behältern der Bauart CASTOR war es dem Antragsteller aufgrund einer neuen VDI-Richtlinie vom Oktober 2001 möglich, auch eigene Untersuchungen zu den Reibbeiwerten des Schraubenschmiermittels durchzuführen. Bis dahin waren bezüglich der Reibbeiwerte Vorgaben aus einer früher geltenden VDI-Richtlinie anzuwenden. Die Untersuchungen kamen zu dem Ergebnis, dass die ermittelten Reibbeiwerte deutlich unter den bisher angesetzten Werten lagen. Auf dieser Basis hat der Behälterhersteller GNS/GNB eine Überprüfung der einzustellenden Anzugsdrehmomente der Behälterschrauben vorgenommen. Die entsprechenden sicherheitstechnischen Festigkeitsnachweise für diese Schraubverbindungen sowie die darauf basierenden Montagevorschriften wurden dem BfS zur Prüfung vorgelegt. Das BfS ist nach eingehender Prüfung zu dem Ergebnis gekommen, dass auch diesbezüglich die Sicherheit der Behälter gewährleistet ist.

¹⁾ Gesellschaft für Nuklear-Service mbH (GNS) bzw. dessen Tochterunternehmen Gesellschaft für Nuklear-Behälter mbH (GNB), Internetadressen: www.gns.de bzw. www.gnb.de.



Kernbrennstoff- und Großquellentransporte 2002

Statistische Angaben zu Transporten, Transportgenehmigungen und verkehrsrechtlichen Zulassungen für 2002

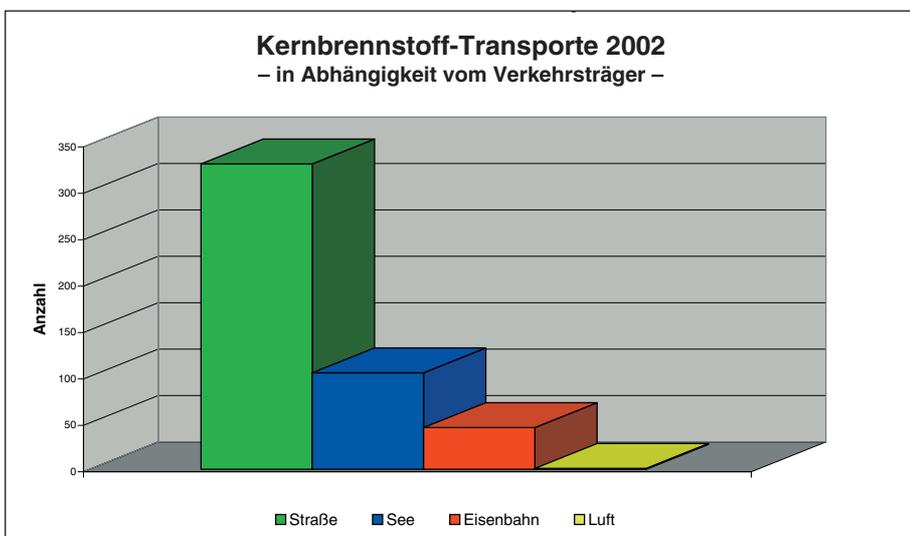
Im Jahr 2002 wurden insgesamt 169 Genehmigungen zum Transport von Kernbrennstoffen und 14 Genehmigungen für Transporte von Großquellen erteilt, wobei einzelne Genehmigungen die Durchführung mehrerer Transporte gestatten. Durchgeführt wurden im Jahre 2002 insgesamt 488 Transporte von Kernbrennstoffen und Großquellen.

Die Abbildungen links zeigen die Anzahl der Transporte in Abhängigkeit vom transportierten Material und in Abhängigkeit vom Verkehrsträger (Straße, See, Eisenbahn und Luft) sowie der Verkehrsart (Inland, Import, Export und Transit).

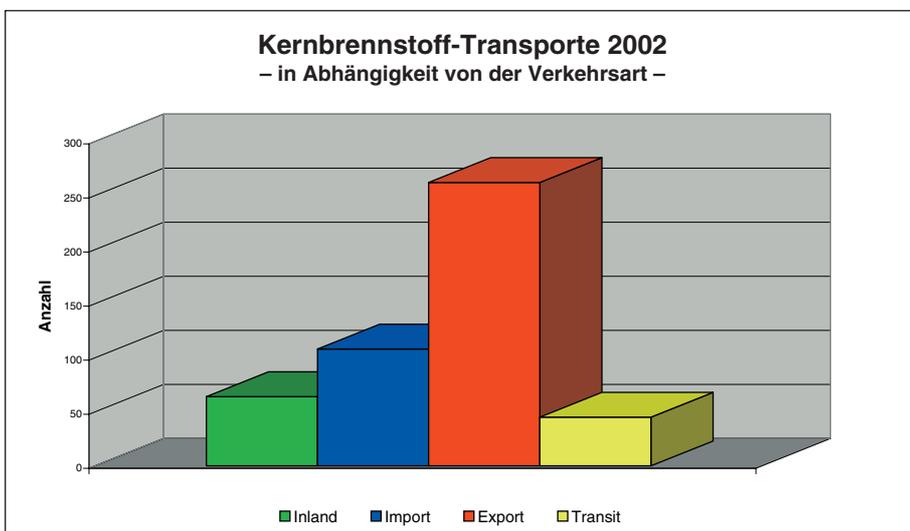
Beim Transport bestrahlter Brennelemente handelt es sich hauptsächlich um bestrahltes Material für Forschungszwecke und um bestrahlte Brennelemente aus den deutschen Kernkraftwerken.

2002 wurden vom BfS insgesamt 27 Zulassungen und 25 deutsche Anerkennungen ausländischer Zulassungen erteilt sowie 29 verkehrsrechtliche Beförderungsgenehmigungen ausgestellt.

Informationen über vom BfS erteilte Beförderungsgenehmigungen werden auf der Homepage des BfS veröffentlicht (www.bfs.de).



Kernbrennstofftransporte 2002 (in Abhängigkeit vom Verkehrsträger)



Kernbrennstofftransporte 2002 (in Abhängigkeit von der Verkehrsart)

Staatliche Verwahrung von Kernbrennstoffen

Ansprechpartner: Norbert Esser (0 61 81/58-47 18)

Grundlagen

Kernbrennstoffe finden Verwendung in Atomkraftwerken, in Forschungsreaktoren sowie in der Industrie. Für den Umgang mit Kernbrennstoffen ist eine atomrechtliche Genehmigung erforderlich. Der Bund hält für den Fall, dass die erforderliche Genehmigung nicht vorliegt, eine Einrichtung zur „Staatlichen Verwahrung“ vor. Die Staatliche Verwahrung kann auch notwendig werden bei Fund von Kernbrennstoffen oder bei Verlust der Berechtigung des Privaten (bei Insolvenz des bisherigen Besitzers oder bei Entzug der Genehmigung). Der Bund übernimmt in diesem Fall vorübergehend die Kernbrennstoffe von den Privaten, bis diese wieder die atomrechtlichen Voraussetzungen für den Umgang mit diesen Stoffen erfüllen. Das BfS ist nach den Bestimmungen des Atomgesetzes für den Vollzug dieser Aufgabe zuständig. Den Regelfall bildet – in Umsetzung des umweltrechtlichen Verursacherprinzips – die private Verantwortlichkeit derjenigen, die solche Stoffe aus wirtschaftlichen oder wissenschaftlichen Gründen einsetzen.

kleinere Mengen Kernbrennstoffe, die ausnahmsweise zur Staatlichen Verwahrung anfallen, in einem neu einzurichtenden zentralen Lager in Lagerbehältern sicher verwahrt werden. Mit der Einrichtung dieses neuen Lagers wird das BfS seiner gesetzlichen Pflicht nachkommen. Die Vorhaltung einer Lagereinrichtung für größere Kernbrennstoffmengen ist nicht beabsichtigt. Zur Umsetzung des dargestellten Konzepts sind bereits jetzt alle Kernbrennstoffe, die nach 2005 in Staatlicher Verwahrung verbleiben könnten, in Transport- und Lagerbehälter verpackt und in den neu eingerichteten Raum des bisherigen „Spaltstoffbunkers“ verbracht. Damit wurden Ende 2002 von Seiten des BfS die technischen Voraussetzungen für den vorgesehenen zügigen Abtransport der Kernbrennstoffe aus Hanau erfüllt. Den größten Teil der in der Staatlichen Verwahrung befindlichen Kernbrennstoffe bilden die 205 Brennelemente, die für den aufgegebenen „Schnellen Brüter“ in Kalkar vorgesehen waren. Sie gehören der Restabwicklung SNR-300 GmbH, einer 100%-Tochter der RWE Power AG, die sich vertraglich verpflichtet hat, für den weiteren Verbleib des SNR-Kerns zu sorgen.

Lagerung heute und in Zukunft

Seit 1981 betreibt das BfS im sogenannten „Spaltstoffbunker“ auf dem Gelände der Siemens AG (ehemals ALKEM) in Hanau-Wolfgang ein Kernbrennstofflager zur Durchführung der Staatlichen Verwahrung. Nach dem Vertrag des Bundes mit der Siemens AG vom 26.03.2001 ist dieses Lager bis 2005 (spätestens bis 2008) endgültig zu räumen. Danach sollen nach der Konzeption des BfS



Transportwagen mit einem SNR- Brennelement, verpackt in einem Einzel-SNR-Brennelemente-Behälter (ESBB)

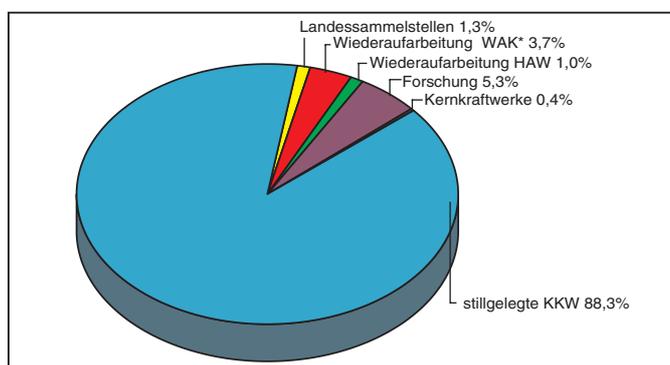
Stand der Entsorgung und Suche nach einem Endlagerstandort

Stand der Entsorgung

Ansprechpartner:

Bruno Thomauske (0 18 88/3 33-18 00)

Der größte Teil der radioaktiven Abfälle fällt bei der Nutzung der Atomenergie zur Stromerzeugung an. Es handelt sich hierbei in erster Linie um Abfälle aus der Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente, um abgebrannte Brennelemente selbst sowie um Betriebs- und Stilllegungsabfälle aus Kernkraftwerken und sonstigen Anlagen der Kernbrennstoffver- und entsorgung.



Verteilung des Bestandes konditionierter wärmeentwickelnder Abfälle (Gesamtvolumen 1.494 m³, Stand 31.2.2000)

Mit der 9. Novelle des Atomgesetzes vom 22. April 2002, welche die Strommenge aus der Kernenergienutzung in Deutschland beschränkt, wird die Menge dieser Abfälle begrenzt. In geringerem Umfang entstehen radioaktive Abfälle auch in Forschung, Medizin und Industrie.

In Deutschland werden bis zum Jahr 2040 ca. 293.000 m³ schwach- und mittelradioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung sowie ca. 22.000 m³ hochradioaktive wärmeentwickelnde Abfälle anfallen und endzulagern sein (Stand: 1999).

Der Bund ist nach § 9a Atomgesetz (AtG) verpflichtet, Anlagen zur Endlagerung radioaktiver Abfälle einzurichten. Damit ist der Bund für die Suche und Auswahl von Endlagerstandorten und für die Einrichtung und Bereitstellung von Endlagern für radioaktive Abfälle verantwortlich. Nach § 23 AtG ist dies Aufgabe des BfS.

Ziel der Bundesregierung ist es, alle Arten radioaktiver Abfälle in einem Endlager (Ein-Endlager-Konzept) unterirdisch in tiefen geologischen Formationen zu entsorgen. Dieses Endlager soll bis zum Jahr 2030 betriebsbereit zur Verfügung stehen.

Die Bundeseite hat die in der Vereinbarung vom 14.06.2000 zwischen der Bundesregierung und den

Elektrizitätsversorgungsunternehmen (EVU) formulierten Verpflichtungen zur Endlagerung bereits im Jahr 2000 umgesetzt:

Die Erkundung des Salzstocks Gorleben ist seit dem 1.10.2000 unterbrochen. In den drei bis 10 Jahren des Moratoriums sollen konzeptionelle und sicherheitstechnische Fragen geklärt werden.

Das BfS hat im Juli 2000 den Antrag auf Sofortvollzug für das Endlager Konrad zurückgezogen, um ohne gleichzeitige Durchführung von Umrüstmaßnahmen eine gerichtliche Überprüfung der Genehmigung zu ermöglichen.

Das Niedersächsische Umweltministerium (NMU, www.mu1.niedersachsen.de) hat dem BfS den Planfeststellungsbeschluss für das geplante Endlager Konrad am 22. Mai 2002 zugestellt. Dieser erstreckt sich nicht nur auf die atomrechtliche Prüfung, sondern schließt weitere Genehmigungen u. a. nach Bergrecht, Baurecht, Immissionsschutzrecht und Wasserrecht ein. Während der einmonatigen Klagefrist vom 27. Juni bis 26. Juli 2002 wurden 8 Klagen von Kommunen, Landkreisen, Kirchen und Privatpersonen gegen den Bescheid eingereicht. Die Klagen sind nicht gegen das BfS, sondern gegen das NMU als Genehmigungsbehörde gerichtet. Das BfS hat die Klagen in seiner Eigenschaft als Beizuladende vom Oberverwaltungsgericht Lüneburg erhalten.

Nach der Rücknahme von 3 Klagen sind noch 5 Klageverfahren gegen die Genehmigung des Endlagers Konrad beim Oberverwaltungsgericht Lüneburg anhängig (Stand: 31.12.02). Neben einer Anwohnerfamilie aus Salzgitter, die von Verbänden und Initiativen unterstützt wird, haben auch die Stadt Salzgitter und die Gemeinden Lengede und Vechelde sowie einzelne Pfarrgemeinden ihre Klage aufrecht erhalten. Nach Abschluss der Gerichtsverfahren und Rechtskraft des Beschlusses wäre vor einer möglichen Inbetriebnahme zunächst eine Entscheidung und eine etwa vierjährige Umrüstphase der bestehenden Schachtanlage erforderlich. Bis zu einer Entscheidung des Bundes über das Moratorium Gorleben bzw. bis zu einer gerichtlichen Entscheidung zum Endlagerprojekt Konrad werden die Bergwerksbetriebe des Erkundungsbergwerkes Gorleben bzw. der Schachtanlage Konrad offen gehalten. Es werden lediglich Instandhaltungs- bzw. Reparaturmaßnahmen durchgeführt, die der betrieblichen Sicherheit und dem Werterhalt der Anlagen und der erzielten Erkundungsergebnisse dienen.

Das Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) in Sachsen-Anhalt wird stillgelegt. Während der Betriebszeit wurden von 1971 bis 1998 ca. 37.000 m³ schwach- und mittelradioaktiver Abfälle mit ca. 9,6 × 10¹⁴ Bq Aktivität eingelagert.

Gegenwärtig werden Maßnahmen zur vorgezogenen Verfüllung von Grubenbauen des Zentraltails ERAM vorbereitet. Mit dieser Stabilisierungsmaßnahme wird die erforderliche Sicherheit bis zur endgültigen Stilllegung des Endlagers erreicht. Aus Sicht des BfS duldet die Durchführung der vorgezogenen Verfüllung keinen Aufschub. Das Landesamt für Geologie und Bergwesen des Landes Sachsen-Anhalt fordert als zuständige Bergbehörde ebenfalls den unverzüglichen Einbau von stützendem Versatz. Die vorgezogene Verfüllung ist eine Maßnahme, die aus Gründen der Gefahrenabwehr noch vor Abschluss des atomrechtlichen Planfeststellungsverfahrens zur Stilllegung des ERAM erforderlich ist. Nachdem die rechtlichen Voraussetzungen im Dezember 2002 geschaffen wurden, wurden die Arbeiten vor Ort im März 2003 aufgenommen. Zunächst erfolgen Sicherungsarbeiten und die Einrichtung der erforderlichen über- und untertägigen Infrastruktur. Die Planungen sehen vor, dass mit dem Verfüllbetrieb ab September 2003 begonnen wird.

Suche nach einem Endlagerstandort

Ansprechpartner: Georg Arens (0 18 88/-3 33-18 20)

Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) hatte im Februar 1999 einen Arbeitskreis Auswahlverfahren Endlagerstandorte (AkEnd) mit Experten verschiedener Fachrichtungen eingerichtet, der ein Verfahren und Kriterien zur Suche und Auswahl von Endlagerstandorten für radioaktive Abfälle entwickeln sollte. Damit sollte ein Neuanfang in der Endlagersuche gemacht werden.

Im Dezember 2002 hat der Arbeitskreis Auswahlverfahren Endlagerstandorte (AkEnd) seine Empfehlungen für die Standortsuche für ein Endlager, das alle Arten von radioaktiven Abfällen aufnehmen soll, dem Bundesum-



Für den AkEnd übergibt Michael Sailer (RSK-Vorsitzender, l.) am 17.12.2002 den Abschlussbericht des AkEnd an Bundesumweltminister Jürgen Trittin (r.)

weltminister überreicht. SPD und Bündnis 90/Die Grünen haben vereinbart, dass nach Abschluss der Arbeiten des AkEnd die Bundesregierung dem Bundestag einen Beschlussvorschlag zu den Auswahlkriterien und dem Auswahlverfahren für den Standort eines Endlagers – entsprechend der Koalitionsvereinbarung von 1998 – unterbreiten wird. Zuständigkeits- und Verfahrensfragen einschließlich der Standortentscheidung für ein Endlager sollen gesetzlich geregelt werden.

Ergebnisse des AkEnd

Die Ergebnisse des AkEnd sind im Abschlussbericht und in einer Broschüre mit Stand Dezember 2002 umfangreich dokumentiert. Diese Dokumente können als Datei aus dem Internet (www.akend.de) heruntergeladen bzw. über das BfS bezogen werden. Die Arbeit des AkEnd beinhaltete auch eine intensive Diskussion mit der Öffentlichkeit.

Die Empfehlungen des AkEnd haben folgende Schwerpunkte:

Implementierung des Auswahlverfahrens

In einem ersten Schritt soll die Implementierung mit einem Beschluss der Bundesregierung im Zusammenwirken mit anderen Verfassungsorganen angestoßen werden. Danach soll ein möglichst großer gesellschaftlicher Konsens durch Dialog mit Vertretern gesellschaftlicher Interessengruppen über das Auswahlverfahren erreicht werden. Im dritten Schritt findet die politische/rechtliche Festlegung des Auswahlverfahrens durch die Bundesregierung im Zusammenwirken mit anderen Verfassungsorganen statt.

Grundlegende Anforderungen an die Endlagerung und das Auswahlverfahren

Der Isolationszeitraum des Endlagers soll in der Größenordnung von 1 Million Jahren liegen. Die Endlagerung soll in tiefen geologischen Formationen in einem Bergwerk erfolgen. Die Rückholbarkeit ist keine Anforderung im Auswahlverfahren. Die Öffentlichkeit ist an der Standortauswahl zu beteiligen.

Das Auswahlverfahren

Das Auswahlverfahren soll aus fünf Schritten bestehen. In den ersten beiden Schritten werden mit Hilfe von geowissenschaftlichen Kriterien und Abwägungen Gebiete ausgewählt, die die möglichen Voraussetzungen für eine langfristig sichere Endlagerung erwarten lassen. Die Beteiligungsbereitschaft der Bevölkerung in Standortregionen bestimmt in den Schritten 3 und 4 die weitere Auswahl. Mindestens 2 zu erkundende Standorte sollen ausgewählt werden. Die abschließende Standortentscheidung am Ende von Schritt 5 erfolgt auf der Basis von Sicherheitsbewertungen, einer Abschätzung der sozioökonomischen Entwicklungspotenziale der Standortregionen und des Votums der Bevölkerung.

Überwachung der Strahlenbelastung beim Fliegen

Ansprechpartner: Gerhard Frasch (0 18 88/3 33-24 10)

Die Erde ist ständig einem Strom von hochenergetischen Teilchen ausgesetzt. Dies ist die sogenannte Höhenstrahlung. Auf ihrem Weg zur Erdoberfläche wird die Höhenstrahlung mit zunehmender Dichte der Atmosphäre schwächer. Einen Schutz vor der Höhenstrahlung bewirkt der sogenannte „Sonnenwind“, der einen Teil der kosmischen Strahlung von unserem Sonnensystem ablenkt. Diese Sonnenaktivität ändert sich nahezu regelmäßig in einem Zyklus von etwa elf Jahren. Je größer die Sonnenaktivität ist, desto geringer ist die Höhenstrahlung und umgekehrt. Auch das Magnetfeld der Erde lenkt einen Teil der kosmischen Strahlung ab. Diese Abschirmung wirkt am stärksten am Äquator, in den nördlichen und südlichen Polregionen ist sie dagegen am schwächsten.

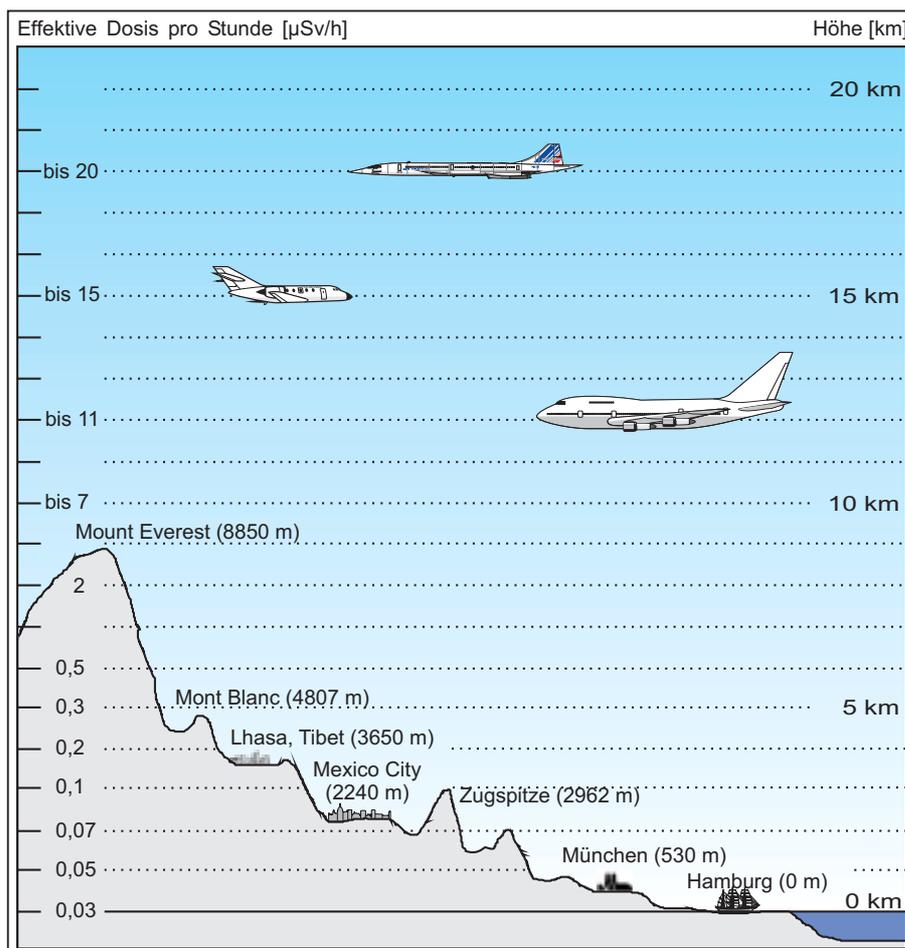
Strahlenexposition beim Fliegen

Flugzeuge fliegen oft in Höhen und geografischen Breiten, in denen deutlich mehr Höhenstrahlung auf den Menschen einwirkt als anderswo. Die Energien dieser Strahlung sind so hoch, dass man sie nicht abschirmen kann. Deshalb hängt das Ausmaß der Strahlenexposition beim Fliegen vor allem von der Flugdauer, der Flughöhe, der geografischen Lage der Flugroute und der Sonnenaktivität ab (Abb. rechts). Ein Maß für die Wirkung der Strahlenexposition auf den Menschen ist die effektive Dosis. In einer Höhe von 11 km und nördlich des 60-ten Breitengrades (z. B. Helsinki – Oslo – Südspitze Grönlands) entsteht durch die Höhenstrahlung eine effektive Dosis von 6 bis 7 Mikro-Sievert pro Stunde [$\mu\text{Sv}/\text{h}$], im Bereich des Äquators beträgt sie nur ein Drittel davon. Ein Flug von Frankfurt nach New York (ca. 9 Stunden Flugdauer, davon 8 Stunden in Reiseflughöhe) führte gegen Ende des Jahres 2002 zu einer effektiven Dosis von ca. fünfzig Mikro-Sievert (8 Stunden \times 6,5 $\mu\text{Sv}/\text{h} \approx 50 \mu\text{Sv}$). Infolge der zur Zeit abnehmenden Sonnenaktivität wird die Höhenstrahlung in den nächsten Jahren um bis zu vierzig Prozent ansteigen. In der Tabelle auf Seite 32 sind Bereiche effektiver Dosen, die durch Höhenstrahlung auf häufig beflogenen Strecken entstehen, zusammengestellt.

Wie wird die Dosis ermittelt?

Neben der Möglichkeit, die Dosis während eines Fluges im Flugzeug zu messen, kann man die gesamte effektive Dosis, die bei einem Flug entsteht, auch mit Computerprogrammen hinreichend genau berechnen. Solche Programme sind im Internet verfügbar und können für eigene Dosisberechnungen verwendet werden. Sie benötigen als Eingabedaten lediglich Start- und Ziel-flughafen, Flugdatum, -dauer und -höhe (z. B. EPCARD vom Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit GSF (www.gsf.de/epcard), PCAIRE vom Royal Military Collage of Canada (www.pcaire.com) oder CARI-6 von der Federal Aviation Administration, USA (www.camijccbi.gov/AAM600/610/600radio.html)).

Um die Höhe der zusätzlichen Strahlenexposition durch das Fliegen bewerten zu können, ist es sinnvoll, die effektive Dosis, die bei einem Flug entsteht, mit der natürlichen Strahlenexposition zu vergleichen, der die Menschen am Boden ständig ausgesetzt sind. So führt eine Flugreise von Frankfurt nach New York und zurück zu einer zusätzlichen Strahlenexposition von ca. 100 μSv . Dies entspricht einer Erhöhung der durchschnittlichen natürlichen Strahlenexposition eines Jahres um etwa fünf Prozent durch diese eine Flugreise.



Kosmische Strahlung in unterschiedlichen Höhen

Piloten, flugbegleitendes Personal oder berufliche „Vielflieger“ können, vor allem wenn sie häufig Langstrecken auf den nördlichen Polrouten fliegen, Dosen erhalten, die durchaus vergleichbar sind mit Dosiswerten in Berufsgruppen, die ionisierende Strahlung einsetzen oder die mit radioaktiven Quellen umgehen. In einzelnen Studien gibt es Anzeichen dafür, dass fliegendes Personal einem leicht erhöhten Gesundheitsrisiko ausgesetzt ist. Von einem wissenschaftlich gesicherten, ursächlichen Zusammenhang zwischen der Höhenstrahlung und z. B. der Häufigkeit von Krebserkrankungen kann man nach gegenwärtigem Kenntnisstand aber nicht sprechen.

Strahlenschutz des fliegenden Personals

Mit der Novelle der Strahlenschutzverordnung im Jahr 2001 wurde die Anforderung der EU-Richtlinie 96/29/EURATOM in nationales Recht umgesetzt. Dies bedeutet, dass die Strahlenexposition des fliegenden Personals zu ermitteln, zu begrenzen und unter Berücksichtigung des Einzelfalls zu reduzieren ist. Die Betreiber von Flugzeugen sind verpflichtet, ab August 2003 für die zu

Abflug	Ankunft	Dosisbereich* [μSv]
Frankfurt	Gran Canaria	10 – 18
Frankfurt	Johannesburg	18 – 30
Frankfurt	New York	32 – 75
Frankfurt	Rio de Janeiro	17 – 28
Frankfurt	Rom	3 – 6
Frankfurt	San Francisco	45 – 110
Frankfurt	Singapur	28 – 50
* Die Schwankungsbreite geht hauptsächlich auf die Einflüsse von Sonnenzyklus und Flughöhe zurück.		

Wertebereich der effektiven Dosis durch Höhenstrahlung auf ausgewählten Flugrouten

überwachenden Personen Dosiswerte mittels Rechenprogrammen zu ermitteln und außerdem durch eine entsprechende Planung der Flugrouten und des Personaleinsatzes die Strahlendosis ihrer Beschäftigten zu reduzieren. Die berechneten Dosiswerte werden dem fliegenden Personal individuell zugeordnet und über das aufsichtführende Luftfahrtbundesamt an das Strahlenschutzregister im Bundesamt für Strahlenschutz übermittelt, wo unter anderem die Einhaltung von Dosisgrenzwerten überwacht wird. Damit erhält neben allen anderen beruflich strahlenexponierten Personen auch das fliegende Personal eine rechtlich abgesicherte Strahlenschutzüberwachung. Die organisatorisch-technischen Voraussetzungen hierfür wurden durch das BfS im Jahr 2002 geschaffen.

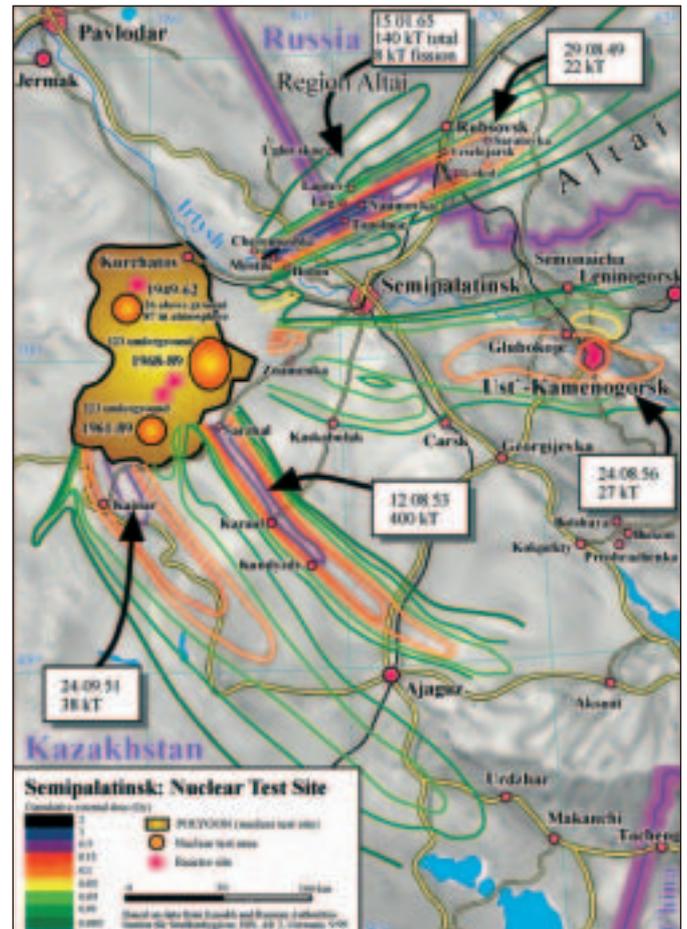
Gesundheitliche Folgen der sowjetischen Atombombenversuche in Kasachstan

Ansprechpartner: Bernd Grosche (0 18 88/3 33-22 50)

Seit 1994 arbeitet das BfS mit dem Scientific Research Institute for Radiation Medicine and Ecology, Semipalatinsk, Kasachstan (SRIRME) zusammen, mit dem Ziel, im Rahmen einer Kohortenstudie die gesundheitlichen Folgen der sowjetischen Atombombenversuche in Kasachstan zu ermitteln und zu bewerten. In einer Kohortenstudie wird untersucht, ob exponierte Personen häufiger an bestimmten Ursachen erkranken oder sterben. Neben der Erfassung des Vitalstatus der Kohortenmitglieder steht die Frage nach der Dosisabschätzung dabei im Mittelpunkt. Vom 21.-23. September 2002 fand die 3. Internationale Konferenz zur Ökologie, Strahlung und Gesundheit in der Umgebung des sowjetischen Atombombentestgeländes Semipalatinsk Test Site (STS) statt, die hinsichtlich der Dosimetrie zu einem Durchbruch geführt hat.

In der gemeinsam von BfS und SRIRME durchgeführten Studie wird eine Gruppe von ca. 20.000 Personen untersucht, die zum Zeitpunkt des ersten Atombombenversuchs vom August 1949 bis mindestens 1960 in den betroffenen Regionen lebten. Bis zum Zusammenbruch der Sowjetunion konnte ein vollständiger Follow-up durchgeführt werden. Danach sind etwa 20 % der Kohortenmitglieder emigriert, zum größten Teil nach Deutschland. Die erste Datenanalyse zeigt eine deutliche Dosis-Wirkungs-Beziehung zwischen der Strahlenexposition und der Tumorsterblichkeit. Die umfassende Auswertung der Daten wird derzeit durchgeführt.

Hinsichtlich der Dosimetrie hat sich informell eine internationale Arbeitsgruppe etabliert, die unter der Federführung von Herrn Prof. Hoshi, Universität Hiroshima, versucht, die Aktivitäten verschiedener Forschergruppen zu bündeln und zu koordinieren. Das SRIRME hat zuge-



Testgelände Semipalatinsk, die wichtigsten Atombombenversuche, deren Fallout-Trajektorien (Verlauf der radioaktiven Wolke) und vorläufige Expositionsschätzungen

sagt, dass seine Unterlagen, auf deren Basis die Dosisrekonstruktion für die BfS/SRIRME-Analyse durchgeführt wurde, für die Mitglieder der Dosimetriegruppe zugänglich sind. Diese Unterlagen sollen als Referenz für die anderen Aktivitäten zur Dosisermittlung genutzt werden sollen. Aus Sicht des BfS ist insbesondere dieser Punkt von Bedeutung, da hierdurch das vom Partnerinstitut angewandte Verfahren zur Expositionsabschätzung internationale Anerkennung erfahren hat und das BfS sich somit bei den anstehenden Analysen auf dieses Verfahren stützen kann. Veränderungen dieses Verfahrens werden dann nur noch im internationalen Kontext stattfinden.



Karte von Kasachstan und geographische Lage des Testgeländes (Größe: in etwa Rheinland-Pfalz)

Stand der deutschen Uranbergarbeiterstudie

Ansprechpartner: Bernd Grosche (0 18 88/3 33-22 50)

In der Zeit von 1946–1989 wurde in den südlichen Regionen Sachsens und Thüringens durch die SAG/SDAG Wismut¹⁾ Uranerz abgebaut. Dabei kam es bis Mitte der 1950er Jahre zu sehr hohen (bis zu über 300 WLM pro Jahr), dann aufgrund sich ständig verbessernder Arbeitsschutzmaßnahmen später zu sehr niedrigen Strahlenexpositionen von ca. 2 WLM pro Jahr (WLM ist die Abkürzung für Working Level Month und eine Maßeinheit zur Bestimmung der kumulativen Exposition durch Radon und Radon-Folgeprodukte). Ebenso konnte die Staubexposition durch veränderte Arbeits- und Bewetterungsbedingungen signifikant vermindert werden. Um die gesundheitlichen Auswirkungen einer beruflichen Tätigkeit im Uranerzbergbau zu untersuchen, führt das BfS die derzeit weltweit größte epidemiologische Einzelstudie zu diesem Thema durch (s. BfS-Strahlenthemen „Deutsche Uranbergarbeiterstudie“ als Faltblatt oder im Internet).

Bisherige Kenntnisse zu gesundheitlichen Auswirkungen einer Radonexposition im Bergbau

Die bisherigen Schätzungen zum gesundheitsgefährdenden Potenzial von Radonfolgeprodukten im Bergbau basieren auf einer gemeinsamen Analyse von 11 Studien, die mehr als 60.000 radonexponierte Bergarbeiter umfasste, wobei ca. 2.600 Lungenkrebsfälle aufgetreten sind. Für Lungentumoren ist ein eindeutiger Dosis-Wirkungs-Zusammenhang zwischen der Exposition gegenüber Radonfolgeprodukten und dem Erkrankungsrisiko nachgewiesen. Das Risiko ist um so kleiner, je länger die Bestrahlung zurück liegt und je älter die Person zu diesem Zeitpunkt war. Auch für andere bösartige Neubildungen (Magen- und Leberkrebs sowie Leukämie) wurden erhöhte Raten festgestellt. Die ermittelten Risiken dafür weisen keine Abhängigkeit von der Strahlenexposition auf.

¹⁾ Am 21. Dezember 1953 wurde die Sowjetisch-Deutsche Aktiengesellschaft Wismut (SDAG) mit Sitz in Karl-Marx-Stadt (Chemnitz) gegründet. Die Staatliche Aktiengesellschaft Wismut (SAG) wurde am 14. Dezember 1953 offiziell liquidiert.

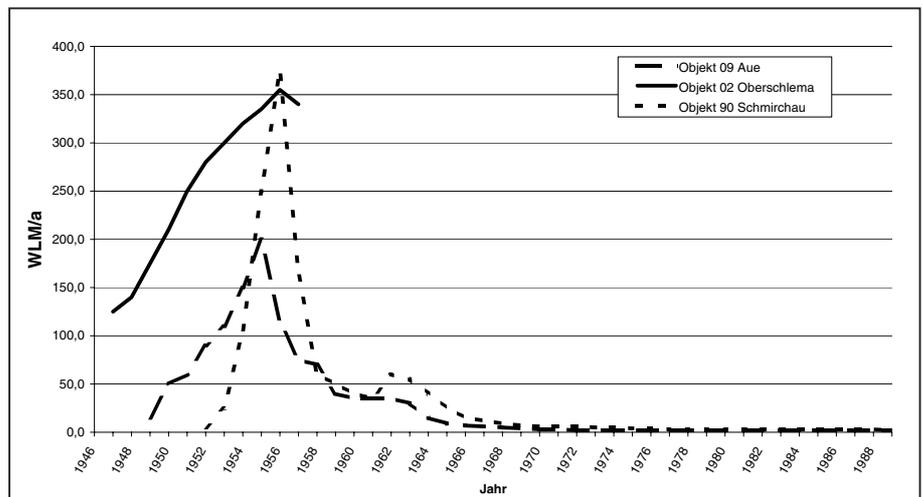
Die Kohortenstudie des BfS

Auf der Basis von Unterlagen des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften konnte eine sog. Kohorte aufgebaut werden, die 59.064 ehemalige Wismut-Beschäftigte umfasst. Anhand dieser Kohorte wird in den nächsten Jahren und Jahrzehnten eine Studie durchgeführt, um zusätzliche Erkenntnisse zur krebserzeugenden Wirkung von Radon und seinen Folgeprodukten (RnFP) zu gewinnen. Ziel der Studie ist es, hinsichtlich des Lungenkrebsrisikos die Risikoschätzungen besonders im Bereich niedriger Dosen auf eine breitere Basis zu stellen und die wissenschaftliche Klarheit bezüglich möglicher kausaler Zusammenhänge zu verbessern.

Mit 42.216 Personen (72,1 %) ist der größte Teil der Kohorte unter Tage beschäftigt gewesen, 4.554 Personen (7,8 %) waren in der Aufbereitung und 1.330 Personen (2,3 %) nur kurzzeitig, d. h. weniger als 180 Tage exponiert. 10.964 Personen (18,7 %) waren nicht exponiert. Sie stellen bei der Analyse die interne Vergleichsgruppe dar.

Strahlenexposition

Grundlage für die Expositionsabschätzung eines Kohortenmitglieds sind taggenaue Arbeitsanamnesen. Von der Bergbauberufsgenossenschaft wurde ein Verfahren zur Abschätzung der Exposition gegenüber Radonfolgeprodukten, langlebigen Radionukliden und Gammastrahlung entwickelt, eine sog. Job-Exposure-Matrix (JEM). Danach wird unter Zugrundelegung der jeweiligen Arbeitsbedingungen für jedes Kohortenmitglied die Strahlenexposition ermittelt. Als Beispiel werden in der Abbildung unten die mittels der JEM für die jeweiligen Betriebszeiträume der Objekte 09 (dem späteren Bergbaubetrieb Aue, Sachsen, 1949–1989), 02 (Oberschlema, Sachsen, 1947–1957) und 90 (Schmirchau, Thürin-



Durchschnittliche jährliche Exposition [WLM] für Hauer im Objekt 09 (BB Aue; Betriebszeitraum 1949–1989), Objekt 02 (BB Oberschlema; 1947–1957) und Objekt 90 (BB Schmirchau; 1952–1989)

gen, 1952–1989) berechneten zeitlichen Verläufe der Jahresexpositionswerte für einen Hauer dargestellt. Das Anfangsjahr entspricht hierbei jeweils dem Jahr der Objektgründung. Das Jahr 1989 entspricht dem Ende der Datenerfassung bzw. das Jahr 1957 der Einstellung des Objektes 02 Oberschlema. Aus der Abbildung wird deutlich, dass die Strahlenexposition für einen Hauer insbesondere in den frühen Jahren in den verschiedenen Bergbaubetrieben unterschiedlich hoch war und etwa Mitte der 1950er Jahre ihre höchsten Werte erreichte. Außerdem wird deutlich, wie die Einführung verbesserter Arbeits- und Bewetterungsbedingungen zu einer Reduzierung der Exposition führte.

Bezüglich anderer Risikofaktoren wird derzeit eine JEM für Staubbelastung erstellt. Darüber hinaus liegen Informationen zu gesundheitlichen Belastungen aus den Anerkennungsverfahren für Berufskrankheiten z. Z. der Wismut sowie Ergebnisse der Arbeitstauglichkeitsüberwachungsuntersuchungen (ATÜ) vor. Daraus sind insbesondere die Angaben zum Rauchverhalten von Bedeutung, da Rauchen der wesentliche Risikofaktor für Lungenkrebs ist. Diese Information liegt aber nicht für alle Beschäftigten im gleichem Maße vor, sondern hauptsächlich für diejenigen, die nach 1971 beschäftigt waren. Dies erklärt sich aus der Tatsache, dass die Dokumentation der ATÜ erst ab 1971 in einer Form geschah, die eine systematische Erfassung zuließ.

Follow-up

Zum Stichtag 31. Dezember 1998 wird der Vitalstatus der Kohortenmitglieder erhoben. Dies geschieht über Einwohnermeldeämter. Falls eine Person verstorben ist, wird die Todesursache über die zuständigen Gesundheitsämter erfragt. Die Verschlüsselung dieser Angaben

durch eine amtliche Stelle gewährleistet, dass die Ergebnisse später mit dem Todesursachengeschehen in der Allgemeinbevölkerung verglichen werden können. Neben den Todesursachen, wie sie auf den Totenscheinen stehen, konnten auch Sektionsbefunde für das Follow-up genutzt werden.

Ende 1998 waren etwa 25 % der Kohortenmitglieder verstorben. Für knapp 7 % der Kohorte konnte bislang keine Information zum Vitalstatus gefunden werden. Es wird damit gerechnet, dass der Prozentsatz der Personen mit fehlenden Angaben aufgrund weiterer Recherchen auf unter 6 % gesenkt werden kann.

Für die Personen, die verstorben sind, müssen Angaben zur Todesursache über die Gesundheitsämter erfragt werden. Derzeit liegen für 85 % Informationen vor. Aufgrund weiterer Recherchen wird damit gerechnet, diesen Prozentsatz auf über 90 % steigern zu können.

Ausblick

Mit der deutschen Kohortenstudie wird weltweit die epidemiologische Datenbasis für Untersuchungen an Uranbergarbeitern in etwa verdoppelt. Im Gegensatz zu den sehr heterogenen Daten der eingangs erwähnten gemeinsamen Analyse von elf Bergarbeiterstudien ist in der hier beschriebenen Studie bei etwa gleich großem Studienumfang eine größere Homogenität gegeben und dadurch eine deutlich detailliertere Risikoquantifizierung wahrscheinlich, wobei der Risikoberechnung im Bereich niedriger Dosen besondere Bedeutung zukommen wird. An die ersten beschreibenden Auswertungen aus dem Follow-up schließt sich die Datenanalyse zur Ermittlung des strahlenbedingten Tumorrisikos sowie ein Vergleich mit den Ergebnissen der elf anderen Bergarbeiterkohorten an.

Forschung für mehr Sicherheit und Strahlenschutz

Zur Durchführung seiner gesetzlichen Aufgaben hat das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) technisch-wissenschaftliche Fragen von grundsätzlicher Bedeutung für die Sicherheit kerntechnischer Einrichtungen und den Schutz des Menschen vor den Gefahren ionisierender und nichtionisierender Strahlung zu klären. Für anstehende Entscheidungen sind wissenschaftlich-technische und rechtliche Grundlagen zu schaffen, welche die Einbeziehung externen Sachverständigen erfordern. Dazu stehen dem BMU Haushaltsmittel im Rahmen der Ressortforschung zur Verfügung, um Untersuchungen, Gutachten und Studien zur Klärung von Einzelfragen an Universitäten, Forschungsinstitute, Sachverständigenorganisationen oder Firmen zu vergeben.

Das BfS unterstützt das BMU fachlich und wissenschaftlich auf den Gebieten des Strahlenschutzes und der kerntechnischen Sicherheit. Das BfS ist – neben der administrativen 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 2002 wurden rund 170 Untersuchungsvorhaben fachlich und etwa 220 Vorhaben verwaltungsmäßig durch das BfS betreut. Insgesamt standen der BMU-Ressortforschung im Jahr 2002 für den Strahlenschutz 10 Millionen Euro und für die kerntechnische Sicherheit knapp 23 Millionen Euro zur Verfügung.

Die im Rahmen von Ressortforschungsvorhaben erarbeiteten Ergebnisse werden in der BMU-Schriftenreihe „Reaktorsicherheit und Strahlenschutz“ veröffentlicht bzw. in BfS-Berichten zusammenfassend dargestellt.

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

Untersuchungen zur Strahlenexposition durch Radon und Radon-Zerfallsprodukte an Arbeitsplätzen in Gebäuden

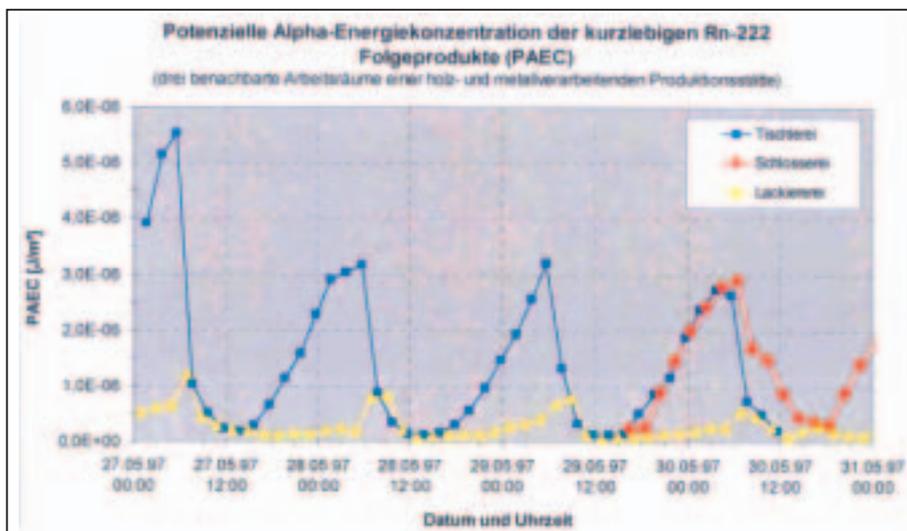
Ansprechpartner: Thomas Beck (0 18 88/3 33-42 11)

Im Mittelpunkt standen Messungen zur Radonsituation an Arbeitsplätzen mit dem Ziel, die Auswirkungen baulicher, technischer und nutzungsbedingter Unterschiede von Arbeitsstätten gegenüber Wohnungen zu untersuchen.

Die für die Untersuchungen benötigten gewerblichen Messobjekte wurden innerhalb vordefinierter Arbeitsplatztyp-Kategorien ausgewählt. Die Untersuchungen sollten die Frage beantworten, ob es möglich ist, aus der Kenntnis von speziellen nichtradiologischen betrieblichen Parametern auf die Radonsituation der Objekte zu schließen. Zur Realisierung der Zielstellungen wurden Verlaufsmessungen der Rn-222-Aktivitätskonzentration, der potenziellen Alpha-Energiekonzentration der kurzlebigen Rn-222-Zerfallsprodukte sowie der an Aerosole angelagerten und nicht angelagerten Po-218-, Pb-214- und Bi-214-Konzentrationen durchgeführt. Während dieser Messungen wurden zusätzlich die klimatischen Parameter am Messort durch Registrierung der Temperatur, des Luftdruckes und der relativen Feuchte erfasst. Das Messprogramm wurde durch die Bestimmung von Aerosolteilchenkonzentrationen sowie von teilchengrößenabhängigen Aktivitätskonzentrationen in ausgewählten Objekten ergänzt.

Im Ergebnis der Untersuchungen wurde das zeitliche Verhalten der Radon- und Radon-Zerfallsproduktkonzentrationen am Arbeitsort in Abhängigkeit von der arbeitsprozessbedingten Raumnutzung, vom Lüftungsverhalten und von den Aerosolparametern betrachtet.

Die Untersuchungen ergaben, dass an Arbeitsplätzen die risikorelevanten Parameter wie die Radon- und Radon-Zerfallsproduktkonzentrationen sowie die Aerosolkonzentrationen als auch ihre Aktivitätsgrößenverteilungen stark variieren und Unterschiede zu Wohnräumen feststellbar sind. Aus diesem Grund kann die Ermittlung der Strahlenexposition durch Radon und Radon-Zerfallsprodukte an verschiedenen



Unterschiedliche Konzentrationen durch unterschiedliche Nutzungsformen in benachbarten Räumen einer Produktionsstätte (Quelle: TÜV Süddeutschland, München 2002)

Arbeitsorten ausschließlich durch individuelle Expositionsbestimmungen durchgeführt werden. Die Abbildung auf Seite 36 zeigt, dass selbst in benachbarten Räumen unterschiedliche arbeitsprozessbedingte Nutzungsformen zu signifikant unterschiedlichen Radon-Zerfallsproduktkonzentrationen führen können. Spezielle Raumbedingungen und Lüftungsregimes (Lüftung am stärksten in der Lackiererei mit natürlicher Lüftung über Nacht) lassen die Konzentrationen vor allem in den Nachtstunden stark differieren, um sich am Tag anzugleichen.

Vergleichende Untersuchungen zu Gefährdungspotenzial, Deponiesicherheit und regulatorischen Anforderungen bei der Endlagerung radioaktiver und chemotoxischer Abfälle

Ansprechpartner: Jörg Thiel (0 18 88/3 33-19 32)

Im nachfolgenden Vorhaben werden Ähnlichkeiten und Unterschiede bei der untertägigen Verbringung radioaktiver und chemotoxischer Abfälle in Deutschland einander gegenübergestellt. Ziel des Vorhabens ist es, für das BMU die erforderlichen Informationen zu ermitteln und zusammenzustellen, um ihm die Überprüfung und Beurteilung der bestehenden regulatorischen Anforderungen an die Langzeitsicherheit diesbezüglicher Anlagen zu ermöglichen, die dem jeweiligen Gefährdungspotenzial in angemessener Weise Rechnung tragen müssen.

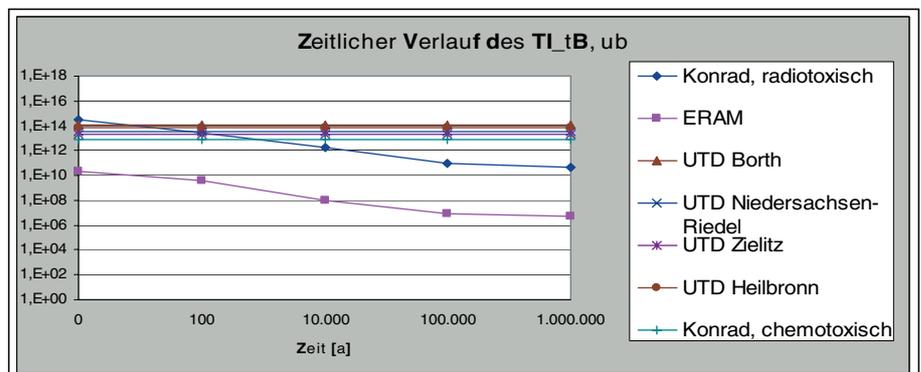
Im Rahmen dieses Forschungsvorhaben wurden insbesondere untersucht:

- das Abfallaufkommen in Deutschland,
- die Schadstoffinhalte der einzelnen Abfallarten,
- die Toxizität der Schadstoffe,
- die Toxizität der mit den Abfällen befüllten Untertage-Anlagen,
- die Anforderungen an die Nachweise bzw. die Praxis der Nachweise zur langfristigen Sicherheit der Untertage-Anlagen sowie
- der Aufwand und die Kosten für Errichtung, Betrieb und Abschluss der Untertage-Anlagen.

Darüber hinaus ist ein bewertender Vergleich der öffentlichen Risikowahrnehmung vorgenommen und untersucht worden, welche diesbezüglichen Vor- und Nachteile eine gemeinsame Endlagerung radiotoxischer und chemotoxischer Abfälle bringen könnte.

Das komplexe, stark differenzierende Ergebnis ist von großer fachlicher und umweltpolitischer Bedeutung insofern, als erstmalig ein derart umfassender Vergleich auf dem gesamten Gebiet der untertägigen Endlagerung/Deponierung radiotoxischer bzw. chemotoxischer Abfälle in Deutschland vorgenommen wurde. Die teilweise stark divergierenden Anforderungen und Verfahrensabläufe werden unter den genannten Aspekten kritisch herausgearbeitet und bewertet und bilden somit eine Basis für die Schaffung eines insgesamt ausgewogenen Vorgehens auf dem gesamten Sektor der Endlagerung/Deponierung toxischer Abfälle. Die Ergebnisse setzen das BMU in die Lage, diesen Erkenntnisstand bei der Überarbeitung der Sicherheitskriterien für die Endlagerung radioaktiver Abfälle berücksichtigen zu können.

Die in dem Vorhaben verwendeten Toxizitätsindikatoren (TI) geben einen Hinweis, welche maximale Gefährdung von chemotoxischen und radioaktiven Abfällen infolge einer unterstellten vollständigen Mobilisierung der Schadstoffe ausgehen kann. Sie dienen dem standortunabhängigen Vergleich und erlauben keinerlei Aussage über eine reale Gefährdung, da sie keine der natürlichen und technischen Barrieren, die Untertagedeponien/Endlager charakterisieren, berücksichtigen. Als Beispiel für die quantitativ durchgeführten Vergleichsrechnungen ist in Abb. unten der zeitliche Verlauf des Toxizitätsindex $TI_{tB,ub}$ dargestellt. Er bezieht sich auf toxikologische Basisdaten und auf unbedenkliche Dosisraten und basiert auf einer Mobilisierung der Schadstoffe über den Wasserpfad und Inkorporation über den Ingestionspfad. Die Abbildung macht deutlich, dass die Toxizität bei Endlagern für radioaktive Abfälle – aufgrund des radioaktiven Zerfalls – über den für die Langzeitsicherheit relevanten Zeitraum kontinuierlich abnimmt, während sie bei den Untertagedeponien (UTD) konstant bleibt. Unter den getroffenen Annahmen liegt im Falle des Endlagers Konrad dieser Toxizitätsindex bereits nach ca. 100 Jahren unter dem Niveau der Untertagedeponien.



Zeitlicher Verlauf des Toxizitätsindex $TI_{tB,ub}$ der Endlager und UTD (Quelle: Zerna, Köpper & Partner Ingenieurgesellschaft für Bautechnik mbH et al.)

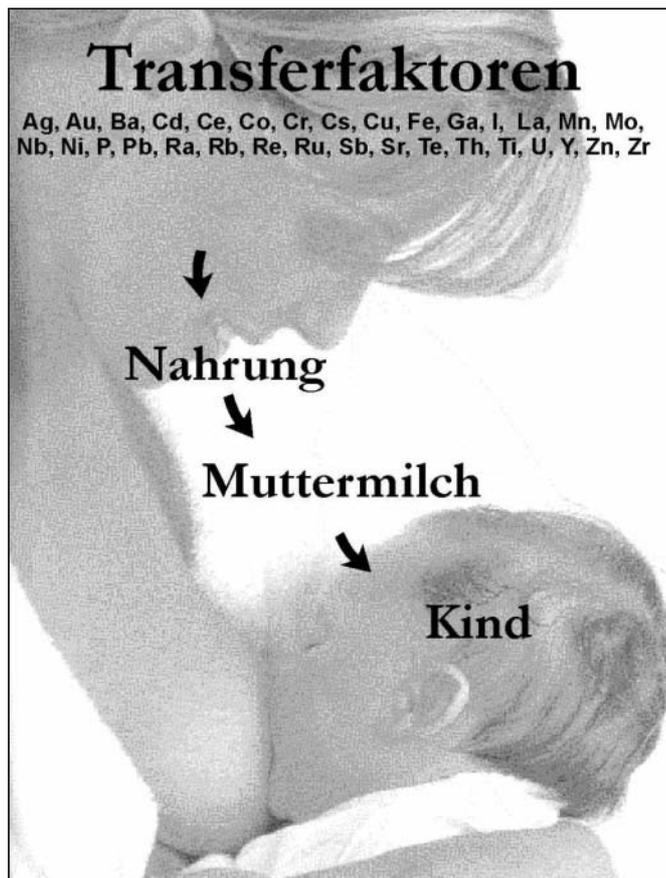
Transfer von Elementen in die Muttermilch

Ansprechpartner: Martin Steiner (0 18 88/3 33-25 49)

Wie hoch ist die Strahlenexposition gestillter Säuglinge durch die Muttermilch? Um diese Frage beantworten zu können, muss der Anteil der radioaktiven Stoffe in der mütterlichen Nahrung bekannt sein, der in die Muttermilch übergeht. In der Fachliteratur wurden bisher nur wenige Studien zum Transfer radioaktiver Stoffe in die Muttermilch veröffentlicht. Da die Anwendung radioaktiver Stoffe an stillenden Müttern zu Forschungszwecken nicht zulässig ist, sich radioaktive und stabile Isotope eines Elements im menschlichen Körper jedoch sehr ähnlich verhalten, kann dieser Anteil aus der täglichen Zufuhr der entsprechenden stabilen Isotope und der daraus resultierenden Konzentration in der Muttermilch abgeleitet werden.

Bis zu 8 Wochen lang sammelten 23 stillende Mütter Proben ihrer verzehrfertigen Nahrung, protokollierten die konsumierte Menge und gaben eine tägliche Milchprobe ab. In diesen Proben wurden die Gehalte der Elemente Barium (Ba), Blei (Pb), Eisen (Fe), Jod (I), Gold (Au), Kupfer (Cu), Mangan (Mn), Nickel (Ni), Rubidium (Rb), Rhenium (Re), Tellur (Te), Yttrium (Y), Zink (Zn), Zirkonium (Zr) und Phosphor (P) bestimmt. Die gesamte Beprobung und die Laboranalysen sind bereits abgeschlossen. Bei der Auswertung der Messdaten wird schwerpunktmäßig der Anteil der mit Lebensmitteln aufgenommenen Elemente bestimmt, der in die Muttermilch übergeht. Dieser Anteil kann je nach Element stark schwanken. Er beträgt beispielsweise für Barium und Mangan durchschnittlich weniger als 1 %, während er für Jod, Kupfer und Rubidium im Mittel höher als 10 % liegt. Weiterhin wird erörtert, inwieweit die Zusammensetzung der Nahrung bzw. die Stillphase einen Einfluss auf die Elementkonzentration in der Muttermilch haben. Parallel dazu wird untersucht, ob sich eine zeitliche Verschiebung zwischen der Aufnahme dieser Elemente mit der Nahrung und dem Transfer in die Muttermilch nachweisen lässt.

Die aus der Untersuchung stabiler Elemente gewonnenen Ergebnisse werden im Strahlenschutz auf radioaktive Isotope angewendet, um die Strahlenexposition eines Säuglings durch den Verzehr von Muttermilch zu berechnen, und fließen in gesetzliche Regelungen auf dem Gebiet des Strahlenschutzes ein. Das Forschungsvorhaben wird im Jahr 2003 abgeschlossen.



Der Weg radioaktiver Stoffe in die Muttermilch

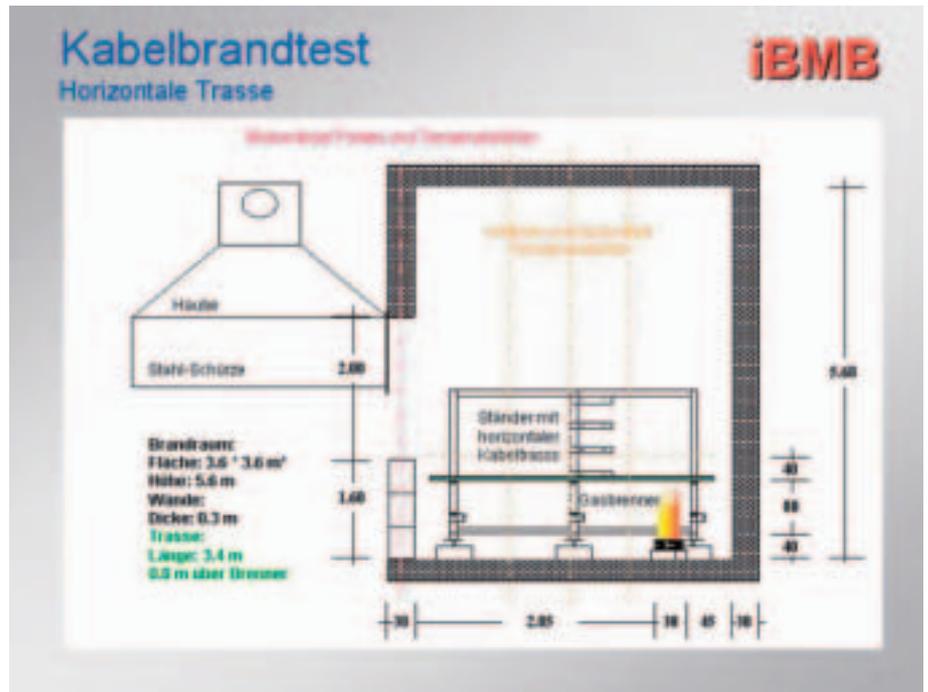
Behandlung von Brand als anlagenübergreifendes Ereignis zur Risikoabschätzung in Kernkraftwerken

Ansprechpartner:

Hans-Peter Berg (0 18 88/3 33-15 01)

Im Unterschied zu konventionellen Kraftwerken, bei denen der Brandschutz neben dem Schutz des Betriebspersonals im Wesentlichen dem Schutz von Sachwerten sowie dem Erhalt der Verfügbarkeit der Anlage zur Stromerzeugung dient, kommt dem Brandschutz bei Kernkraftwerken vorrangig auch eine sicherheitstechnische Bedeutung zu. Ein anlagenspezifisches Brandschutzkonzept stellt sicher, dass Brände in sicherheitsrelevanten Bereichen soweit wie möglich verhindert und, falls sie doch auftreten, so beherrscht werden, dass die nuklearen Sicherheitsziele mit hoher Zuverlässigkeit eingehalten sind. Aufgrund der sicherheitstechnischen Bedeutung des Brandschutzes wird das brandschutztechnische Sicherheitsniveau regelmäßig untersucht und bewertet. Dazu wurde ein Bewertungskatalog erarbeitet, der in Ergänzung deterministischer Berechnungsverfahren auch ein probabilistisch orientiertes Konzept enthält,

welches zur Entscheidungsfindung z. B. Brandeintrittshäufigkeit und Zuverlässigkeit bzw. Wirksamkeit von Brandschutzeinrichtungen (z. B. Brandmeldeanlagen und Löschanlagen) berücksichtigt. Da es nur eine geringe Anzahl von Bränden in deutschen Kernkraftwerken gab, ist Deutschland an einem im Jahr 2002 begonnenen Projekt der OECD beteiligt, um eine breitere Datenbasis zu erarbeiten und nutzen zu können. Bei der Bewertung der technischen Zuverlässigkeit von Brandschutzeinrichtungen konnten in der Vergangenheit nur Daten aus dem konventionellen Wohnungs- und Industriebau und Daten aus ausländischen Anlagen verwendet werden, die nur mit Einschränkungen übertragbar sind. Daher sind in zwei Untersuchungsvorhaben für insgesamt vier deutsche Anlagen verschiedener Generationen aus den Ergebnissen von



Schematische Darstellung einer Brandsituation als Grundlage für Rechenprogramme (Quelle: Technische Universität Braunschweig; iBMB: Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz)



Beispiel eines Kabelbrandversuchs in der Zündphase



Beispiel für die Ausbreitung des Brandes

wiederkehrenden Prüfungen einschließlich zugehöriger Detailinformationen aus Instandhaltungs- und Arbeitsaufträgen sowie aus Mängellisten bzw. -tagebüchern kernkraftwerksspezifische Daten ermittelt und ausgewertet worden. Damit steht jetzt eine für deutsche Kernkraftwerke realistische Datenbasis zur Verfügung, die eine objektivere Gesamtbeurteilung der Brandsicherheit im Rahmen von Einzelbewertungen oder umfassenden Sicherheitsüberprüfungen erlaubt. Dieser aktuelle Stand soll in einem weiteren Vorhaben noch um eine entsprechende Neubewertung der menschlichen Zuverlässigkeit bei manuellen Brandschutzmaßnahmen erweitert werden. Um verbesserte Brandschutzmaßnahmen einsetzen zu können, ist es auch wichtig, die Ausbreitung und Auswirkungen eines Brandes möglichst realistisch abschätzen zu können. Dazu werden heutzutage aufwendige Computerprogramme eingesetzt. In diesem Zusammenhang wird durch behördliche Initiative z. Z. in internationaler Zusammenarbeit u. a. mit Institutionen aus den Vereinigten Staaten, Großbritannien, Frankreich

und Deutschland ein umfangreiches Projekt durchgeführt, in dem die Ergebnisse verschiedener Rechenprogramme für eine detailliert beschriebene Brandsituation miteinander verglichen werden (s. Abbildung Seite 39 oben). In einem zweiten Schritt werden Kabelbrandversuche (s. Abbildungen Seite 39 unten) für verschiedene Materialien durchgeführt. So sind 2003 unter genau beschriebenen Randbedingungen Versuche in Deutschland vorgesehen. Dazu werden vor den Experimenten Berechnungen durchgeführt und diese dann mit dem realen Brandverlauf verglichen, um in Zukunft für verschiedene Brandverläufe das jeweils am besten geeignete Computerprogramm einsetzen zu können. Bei diesen Versuchen sollen nicht nur das Abbrandverhalten der Kabel, sondern auch die Auswirkungen auf deren elektrische Funktionsfähigkeit ermittelt werden. Die Ergebnisse dieser Vorhaben fließen in die Leitfäden zur Sicherheitsüberprüfung gemäß § 19a AtG ein, um das Brandschutzniveau kerntechnischer Anlagen nach dem Stand von Wissenschaft und Technik beurteilen zu können.

Aktuelle Schwerpunkte bei der Bewertung der Sicherheit von Kernkraftwerken

Ansprechpartner: Leopold Weil (0 18 88/3 33-15 00)

Auf dem Gebiet der Sicherheit und Sicherung kerntechnischer Einrichtungen erledigt das Bundesamt für Strahlenschutz eine Vielzahl fachlicher und administrativer Aufgaben und unterstützt das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) als oberste zuständige Bundesbehörde in allen kerntechnischen Sicherheits- und Sicherungsfragen, bei der Fach- und Rechtsaufsicht über die Länder sowie bei der fachtechnischen Zusammenarbeit im nationalen, bilateralen und multinationalen Bereich.

Die Arbeitsergebnisse des BfS dienen der Erarbeitung von bundeseinheitlichen Sicherheitsmaßstäben, wie Regeln, Richtlinien und Leitfäden und unterstützen dadurch das BMU bei der Wahrnehmung der Bundesaufsicht über den Vollzug des Atomgesetzes. Ferner werden Fragestellungen zur Genehmigung des Betriebes oder wesentlicher Veränderungen von Kernkraftwerken, Forschungsreaktoren und Anlagen der Kernbrennstoffver- und -entsorgung bearbeitet. Dazu werden Untersuchungsaufträge an wissenschaftliche Einrichtungen vergeben und die Ergebnisse im Rahmen der fachlichen Arbeit verwendet.

Thematische Schwerpunkte bilden dabei:

- die Auswertung von Betriebserfahrungen und die Verbesserung der Betriebssicherheit,
- die Erhaltung und Fortschreibung des kerntechnischen Sicherheitsstandards unter Berücksichtigung der technologischen Fortentwicklung und
- die Weiterentwicklung der Schadensvorsorge einschließlich der Risikominimierung.

Die aus den Untersuchungen gewonnenen Ergebnisse werden – beispielsweise in Form von Status-, Sachstands- oder sonstigen Fachberichten – dokumentiert, bewertet und für die Umsetzung in die Praxis aufbereitet.

Diese Aktivitäten – sie tragen zu der dynamischen Weiterentwicklung des Standes von Wissenschaft und Technik bei – werden nachfolgend anhand zweier Einzelbeispiele genauer beschrieben.

Einfluss des Menschen auf den Betrieb und die Sicherheit in Kernkraftwerken

Trotz einer sehr weit gehenden Automatisierung sind die Handlungen des Betriebspersonals für die Sicherheit von großer Bedeutung. Die Wahrscheinlichkeit von Fehl-

handlungen hängt von einer Reihe von Einflussfaktoren wie z.B. Stress oder Umgebungsbedingungen wie Temperatur oder Lärm ab.

Zusammenfassend bezeichnet man als „Menschliche Faktoren (Human Factors)“ alle Variablen in einer Arbeitssituation, die in ihrem Zusammenspiel das Leistungsverhalten des Bedienpersonals beeinflussen. Die Optimierung der Mensch-Maschine-Schnittstelle umfasst die ergonomische Gestaltung der Arbeitsumgebung unter Einbeziehung der Arbeits- und Hilfsmittel. Dies erfolgt zum einen auf der Basis einer ausgereiften Sicherheitstechnik der Anlagen und einer qualifizierten Betriebsmannschaft. Zum anderen müssen die individuellen Aspekte der einzelnen handelnden Personen und weitere Faktoren aus den Bereichen Arbeitsumfeld und Organisation bei Handlungsanalysen berücksichtigt werden.

Im Jahre 2002 wurde eine im Auftrag von BfS/BMU durchgeführte Untersuchungsreihe abgeschlossen, die die Aspekte der Schnittstellen im System Mensch-Technik-Organisation und den Beitrag des Menschen für die Sicherheit in Kernkraftwerken herausarbeitete. Ein wichtiges Ergebnis war, dass eine vollständige Auswertung der Betriebserfahrungen, eine jederzeit verfügbare Dokumentation und eine Information aller Bereiche, in denen gleiche oder ähnliche Fehlhandlungen möglich wären, wirksame Schritte sind, um die Sicherheit der Anlagen zu verbessern. Entscheidend für die Ursachenanalyse ist es, alle denkbaren Faktoren und Einflüsse zu finden, die zu einem Ereignis oder einer Fehlhandlung beigetragen haben. Einen weiteren Schwerpunkt bildeten die ergonomischen Anforderungen an die direkte Schnittstelle zwischen Mensch und Anlage, die Benutzungsoberfläche mit den Parametern Rechnerunterstützung, Grad der Automatisierung und Darstellung der Messwerte mit einer an der Einhaltung der Schutzziele vorgenommenen Bewertung.

Während die bisherigen Untersuchungen ihren Schwerpunkt im Leistungsbetrieb der Anlagen hatten, richten sich zukünftige Untersuchungen auf den Beitrag des Menschen während der Wartung und der wiederkehrenden Prüfungen. Diese Neuausrichtung geht darauf zurück, dass es bei der zerstörungsfreien Prüfung von druckführenden Komponenten zu Fehlinterpretationen kommen kann, die ihre Ursache nicht in den verwendeten Prüfverfahren, sondern in menschlichen Einflüssen bei der Anwendung der Prüfverfahren und Auswertung der Messergebnisse haben. So haben beispielsweise internationale Studien wie das PISC-Programm (Programme for the Inspection of Steel Components) mit einer großen, messmethodenunabhängigen Streuung der Ergebnisse zwischen verschiedenen Teams den Einfluss des Menschen nachgewiesen. Nach diesen Studien werden im Mittel bis zu 30 % der inakzeptablen Fehler nicht gefunden, auch wurden Scheinanzeigen als Fehler bewertet.

Aus diesen Gründen sind Untersuchungen zum Einfluss des Menschen hinsichtlich Zuverlässigkeit, Reproduzierbarkeit und Beeinflussbarkeit durch äußere Bedingungen etc. zur Bewertung der Aussagefähigkeit von Prüfergebnissen erforderlich. Diese Untersuchungen sind mit größtmöglicher Praxisnähe zu den in deutschen Kernkraftwerken durchzuführenden Prüfungen zu gestalten, sowohl hinsichtlich der Qualifizierung der anzuwendenden Prüftechniken als auch hinsichtlich der nachgewiesenen Qualifikation der Prüfer.

Alterungsmanagement

Das umfangreiche und vielschichtige Thema der Alterung von kerntechnischen Anlagen, das alle sicherheitsrelevanten Bereiche einer Anlage betrifft, war auch im Jahre 2002 ein wichtiger Schwerpunkt der behördlichen Aktivitäten. Die Reaktor-Sicherheitskommission (RSK, www.rskonline.de) hat am 10. Januar 2002 eine Empfehlung zu dieser Thematik verabschiedet. Sie sieht ein umfassendes Management der Alterungsphänomene in den verschiedenen Bereichen, die zeitabhängige, funktions-

bezogene Veränderungen von Eigenschaften aufweisen, vor. Diese Bereiche sind die Technik (mechanische Komponenten, Bauwerksstrukturen, Elektro- und Leittechnik), die für die Betriebsführung relevanten Systeme, die Spezifikations- und Dokumentationsunterlagen und das Personal. Die Ausschüsse der RSK wurden beauftragt, jeweils in ihren fachlichen Zuständigkeitsbereichen spezifische Empfehlungen zum Alterungsmanagement auszuarbeiten, die die übergeordnete Empfehlung der RSK konkretisierend untersetzen. Diese Arbeiten sollen alsbald abgeschlossen werden. Das BfS war an diesen Arbeiten durch Fertigung von Entwürfen auf der Grundlage fachlicher Vorarbeiten sowie durch Mitarbeit in der Arbeitsgruppe „Alterungsmanagement“ der RSK, die auch koordinierende Funktionen im Hinblick auf die Beratungen der Ausschüsse wahrgenommen hat, beteiligt.

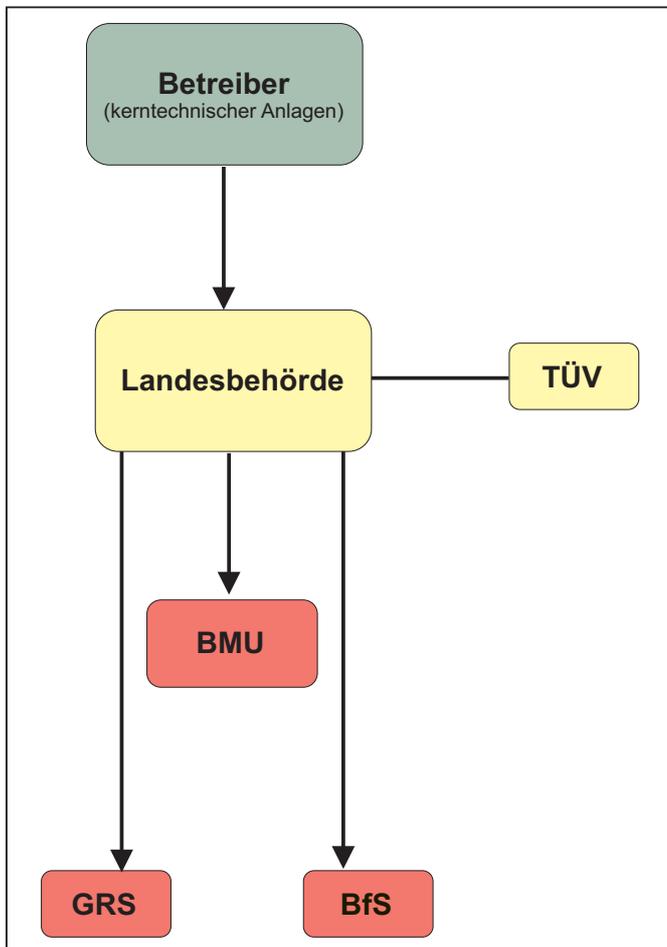
Ziel dieser Arbeiten ist es, den aktuellen Erkenntnisstand zu ermitteln und das Sicherheitsniveau der kerntechnischen Anlagen in Deutschland im Sinne einer dynamischen Vorsorge ständig dem Stand von Wissenschaft und Technik anzupassen, fortzuschreiben und weiterzuentwickeln.

Meldepflichtige Ereignisse in kerntechnischen Einrichtungen der Bundesrepublik Deutschland im Jahr 2002

Ansprechpartner: Matthias Reiner (0 18 88/3 33-15 70)

Störfälle und andere wesentliche Ereignisse in kerntechnischen Anlagen müssen von den Betreibern an die jeweils zuständigen Landesaufsichtsbehörden gemeldet werden. Grundlage ist die Atomrechtliche Sicherheitsbeauftragten- und Meldeverordnung (AtSMV) vom 14. Oktober 1992 (BGBl. I S. 1766).

Eine schematische Darstellung des behördlichen Meldeverfahrens zeigt die folgende Grafik.



Behördliches Meldeverfahren

Wesentliche Ziele und Aspekte bei der Anwendung des Meldeverfahrens sind:

- rechtzeitige Information an die Aufsichtsbehörde,
- frühzeitige Erkennung und Beseitigung von Fehlerursachen und Schwachstellen,
- Vermeidung von Wiederholungsfehlern und Vorbeugung gegen Auftreten ähnlicher Fehler,
- einheitliche Anwendung des Verfahrens in den kerntechnischen Anlagen.

- Nach Eintritt eines meldepflichtigen Ereignisses erfolgt durch den Betreiber bzw. Genehmigungsinhaber der Anlage die Zuordnung dieses Ereignisses zu einer Kategorie und dem entsprechenden Kriterium gemäß AtSMV, nach der die Meldung an die zuständige atomrechtliche Aufsichts- und Genehmigungsbehörde zu erfolgen hat.
- Die Aufsichtsbehörde prüft unter Hinzuziehung von Sachverständigen (z. B. Technischer Überwachungsverein) den technischen Sachverhalt, legt erforderlichenfalls Maßnahmen fest und informiert in der Regel die Öffentlichkeit.
- Entsprechend den im Länderausschuss für Atomkernenergie festgelegten Regelungen für das Meldeverfahren werden die Ereignismeldungen der Betreiber von den für die Aufsicht zuständigen Behörden der Bundesländer an das BMU, das BfS und die Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit mbH (GRS) weitergeleitet.

Die Störfallmeldestelle des BfS hat im Wesentlichen folgende Aufgabenschwerpunkte:

- Erstbewertung für das BMU, Überprüfung der Einstufung der Ereignisse,
- Erfassung und Dokumentation der Ereignisdaten in Ereignisdatenbanken,
- Erstellung verschiedener Berichte über meldepflichtige Ereignisse (Monatsberichte für BMU, vierteljährliche und jährliche Berichte für Bundestag/Öffentlichkeit, Quartalsberichte für Betreiber, Behörden, Sachverständige).

Die aktuellen Berichte über meldepflichtige Ereignisse und weitere Informationen zum Meldeverfahren sind unter der Internetadresse des BfS (www.bfs.de) sowie über die Homepage des BMU (www.bmu.de) oder das Umweltinformationsnetz Deutschland (www.gein.de) abrufbar.

Das BMU hat die Aufgabenverteilung bei der Bearbeitung meldepflichtiger Ereignisse zwischen BfS und GRS festgelegt. Demzufolge ist die Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit mbH (GRS) als kerntechnische Sachverständigenorganisation mit der vertieften Auswertung einzelner Ereignisse und generischen Auswertung aller Ereignisse mit Prüfung der Übertragbarkeit auf andere Anlagen beauftragt.

Im Jahre 2002¹⁾ wurden 167 (2001: 126) Ereignisse aus den Kernkraftwerken gemeldet. Davon wurden 10 (2001: 7) Ereignisse in der Meldekategorie E (Eilmeldung)

¹⁾ Stand: 07.04.2003

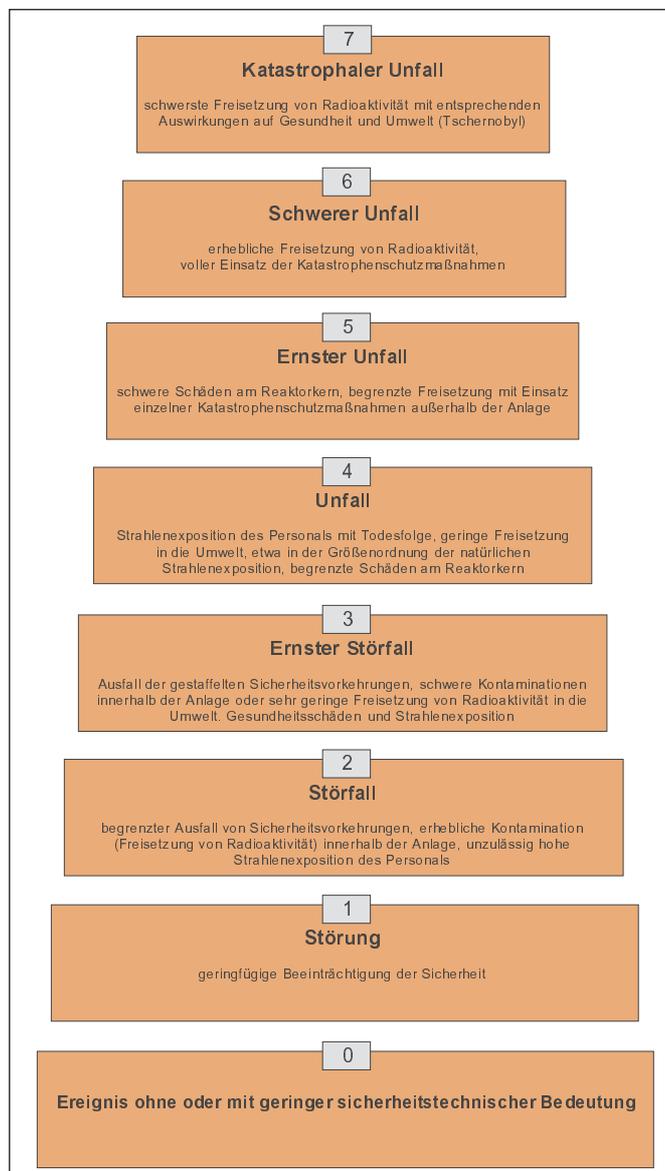
gemeldet. Von den gemeldeten 167 Ereignissen wurden 13 (2001: 5) Ereignisse in die INES-Stufe 1 (betriebliche Störung, keine radiologische Bedeutung, s. Tabelle und Abb. unten) eingeordnet, die bisher höchste Zahl von Ereignissen seit Einführung der INES-Skala. Mit den beiden Meldekategorien E und INES 1 wurden im Jahr 2002 sieben Ereignisse gemeldet (2001: 5), von denen einige nachfolgend kurz beschrieben werden sollen.

- Im Kernkraftwerk Brunsbüttel (KKB) war am 14.12.2001 wegen einer Radiolysegasreaktion (Wasserstoffexplosion) eine Rohrleitung zerstört worden. Diese Rohrleitung wird zur Sprühung (Kühlung) des Reaktordruckbehälterdeckels beim Abfahren benutzt. Die Betreiberin ist ersten Verdachtsmomenten zunächst nicht nachgegangen. Die Anlage wurde erst am 18.02.2002 abgefahren und wurde nach etwa einjährigem Stillstand am 25.03.2003 wieder angefahren. Bei den Untersuchungen wurde festgestellt, dass es am Reaktordruckbehälter-Deckelstutzen bereits in zurückliegender Zeit zu einer mechanischen Verformung gekommen war oder diese bereits seit der Inbetriebnahme der Anlage vorlag. Neben dem bereits genehmigten Wegfall dieser Rohrleitung und der Beseitigung von Schwachstellen bei der Radiolysegasbeherrschung werden umfangreiche Maßnahmen auf personellem und organisatorischem Gebiet, die der Beseitigung von Defiziten im Sicherheitsmanagement dienen, umgesetzt.
- Bei der Erprobung des neuen Kraftwerksimulators für das Kernkraftwerk Brunsbüttel wurde ein weiterer Mangel festgestellt. In der Steuerung der Notstromversorgung und für Nachkühleinrichtungen lagen seit der Inbetriebnahme der Anlage im Jahr 1976 unzulässige Fehler vor. Diese Fehler betrafen Anforderungs- und Ausfallkombinationen von Sicherheitsteileinrichtungen, die die Störfallbeherrschung beeinträchtigt hätten.

Meldekategorie	Meldefrist
S	Sofortmeldung – Meldefrist: unverzüglich
E	Eilmeldung – Meldefrist: innerhalb von 24 Stunden
N	Normalmeldung – Meldefrist: innerhalb von 5 Tagen
V	Vor Beladung des Reaktors mit Brennelementen (bei Anlagen der Kernbrennstoffver- und Entsorgung vor Inbetriebnahme der Anlage) – Meldefrist: innerhalb von 10 Tagen

Meldekategorien und Meldefristen für meldepflichtige Ereignisse gemäß AtSMV

- Im stillgelegten Kernkraftwerk Rheinsberg (KKR) und im Kernkraftwerk Philippsburg, Block 1 (KKP-1) kam es zu meldepflichtigen radioaktiven Kontaminationen innerhalb des Überwachungsbereiches der Anlagen. Im KKR wurde auf einer Transporteinrichtung ein kontaminierter Bohrspan entdeckt. In KKP-1 wurde bei Reinigungsarbeiten in einem kontaminierten Konzentratbehälter fälschlich radioaktiv kontaminiertes Reinigungswasser über eine mobile Reinigungsanlage aus dem Kontrollbereich in die Regenwasserkanalisation auf dem Anlagengelände, bedingt durch fehlende Betriebsvorschriften, unzureichende technische Einrichtungen und mangelnde Kontrolle, freigesetzt. Die freigesetzte Aktivitätsmenge betrug ca. 0,3 % des genehmigten Jahresabgabewertes für die Abgabe mit dem Abwasser. In beiden Fällen wurden insbesondere organisatorische Maßnahmen zur zukünftigen Vermeidung ähnlicher Ereignisse getroffen.



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

- In den Kernkraftwerken Philippsburg, Block 2 (KKP-2) und Neckarwestheim, Block 1 (GKN-1) wurde bei Prüfungen bemerkt, dass Berstmembranen in den Lüftungsanlagen der Ringraumabsaugung in falscher (genau entgegengesetzter) Einbaulage eingesetzt waren. Nur durch Bypass-Armaturen als Ersatzmaßnahme wäre die erforderliche Absaugung des Ringraumes sichergestellt gewesen. Die Berstmembranen wurden umgehend in die richtige Einbaulage gebracht.
- Im Kernkraftwerk Biblis, Block B (KWB-B) kam es zweimal zu Funktionsstörungen an neu eingebauten Leistungsschaltern, die zur Spannungsversorgung des Blockes A des Kernkraftwerkes aus dem Block B im äußerst seltenen Notstandsfall benötigt werden. Durch technische und organisatorische Maßnahmen wurde der Mangel behoben.

Ausführliche Beschreibungen aller Ereignisse der Meldekategorie E bzw. INES 1 sind in den Berichten der Störfallmeldestelle auf den Internetseiten des BfS enthalten.

Neben den Ereignissen aus den deutschen Atomkraftwerken werden von der Störfallmeldestelle die meldepflichtigen Ereignisse aus den Forschungsreaktoren, aus den Anlagen zur Kernbrennstoffver- und -entsorgung (Urananreicherung, Brennelementfertigung, Zwischenlagerung) sowie bei der Beförderung von Brennelementbehältern und Behältern mit verfestigten hochradioaktiven Spaltproduktlösungen der Bundesrepublik Deutschland erfasst. So wurden im Jahr 2002 aus den deutschen Forschungsreaktoren mit mehr als 50 kW thermischer Dauerleistung 13 (2001: 18) meldepflichtige Ereignisse ge-

meldet. Alle 13 Ereignisse wurden in der Kategorie N gemeldet und in die INES-Stufe 0 (keine oder sehr geringe sicherheitstechnische Bedeutung bzw. keine radiologische Bedeutung im Sinne der Skala) eingeordnet. Aus den Anlagen zur Kernbrennstoffver- und -entsorgung wurden im Jahr 2002 insgesamt 41 (2001: 28) Ereignisse erfasst, wovon 1 Ereignis aus dem Jahr 2000 nachgemeldet wurde. Alle 41 Ereignisse wurden in der Meldekategorie N gemeldet und in die INES-Stufe 0 eingeordnet. Bei keinem dieser Ereignisse waren Freisetzungen bzw. Ableitungen radioaktiver Stoffe oberhalb genehmigter Höchstwerte für Fortluft und Abwasser zu verzeichnen, eine Gefährdung der Umgebung war in keinem Fall gegeben.

Im Zusammenhang mit den meldepflichtigen Ereignissen der Kategorie S im Kernkraftwerk Philippsburg, Block 2 (KKP-2) aus dem Jahr 2001 „Abweichungen von Sollwerten für die Borkonzentration und den Füllstand in Flutbehältern des Not- und Nachkühlsystems“ (s. Jahresbericht über meldepflichtige Ereignisse 2001 auf der o. g. Internetseite des BfS) wurden von der Störfallmeldestelle umfangreiche Recherchen durchgeführt, deren Ergebnisse u. a. in dem Untersuchungsausschuss „Atomaufsicht“ des Landtages Baden-Württemberg im Jahr 2002 vorgestellt wurden. Nach diesen Ereignissen, die erhebliche Mängel im Sicherheitsmanagement zeigten, wurden deshalb auf Anordnung der atomrechtlichen Behörde im Kernkraftwerk Philippsburg umfangreiche Ertüchtigungsmaßnahmen, auch im organisatorischen Bereich durchgeführt. Dazu zählt die Ausarbeitung der Konzeption für ein Sicherheitsmanagement-System, das 2002 zur Begutachtung vorgelegt wurde.

Sicherheitsüberprüfung (SÜ) kerntechnischer Anlagen – Stand und Entwicklung

Ansprechpartner: Rudolf Görtz (0 18 88/3 33-15 40)

Am 14. Juni 2000 haben die Bundesregierung und die führenden Energieversorgungsunternehmen vereinbart, die Nutzung der Kernenergie zur gewerblichen Stromerzeugung in Deutschland geordnet zu beenden. Es ist wesentlicher Bestandteil dieser Vereinbarung, dass auch während der Restlaufzeiten der vom Gesetz geforderte hohe Sicherheitsstandard der Kernkraftwerke weiter gewährleistet wird. Dies soll neben den bestehenden Instrumenten der atomrechtlichen Aufsicht durch fest terminierte Sicherheitsüberprüfungen gewährleistet werden. Durch die Novelle des Atomgesetzes (AtG) vom 22. April 2002 wurde die Ausstiegsvereinbarung rechtlich umgesetzt. Das Erfordernis einer Sicherheitsüberprüfung ist im § 19 a festgelegt. Verlangt wird die Durchführung von Sicherheitsüberprüfungen und die Vorlage der Ergebnisse zu festgelegten Terminen, die für die jeweils erste SÜ von Dezember 1998 für das Kernkraftwerk Obrigheim bis zu Dezember 2009 für das Kernkraftwerk Neckarwestheim 2 reichen.

Leitfäden für die Sicherheitsüberprüfung

Damit die Sicherheitsüberprüfung bundeseinheitlich durchgeführt werden kann, entwickelt der Bund unter Beteiligung der das Atomgesetz vollziehenden Länderbehörden Leitfäden für die SÜ auf der Basis der bestehenden Leitfäden für die periodische Sicherheitsüberprüfung (PSÜ) fort. Dies wurde vor der AtG-Novelle von den Betreibern auf freiwilliger Basis durchgeführt. Die Leitfäden regeln „Grundlagen der PSÜ“, die deterministische Sicherheitsstatusanalyse und die probabilistischen Analysen.

Unterhalb der Ebene dieser behördlichen Leitfäden, welche die wesentlichen Vorgaben bezüglich Analyseumfang, Ergebnisdarstellung und -bewertung umfassen, werden Einzelheiten der Analysendurchführung in drei technischen Regelungen, die von Expertengruppen aus Herstellern, Gutachtern, Betreibern und beratenden Firmen erarbeitet werden, festgelegt: „Methoden- und Datenband PSA“ sowie die „schutzzielorientierte Gliederung des kerntechnischen Regelwerks“. Die Expertengruppen und ihre Arbeitskreise werden vom BfS geleitet, die technischen Dokumente sind als BfS-Berichte verfügbar.

Die Fortentwicklung der Leitfäden beinhaltet neben der erforderlichen Aktualisierung zum Teil erhebliche Ausweitungen des Analyseumfangs. Im Vergleich zu den in den 90er Jahren durchgeführten PSÜ soll deutlicher he-

rausgearbeitet werden, in welchem Maße die Anlagen während der Restlaufzeiten hinter dem Stand von Wissenschaft und Technik zurückbleiben und ob und in welchem Umfang Sicherheitsverbesserungen erforderlich sind.

Der neue Leitfaden Probabilistische Sicherheitsanalyse (PSA)

Im Oktober 2002 wurde der neue Leitfaden PSA vom Fachausschuss Reaktorsicherheit des Länderausschusses für Atomkernenergie gebilligt.

Als wesentliche Erweiterungen gegenüber dem früheren Leitfaden sind die Einbeziehung von Anlagenzuständen außerhalb des Leistungsbetriebs sowie die Erweiterung auf Analysen der Stufe 2 zu nennen.

Außerhalb des Leistungsbetriebs einer Anlage gibt es eine Vielzahl von unterschiedlichen Betriebszuständen, die in der Sicherheitsanalyse separat zu betrachten sind. Dazu gehören das Abfahren der Anlage zur Revision, die Revision selbst und das Wiederauffahren zum Leistungsbetrieb. Die Revision mit dem Wechsel der Brennelemente ist gekennzeichnet durch eine Vielzahl von Prüfungen und Instandhaltungsarbeiten, die z. T. Änderungen im Betrieb der Systeme voraussetzen, wodurch weitere Fallunterscheidungen in den Analysen erforderlich sind. Es gibt angesichts der Vielzahl unterschiedlicher Anlagenkonfigurationen und von Personalhandlungen ein erhöhtes Fehlerpotenzial. Insgesamt resultiert aus dem Nichtleistungsbetrieb typischerweise ein Risikobeitrag, der neben demjenigen für den Leistungsbetrieb nicht zu vernachlässigen ist.

Die probabilistischen Analysen der Stufe 2 stellen eine Erweiterung der Analysen der Stufe 1 dar. Letztere enden bei Zuständen, die entweder eine Beherrschung des Ereignisablaufs ohne Kernschaden oder eine Schädigung des Kerns darstellen. In den Analysen der Stufe 2 wird die zeitliche Entwicklung der Schadenszustände weiter verfolgt, wobei es durch Zerstörung von Rückhaltebarrieren (z. B. druckführende Umschließung des Kühlkreislaufs, Sicherheitsbehälter) zu Freisetzungen radioaktiver Stoffe innerhalb der Anlage und – im weiteren Ereignisablauf – auch in die Umgebung kommen kann. Ergebnisse der PSA der Stufe 2 sind mögliche Quellterme (Menge und Zusammensetzung der freigesetzten radioaktiven Stoffe) sowie deren Häufigkeiten, so dass eine bessere Einschätzung der Risiken für die Umgebung der Anlagen möglich wird.

Arbeiten an Methoden- und Datenband PSA

Unter der Leitung des BfS erarbeitet der Facharbeitskreis PSA zeitlich parallel die zugehörigen technischen Unterlagen zu Methoden und Daten für die PSA. Die durchgeführten Arbeiten umfassen die Einbeziehung modernerer Methoden zur Beschreibung von Personalhandlungen, die Analyse von Notfallmaßnahmen, Methoden und Daten für die Analyse von Bränden, Verbesserung von Schätzverfahren für die Zuverlässigkeit von Komponenten insbesondere bei geringer Zahl beobachteter Ausfälle sowie Analysen von Zuständen außerhalb des Leistungsbetriebs. Im Jahr 2003 sollen die wichtigen Bereiche der Einwirkungen von Außen (EVA) – dazu gehören z. B. Explosionsdruckwellen, Erdbeben, Hochwasser und der Flugzeugabsturz – und der Analysen der Stufe 2 in Angriff genommen werden.

Weiteres Vorgehen

Die Bundesregierung und die Elektrizitätsversorgungsunternehmen (EVU) haben vereinbart, dass die EVU an einer Fortschreibung der Leitfäden zur SÜ beteiligt werden. Nachdem nunmehr Bund und Länder ihre Vorstellungen hinsichtlich eines Leitfadens zur probabilistischen Sicherheitsanalyse konkretisiert haben, soll zu Jahresbeginn 2003 diese Beteiligung erfolgen.

Mit dem Ziel, bis Jahresende 2003 Methoden- und Datenband PSA abschließend überarbeitet zu haben, setzt der Facharbeitskreis PSA seine Beratungen fort.

Weiterhin ist inzwischen der Startschuss für die Überarbeitung der übrigen Leitfäden erfolgt, also insbesondere für die deterministischen Analysen im Rahmen der SÜ.

Es ist zu erwarten, dass die Durchführungsbestimmungen für die gesetzlich vorgeschriebene SÜ im Jahre 2004 in geschlossener Form vorliegen werden.

Sicherheitsmanagement

Die Liberalisierung der Strommärkte führt zu einem erheblichen Kostendruck auf die EVU, der wiederum Auswirkungen auf die technischen und die personell-organisatorischen Bereiche hat. In jüngster Zeit sind in den deutschen Kernkraftwerken einige Ereignisse eingetreten, die das Fehlen eines umfassenden und systematischen Sicherheitsmanagements deutlich gemacht haben. Als konkrete Beispiele seien aus dem vorstehenden Bericht der Störfallmeldestelle die unzureichende Behandlung einer Radiolysegasexplosion im Kernkraftwerk Brunsbüttel und Sollwertabweichungen von Borkonzentration und Füllstand in Flutbehältern im Kernkraftwerk Philippsburg, Block 2, durch die jeweiligen Anlagenbetreiber angeführt.

Die Behörden haben auf diesen Mangel rasch reagiert. Eine Richtlinie zur bundeseinheitlichen Bewertung von Sicherheitsmanagement-Systemen wird derzeit erarbeitet. An dieser Entwicklung ist das BfS beteiligt. Die EVU erstellen Konzepte für ein umfassendes Sicherheitsmanagement, die in etwa 2 Jahren implementiert sein sollen. Ein solches System muss umfassen:

- Einbeziehung der Führungsebenen (interne Sicherheitspolitik, Sicherheitsziele),
- Organisation und Management,
- Prozeduren und Instrumente zur Planung, Steuerung und Implementierung sicherheitsrelevanter Aktivitäten,
- Laufende Überprüfung der Wirksamkeit des Sicherheitsmanagements (Audits, Trends, Indikatoren) und Erfahrungsrückfluss.

Angesichts der Bedeutung des Sicherheitsmanagements wird dieser Bereich auch im Rahmen der SÜ angemessen berücksichtigt werden.

Dokumentation der in den deutschen Kernkraftwerken erzeugten Strommengen

Ansprechpartner: Johann Hutter (0 18 88/3 33-15 67)

Durch das am 22.04.2002 in Kraft getretene Atomgesetz (AtG) soll die Kernenergienutzung zur gewerblichen Erzeugung von Elektrizität geordnet beendet werden. Für die heute betriebenen Kernkraftwerke bedeutet das, dass nach der Erzeugung der für jede Anlage festgelegten Reststrommenge die Berechtigung zum Betrieb der Anlage erlischt. Die ab dem 1. Januar 2000 noch produzierbaren Strommengen sind in einer Anlage zum AtG enthalten (siehe auch Spalte 2 der Tabelle unten). Sie waren in der Vereinbarung zwischen der Bundesregierung und den kernenergienutzenden Energieversorgungsunternehmen (EVU) vom 14. Juni 2000/11. Juni 2001 festgelegt worden und ergeben für jedes Kernkraftwerk eine Betriebszeit von ungefähr 32 Jahren. Für einige der älteren Anlagen ist somit das Betriebsende bereits in Sicht.

Die EVU messen die erzeugten Strommengen, melden die Daten an das Bundesamt für Strahlenschutz als hierfür zuständige Behörde, lassen die Messgeräte prüfen und die mitgeteilten Strommengen durch eine Wirtschaftsprüfungsgesellschaft bescheinigen. Alle diese Daten werden beim BfS erfasst, dokumentiert und wie im AtG vorgegeben veröffentlicht.

Stromproduktionsrechte können von einem – in der Regel älteren – Kernkraftwerk auf ein anderes Kernkraftwerk übertragen werden. Eine Übertragung von einem neueren auf ein älteres Kernkraftwerk bedarf jedoch einer Zustimmung durch das zuständige Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit im Einvernehmen mit dem Bundeskanzleramt und dem Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit.

Mit Inkrafttreten des Gesetzes begann ab dem Monat Mai 2002 die monatliche Mitteilungspflicht der Daten an das BfS. Das BfS hatte sich auf diese neue Aufgabe bereits im Jahre 2001 vorbereitet. Einzelheiten zur Messung der Strommengen und Datenübermittlung, zur Eichfähigkeit der Messgeräte und zur Bestätigung durch unabhängige Sachverständige und Prüfer sind in den vergangenen beiden Jahren zwischen den Betreibern der Kernkraftwerke, dem BMU und dem BfS abgestimmt worden. Seither hat das BfS mehrfach die gültigen Reststrommengen im Bundesanzeiger veröffentlicht.

Am 26.09.2002 haben die betroffenen Anlageninhaber eine Elektrizitätsmengenübertragung von 15 TWh vom Kernkraftwerk Neckarwestheim 2 (GKN 2) auf das Kernkraftwerk Obrigheim (KWO) beantragt. Nach Anhörung des Betreibers hat das BMU der Übertragung von 5,5 TWh vom Kernkraftwerk Philippsburg 1 (KKP 1) auf KWO durch einen öffentlich-rechtlichen Vertrag zugestimmt. Dies wird voraussichtlich eine Laufzeitverlängerung der Anlage KWO von etwa 2 Betriebsjahren und eine Laufzeitverkürzung für die Anlage KKP 1 von ca. 11 Monaten zur Folge haben. Zusätzlich wurde in dem Vertrag vom 20.12.2002 mit dem Betreiber des KWO festgelegt, dass unabhängig von etwaigen Reststrommengen das KWO spätestens am 15. November 2005 seinen Betrieb endgültig einstellen wird.

Die zum Jahresende 2002 relevanten Daten der erzeugten Strommengen für den Zeitraum vom 01.01.2000 bis 31.12.2002 sowie die erfolgte Übertragung sind im Bundesanzeiger veröffentlicht worden. Die Tabelle unten gibt den Stand der Reststrommengen zum 31.12.2002 wieder.

Erzeugte Elektrizitätsmengen (netto) der deutschen Kernkraftwerke, Übertragung von Produktionsrechten und Erfassung der Reststrommengen					
Vom 1. Januar 2000 bis 31. Dezember 2002 erzeugte elektrische Nettoarbeit und Reststrommengen [GWh]					
Kernkraftwerk	Reststrommenge ab 1. Jan. 2000	1. Jan. 2000 bis 31. Dez. 2001	Summe 2002	übertragene	verbleibende Reststrommenge
Obrigheim	8.700,00	5.457,71	2.841,11		401,18
Stade	23.180,00	9.137,01	4.662,63		9.380,36
Biblis A	62.000,00	15.477,45	6.164,08		40.358,47
Neckarwestheim 1	57.350,00	12.132,93	6.238,32		38.978,75
Biblis B	81.460,00	15.751,58	10.141,26		55.567,16
Brunsbüttel	47.670,00	11.548,88	859,99		35.261,13
Isar 1	78.350,00	12.554,68	7.573,03		58.222,29
Unterweser	117.980,00	20.272,42	6.774,79		90.932,79
Philippsburg 1	87.140,00	13.905,17	6.591,94		66.642,89
Grafenrheinfeld	150.030,00	20.296,62	9.903,70		119.829,68
Krömmel	158.220,00	17.164,80	8.483,92		132.571,28
Gundremmingen B	160.920,00	19.553,09	9.971,95		131.394,96
Philippsburg 2	198.610,00	19.714,46	11.063,66		167.831,88
Grohnde	200.900,00	21.982,52	10.791,89		168.125,59
Gundremmingen C	168.350,00	20.015,48	10.335,84		137.998,68
Brokdorf	217.880,00	22.550,47	11.336,92		183.992,61
Isar 2	231.210,00	23.042,30	11.524,07		196.643,63
Emsland	230.070,00	21.735,14	11.242,30		197.092,56
Neckarwestheim 2	236.040,00	20.897,83	9.787,51		205.354,66
Summe	2.516.060,00	323.190,54	156.288,91	0,00	2.036.580,55
Mülheim-Kärlich	107.250,00				107.250,00
Gesamtsumme	2.623.310,00				2.143.830,55

„Die Angaben in der Spalte „Summe 2002“, sind die von den Wirtschaftsprüfungsgesellschaften bescheinigten Jahreswerte 2002.“ Für das Kernkraftwerk Obrigheim wurde nach Zustimmung durch das BMU eine Übertragung von Stromproduktionsrechten vom Kernkraftwerk Philippsburg 1 mit Wirkung vom 23. Januar 2003 vom Genehmigungsinhaber angezeit.

Erzeugte Elektrizitätsmengen (netto) der deutschen Kernkraftwerke

Stilllegung kerntechnischer Anlagen

Internationale Stilllegungskonferenz in Berlin

Ansprechpartner: Ernst Warnecke (0 18 88/3 33-15 50)

In Deutschland wie auch im internationalen Bereich gibt es eine Vielzahl nuklearer Anlagen, die am Ende ihrer normalen Betriebszeit oder aus anderen Gründen stillgelegt und abgebaut werden müssen. Mit den energiepolitischen Vorgaben der Bundesregierung wird der Stilllegung von Nuklearanlagen in Deutschland zunehmende Bedeutung zukommen. Es wird erwartet, dass in den nächsten Jahren neben der geplanten Abschaltung und Stilllegung von Leistungsreaktoren auch ein großer Anteil der Forschungsreaktoren in Deutschland stillgelegt wird.

Aufgrund der aktuellen Bedeutung der Thematik hat die Internationale Atomenergieorganisation (IAEA, www.iaea.org) im Jahr 2002 eine internationale Konferenz über die Stilllegung von Nuklearanlagen durchgeführt. Die Bundesrepublik Deutschland hat die Ausrichtung dieser Konferenz übernommen und das BfS mit der Vorbereitung und Durchführung beauftragt. Die Konferenz mit dem Titel „Safe Decommissioning for Nuclear Activities: Assuring the Safe Termination of Practices involving Radioactive Materials“ wurde in der Zeit vom 10.–14.10.2002 in Berlin durchgeführt. Der Leiter der Abteilung „Reaktorsicherheit und Strahlenschutz“ im Bundesumweltministerium, Wolfgang Renneberg, fungierte als Präsident der Konferenz.

Die Konferenz war als Plenarveranstaltung organisiert und von einer Posterpräsentation und einer Industrieaus-

stellung begleitet. Der letzte Tag diente wissenschaftlichen Exkursionen zu den Stilllegungsprojekten in Greifswald und Würgassen sowie zum Uranerzabbau-Sanierungsprojekt der Wismut GmbH.

Das Konferenzprogramm war in 5 Themenkreise unterteilt:

- Strategie,
- Planung und Implementierung,
- Finanzierung,
- soziale Belange sowie
- Entlassung aus der atomrechtlichen Kontrolle.

Jeder Themenkreis wurde durch Vorträge eingeleitet und in einer Podiumsdiskussion vertieft. Sämtliche Vorträge und Diskussionen sowie die Posterpräsentationen und die Schlussfolgerungen der Sitzungsleiter und des Konferenz-Präsidenten werden durch die IAEA in einem Tagungsband zusammengefasst, der Mitte 2003 erscheinen soll.

In seiner Schlussansprache fasste der Präsident der Konferenz, Wolfgang Renneberg, die Ergebnisse zusammen, von denen hier auf die für Deutschland interessanten Aspekte eingegangen werden soll.

Während der gesamten Tagung war ein bemerkenswerter Trend in den Expertenmeinungen hin zum unmittelbaren Abbau von endgültig abgeschalteten Nuklearanlagen zu beobachten. Dies war die einhellige Meinung sowohl aus der Sicht der Planung und Implementierung (vorhandene Fachkenntnisse nutzen), der Finanzierung (Sicherheit der Finanzierung) und der sozialen Belange (Erhalt von Arbeitsplätzen, Minimierung lokaler wirtschaftlicher Probleme).

Der unmittelbare Abbau ist auch der z. Z. in Deutschland favorisierte Weg. Die früher wegen des Abklingens von Radionukliden bevorzugte Variante eines Abbaus nach einem „sicheren Einschluss“ (z. B. von 30–100 Jahren) hat ihre Anreize durch die neu entwickelten Techniken zur Dekontamination und zum (fernbedienten) Abbau weitgehend verloren. In diesem Zusammenhang wurde aber auch daran erinnert, dass das Fehlen ausreichenden Kapitals und die Nichtverfügbarkeit geeigneter Endlager Argumente gegen einen unmittelbaren Abbau von stillgelegten Anlagen sein können.

Die Frage der Entlassung von Materialien, Gebäuden und Standorten aus der atomrechtlichen Kontrolle wurde kontrovers diskutiert. Ins-



Eröffnungssitzung der IAEA-Stilllegungskonferenz in Berlin (T. Taniguchi, IAEA; E. Warnecke, BfS; W. Renneberg (Präsident der Konferenz), BMU; M. Breitenkamp, Stadt Berlin; D. Reisenweaver, IAEA; v.l.n.r.)

besondere wurden – nach mehr als 10-jähriger Diskussion – international akzeptierte Freigabewerte dringend angemahnt, vor allem im Hinblick auf grenzüberschreitende Materialbewegungen. Es gibt weiterhin Staaten, die solchen Regelungen nicht zustimmen wollen. Deutschland hat die Freigabe im Rahmen der Novellierung der Strahlenschutzverordnung gesetzlich geregelt. Weiterhin wurde betont, dass internationaler Konsens nicht nur über die Werte für eine Freigabe, sondern auch über die Methodik der Herleitung dieser Werte erzielt werden sollte.

In vielen Ländern, so auch in Deutschland, sind Regelungen getroffen worden, um finanzielle Mittel für den späteren Abbau von Nuklearanlagen bereits während

der Betriebszeit anzusammeln. Gleichwohl werden selbst bei derartigen Regelungen Probleme gesehen, die zum einen mit den Unsicherheiten von Kostenschätzungen für Tätigkeiten in der fernen Zukunft verknüpft sind, die zum anderen die Wertentwicklung der Kapitalanlagen, z. B. Kursverluste und Inflation, betreffen und die zum Dritten bei den möglichen Laufzeiten von Anlagen liegen, z. B. bei einer vorzeitigen Abschaltung.

Die IAEA hat der Bundesrepublik Deutschland ihre Anerkennung für den erfolgreichen Abschluss der Konferenz ausgesprochen und beabsichtigt, die Ergebnisse der Konferenz im Detail zu analysieren und in ein Arbeitsprogramm zu überführen, das dem Gouverneursrat zur Entscheidung vorgelegt werden wird.

Emissionsüberwachung bei Atomkraftwerken

Emissionsüberwachung

Ansprechpartner:

Ingolf Winkelmann (0 18 88/3 33-43 00)

Grundlagen

Aus Atomkraftwerken werden auch 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. Zum Schutz der Bevölkerung wird daher gefordert, die Ableitung von radioaktiven Stoffen möglichst gering zu halten. Alle Ableitungen sind durch geeignete Aktivitätsmessverfahren vom Betreiber zu erfassen und nach Art und Aktivität spezifiziert zu bilanzieren und der zuständigen Behörde anzuzeigen.

Durch kontinuierliche Überwachung ist sicherzustellen, dass die abgeleiteten radioaktiven Stoffe lückenlos ermittelt und möglicherweise erhöhte Abgaben frühzeitig erkannt und erfasst werden. Zudem ist die Einhaltung der behördlich festgelegten Grenzwerte für die genehmigten Kurzzeit- und Jahresabgaben einzelner Radionuklide und Radionuklidgruppen nachzuweisen.

Überwachungs- und Bilanzierungsmessungen

Die Betreiber von Atomkraftwerken führen die Messungen zur kontinuierlichen Überwachung und Bilanzierung der Ableitungen radioaktiver Stoffe mit Fortluft und Abwasser durch. Die Anforderungen an die Verfahren und die Messeinrichtungen sind in der Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung (REI) und in den entsprechenden Sicherheitstechnischen Regeln des Kerntechnischen Ausschusses (KTA) festgelegt.

Bei der Überwachung der Emissionen radioaktiver Stoffe mit der Fortluft sind zum einen die Ableitungen bestimmter charakteristischer radioaktiver Stoffe kontinuierlich zu überwachen (Monitorfunktion), um jederzeit Informationen über den Anlagenzustand zu erhalten und gegebenenfalls dem Betreiber die Einleitung entsprechender Maßnahmen zu ermöglichen. Hierzu gehört die kontinuierliche Überwachung der Ableitung von radioaktiven Edelgasen, von radioaktiven Schwebstoffen und von Iod-131. Zum anderen sind als Grundlage für die Berechnung der Strahlenexposition der Bevölkerung 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.

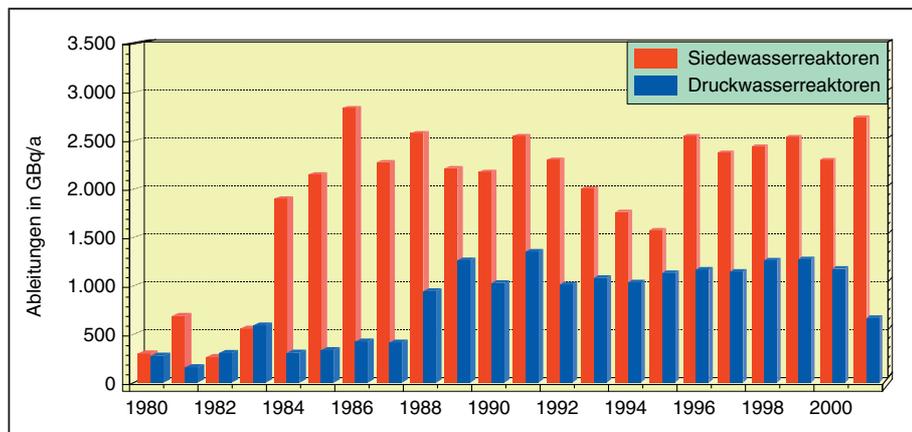
Die Qualität der von den Betreibern der Atomkraftwerke vorzunehmenden Messungen wird durch Untersuchungen behördlich beauftragter Sachverständiger durch ein Kontrollmessprogramm nach einer bundeseinheitlichen Richtlinie überprüft und sichergestellt.

Ergebnisse und Bewertung

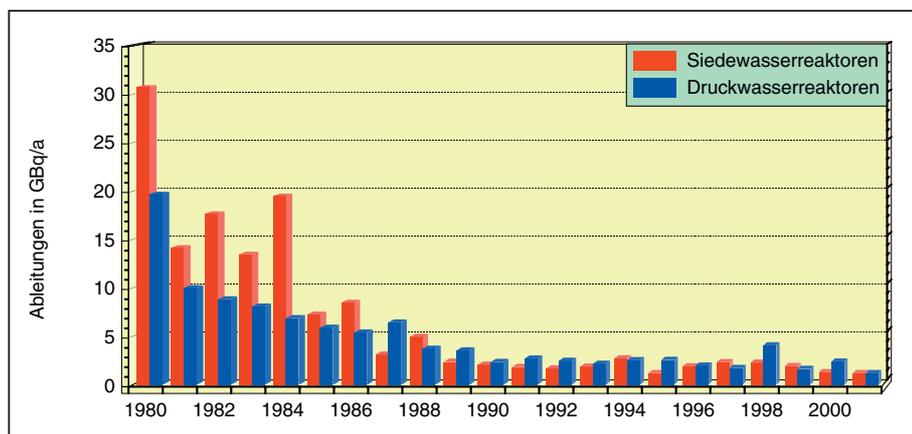
Die Aktivitätsableitungen mit der Fortluft über den Kamin variieren je nach Anlage und Betriebszustand. Hauptbestandteile sind dabei radioaktive Edelgase mit Jahresableitungen im Bereich von 15.000 bis 98.000 Gigabecquerel pro Jahr (GBq/a) aller Atomkraftwerke in den letzten 10 Jahren. Die Jahresaktivitätsableitungen von Tritium mit der Fortluft liegen in diesem Zeitraum jeweils zwischen 6.000 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 – um bis zu drei Größenordnungen – sind die Jahresaktivitätsableitungen von radioaktivem Jod. Die gemessenen Aktivitätsableitungen unterschreiten deutlich die entsprechenden Genehmigungswerte.

Die über das Abwasser abgegebene jährliche Aktivität schwankt von Kraftwerk zu Kraftwerk sehr stark, da sie vom Reaktortyp und den technologischen 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 2,5 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 Abwasserreinigungstechnologie. Die aus den Ableitungen berechnete Strahlenexposition der Bevölkerung erreicht maximal 1 % des Dosisgrenzwertes von 0,3 mSv/a.

Die Abbildung auf Seite 52 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 Atomkraftwerksblöcke her.



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



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

In der Abbildung 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 2001 für Siede- und Druckwasserreaktoren getrennt dargestellt. Die Gesamtangaben gingen in diesem Zeitraum auf Grund technologischer Verbesserungen der in den Kraftwerken eingesetzten Abwasserreinigungstechniken von etwa 50 auf ca. 2,5 GBq/a, d. h. auf weniger als 5 % zurück.

Untersuchungen zur Güte von Probeentnahmeeinrichtungen bei kerntechnischen Anlagen – ein Überblick

Ansprechpartner: Kurt Vogl (0 18 88/3 33-25 11)

Die trotz der vorhandenen Rückhaltevorrückungen mit der Fortluft aus kerntechnischen Anlagen freigesetzten (abgeleiteten) radioaktiven Gase und an Luftschwebstoffen

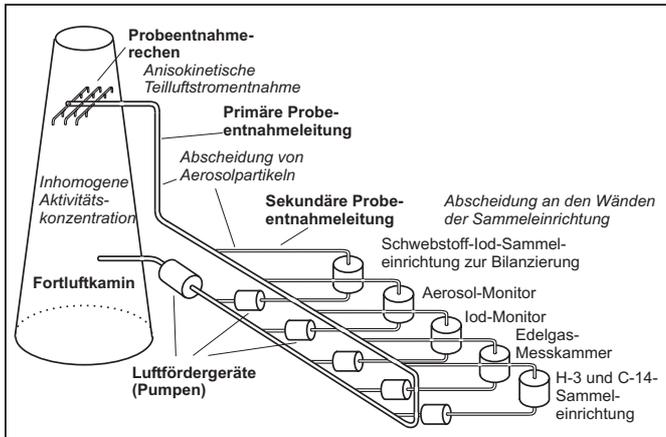
(Aerosolpartikeln) gebundene radioaktiven Stoffe stellen eine Quelle für eine, wenn auch geringe, Strahlenexposition der Bevölkerung dar. Diese Aktivitätsableitungen werden daher überwacht und die Bevölkerungsdosis daraus berechnet. Wie in der Abbildung auf Seite 53 schematisch dargestellt, wird hierzu mit mehreren Probeentnahmesonden ein Teil der Fortluft entnommen und über Probeentnahmeleitungen zu Schwebstofffiltern oder Adsorptionsmaterialien geleitet, auf denen die Radioaktivität tragenden Aerosolpartikel oder die gasförmigen radioaktiven Stoffe abgeschieden werden. Aus der gesammelten Aktivität wird die während der Sammelzeit abgeleitete Aktivität ermittelt.

Aufgrund folgender Einflüsse kann sich die so berechnete von der wirklichen Aktivitätsableitung unterscheiden:

1. Inhomogenitäten der Aktivitätskonzentration oder der Strömungsgeschwindigkeit im Fortluftkanal (nicht-repräsentative Probeentnahme).
2. Unterschiedliche Strömungsgeschwindigkeiten im Fortluftkanal und in den Probeentnahmesonden (anisokinetische Probeentnahme).
3. Aktivität tragende Aerosolpartikeln werden an den Wänden der Probeentnahmeleitungen abgeschieden (Abschleiverluste).
4. Aktivität tragende Aerosolpartikeln werden in der Sammeleinrichtung außer im Sammelmedium auch an anderen Stellen abgeschieden.

Die Untersuchungen dieser Einflüsse auf an Aerosolpartikeln gebundene radioaktive Stoffe in den Jahren 1990 bis 2001 bei 20 Probeentnahmeeinrichtungen von 10 kerntechnischen Anlagen sind nunmehr abgeschlossen.

Untersuchungen über die Verteilungen der Aktivität von Radionukliden über dem Aerosolpartikeldurchmesser mittels Kaskadenimpaktoren mit hohem Luftdurchsatz, (s. BfS-Jahresbericht 1991) ergaben, dass der überwiegende Anteil der Aktivität auf Aerosolpartikeln mit einem Aerosolpartikeldurchmesser zwischen 0,1 und 10 µm vorliegt. Bei den oben genannten Probeentnahmeeinrichtungen wurden die Rohrfaktoren für Aktivität und die Gesamtverlustfaktoren für Aktivität für diesen Aerosolpartikeldurchmesserbereich rechnerisch abgeschätzt



Schematische Darstellung der Probeentnahmeeinrichtung zur Überwachung und Bilanzierung bei einem Kernkraftwerk

und auch experimentell bestimmt. Der Rohrfaktor für Aktivität ist definiert als das Verhältnis der Aktivitätskonzentration in der Eintrittsöffnung der Probeentnahmesonden zur Aktivitätskonzentration am Anschluss zur Sammeleinrichtung. Er ist im Wesentlichen ein Maß für den Einfluss der Inhomogenitäten der Aktivitätskonzentration oder der Strömungsgeschwindigkeit im Fortluftkanal. Der Gesamtverlustfaktor dagegen umfasst alle oben genannten Einflüsse. Er ist als Korrektionsfaktor definiert als das Verhältnis der wirklichen zu der aus Messungen berechneten Aktivitätsableitung. Da die experimentelle Bestimmungen von Rohrfaktoren und Gesamtverlustfaktoren für Aktivität nicht mit radioaktiven Stoffen durchgeführt werden sollten, wurden die inaktiven Pulver (Aerosolpartikelkollektive) Titandioxid und Strontiumtitanat eingesetzt. Da deren Massenverteilungsdichten den Aktivitätsverteilungsdichten der meisten radioaktiven, an Aerosolpartikeln gebundenen radioaktiven Stoffe ähneln, konnte Aktivität durch Masse substituiert und Rohrfaktoren und Gesamtverlustfaktoren für Aktivität auf diese Weise bestimmt werden. Das Verfahren ist im BfS-Jahresbericht von 1993 und in einem Beitrag zum 9. Fachgespräch „Überwachung der Umweltradioaktivität“ (1995) dargestellt.

Zur experimentellen Bestimmung der Rohrfaktoren wurden mit Hilfe eines Bürstendispergierers bekannte Massen, meist 100 mg, der oben genannten Aerosolpartikelkollektive in Öffnungen von Probeentnahmesonden eingespeist, die am Ende der Probeentnahmeleitung verbliebenen Aerosolpartikelkollektive mit einer geeigneten Sammeleinrichtung gesammelt und die auf den Schwebstofffiltern abgeschiedenen Massen mittels Röntgenfluoreszenzanalyse gemessen.

Die bei 18 Probeentnahmeeinrichtungen bestimmten Rohrfaktoren für Aktivität wiesen Werte zwischen 1,0 und 1,7 auf. Bei einer Störfallprobeentnahmeeinrichtung

betrug der Wert des Rohrfaktors 2,3. Der Rohrfaktor für Aktivität hatte bei einer anderen Probeentnahmeeinrichtung einen unerwartet hohen Wert von 3, wobei sich bei Nachforschungen mittels Endoskopie zeigte, dass in der sekundären Probeentnahmeleitung ein Schwebstofffilter des Betreibers steckte, an dem sich ein Großteil der Aerosolpartikeln abschied. In diesem Fall wurde durch die Untersuchungen ein Fehler in der Probeentnahmeeinrichtung beseitigt. Die Werte der Rohrfaktoren für Masse bei großen Aerosolpartikeln lagen zwischen 10 und 100.

Zur Bestimmung des Gesamtverlustfaktors für Aktivität wurden an mehreren Stellen über dem Querschnitt des Fortluftkanals auf der Anströmseite und in geeignetem Abstand vom Probeentnahmerechen bekannte Massen von einigen 10 g der Aerosolpartikelkollektive Titandioxid und Strontiumtitanat aufgegeben und jeweils die auf dem Schwebstofffilter der Sammeleinrichtung des Betreibers abgeschiedenen Massen bestimmt (s. BfS-Jahresbericht 1997).

Die Werte der Gesamtverlustfaktoren für Aktivität bei 11 untersuchten Probeentnahmeeinrichtungen von kern-technischen Anlagen lagen im Bereich von 1,1 bis 1,6. Bei einer Störfallprobeentnahmeeinrichtung betrug der Wert des Gesamtverlustfaktors für Aktivität 2,2, was darauf zurückzuführen ist, dass Probeentnahmeleitungen mit kleinem Innendurchmesser verwendet wurden. Aufgrund einer Umströmung des Schwebstofffilters wies der Gesamtverlustfaktor für Aktivität auch bei der Probeentnahmeeinrichtung für einen „Aerosolmonitor“ einen hohen Wert von 2,0 auf.

Zusammenfassend haben die Untersuchungen an Probeentnahmeeinrichtungen Folgendes ergeben:

- Bei einigen Probeentnahmeeinrichtungen konnten Unregelmäßigkeiten festgestellt werden, die behoben wurden.
- Die experimentell bestimmten Rohrfaktoren für Aktivität weisen Werte kleiner als 2,3 auf, die Werte der Gesamtverlustfaktoren für Aktivität betragen meist weniger als der in der KTA 1503.1 empfohlene Wert von 2 und der dort festgelegte Maximalwert von 3.
- Die untersuchten Probeentnahmeeinrichtungen sind geeignet zur Bestimmung der Aktivitätskonzentrationen und der Aktivitätsableitungen radioaktiver Stoffe mit der Fortluft bei bestimmungsgemäßem Betrieb. Sie sind jedoch im Allgemeinen nur wenig brauchbar für die Erfassung von großen Aerosolpartikeln mit aerodynamischen Partikeldurchmessern über 10 µm und der daran gebundenen Aktivität, wie sie möglicherweise bei einem nuklearen Ereignis entstehen könnten.

BfS: Fakten und Zahlen

Ansprechpartner: Reinhard Naß (0 18 88/3 33-12 01)

Aufgaben, Aufbau und Organisation

Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) wurde am 1. November 1989 gegründet. Das BfS ist eine selbständige wissenschaftlich-technische Bundesoberbehörde im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU).

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 radioaktiver Abfälle, die ihm durch das Atomgesetz, das Strahlenschutzvorsorgegesetz, andere Bundesgesetze und durch Verordnungen zugewiesen sind.

Das BfS unterstützt das BMU fachlich und wissenschaftlich, insbesondere bei der Wahrnehmung der Bundesaufsicht, der Erarbeitung von Rechts- und Verwaltungsvorschriften sowie bei der internationalen Zusammenarbeit.

Das BfS befasst sich im Einzelnen insbesondere mit Fragen des Strahlenschutzes in der Medizin, den 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 zuständige Behörde für folgende Genehmigungen, Zulassungen und Entscheidungen: Anwendung radioaktiver Stoffe oder ionisierender Strahlung am Menschen in der medizinischen Forschung, Anwendung von Röntgenstrahlung am Menschen in der medizinischen Forschung, Bauartzulassung von z. B. Röntgenstrahlern, Staatliche Verwahrung von Kernbrennstoffen, Genehmigung der Beförderung von Kernbrennstoffen und Großquellen, Genehmigung der Aufbewahrung von Kernbrennstoffen außerhalb der Staatlichen Verwahrung (zentrale und dezentrale Zwischenlager).

Zum 01.02.2003 wurde nach einem intensiven Diskussionsprozess die neue Organisation des BfS in Kraft gesetzt.

Ausgangspunkt für diese umfassende Neuorganisation war der im Dezember 2000 eingeleitete Leitbildprozess mit dem Ziel, eine moderne Bundesoberbehörde zu schaffen, die den geänderten Anforderungen und Erwartungen gewachsen ist.

Nach eingehenden Erörterungen wurde die neue Aufgaben- und Behördenstruktur geschaffen, der folgende Prinzipien zugrunde liegen:

- Neustrukturierung aufgrund veränderter Aufgabenschwerpunkte,
- Verlagerung auch administrativer Aufgaben in die Fachbereiche,
- Abschaffung von Hierarchieebenen,
- Schaffung größerer Organisationseinheiten, Einrichtung von Arbeitsgruppen für übergreifende Aufgaben,
- Einrichtung von Stabsstellen für die Aufgaben „Qualitätssicherung und Aufgabenplanung“ im Leitungsbereich der Fachbereiche / Zentralabteilung.

Hierdurch soll zum einen die Einhaltung von Anforderungen an die Qualität von Leistungen gewährleistet werden. Zum anderen soll eine verbesserte Steuerung von Aufgaben vor dem Hintergrund rückläufiger Ressourcen ermöglicht werden.

Die Neuausrichtung des BfS verfolgt das Ziel, die übertragenen Aufgaben noch effizienter zu erledigen. Zu erwähnen sind insbesondere die Einführung einer Kosten- und Leistungsrechnung sowie die Vorbereitung eines Controlling, die Durchführung einer grundlegenden IT-Organisationsuntersuchung mit Schwerpunkten im Bereich IT-Organisation, Hard- und Softwareerneuerung sowie die Einführung moderner Techniken für Schriftgutverwaltung, Dokumentation, Postfasserfassung, Registratur, Vorgangsbearbeitung etc.

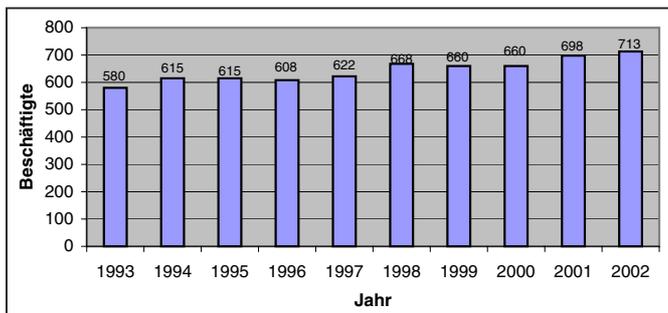
Neben den Maßnahmen im Bereich der Organisation und der internen Abläufe befasst sich ein weiterer Schwerpunkt der Verwaltungsmodernisierung mit der Personalentwicklung. Ausgehend von der Erarbeitung des Leitbildes für das BfS wurde eine Projektgruppe eingesetzt, die Vorschläge für ein Personalentwicklungskonzept erarbeitet hat. Die Entwicklung von Führungsgrundsätzen ist ebenso abgeschlossen wie die Maßnahmen zur Schulung von Vorgesetzten im Hinblick auf die Führung von Mitarbeitergesprächen und den Abschluss von Zielvereinbarungen.

Standorte, Beschäftigte, Haushalt

Das Bundesamt für Strahlenschutz hat seinen Sitz in Salzgitter-Lebenstedt. Zwei Fachbereiche sind in Neuherberg/Oberschleißheim bei München und in Berlin angesiedelt. Weitere Beschäftigte arbeiten in Freiburg, Hanau, Bonn, Rendsburg und in der Info-Stelle Gorleben auf dem Gelände des Erkundungsbergwerkes Gorleben.

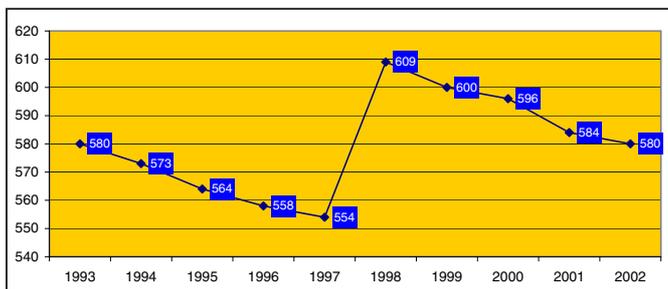
Das BfS hatte im Jahresdurchschnitt 2002 713 Beschäftigte. Die Verteilung der Beschäftigten auf die Dienstorte und die Zuordnung zu den Laufbahnen ist der Tabelle auf Seite 56 zu entnehmen.

Die Entwicklung der Beschäftigtenzahl von 1993 bis 2002 zeigt die folgende Abbildung. Der Anstieg der Beschäftigtenzahl ist zurückzuführen auf die Teilung von Stellen für Teilzeitkräfte, auf zusätzliche Zeitkräfte für Sonderaufgaben (insbesondere für die Genehmigungsverfahren für Zwischenlager) und auf vorübergehend zusätzlich Beschäftigte infolge der Inanspruchnahme von Altersteilzeit.



Entwicklung der Beschäftigtenzahl im BfS

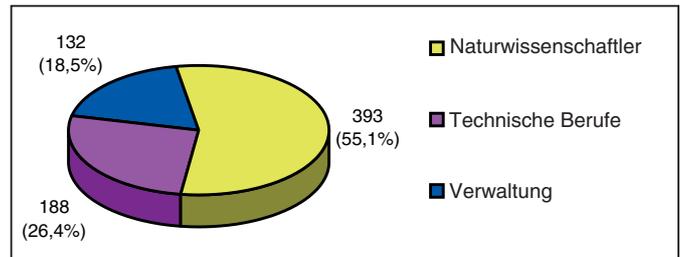
Rückläufig ist dagegen die Anzahl der Planstellen / Stellen, bedingt durch die seit 1993 vom Parlament jährlich beschlossene Stelleneinsparung i. H. v. 1,5 % (s. folgende Abbildung). Der Stellenzuwachs in 1998 beruht auf



Planstellen/Stellen für Angestellte, Arbeiter und Beamte im BfS
(Die Anzahl der Planstellen/Stellen ist in der Regel nicht identisch mit der Zahl der Beschäftigten, da sich mehrere Beschäftigte eine Planstelle/Stelle teilen können [Teilzeit].)

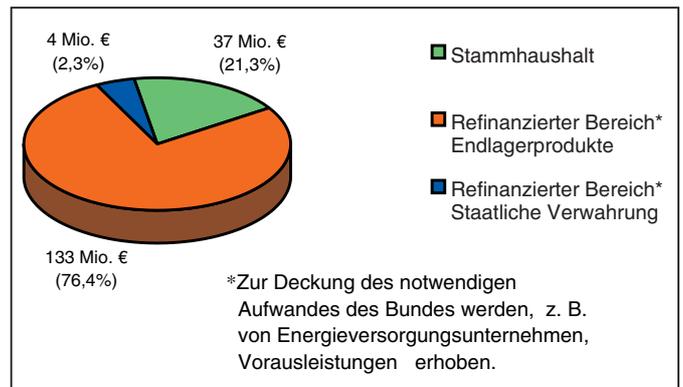
der Übernahme des Ortsdosisleistungs-Messnetzes vom Bundesamt für Zivilschutz und entsprechender Umsetzung von Planstellen/Stellen in den Haushalt des BfS. Vier Stellen wurden im November 2002 an das BMU abgegeben.

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



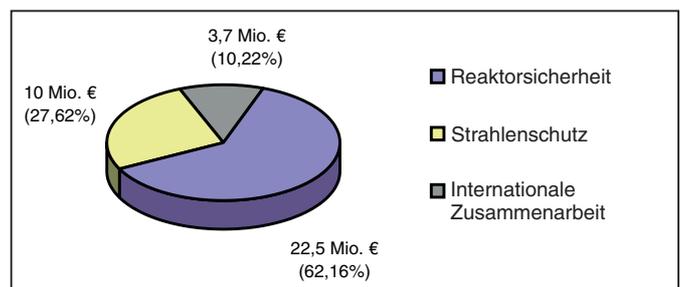
Berufsgruppen im BfS

Dem BfS standen 2002 zur Erfüllung seiner Aufgaben ca. 174 Millionen Euro zur Verfügung, die sich wie folgt verteilen:



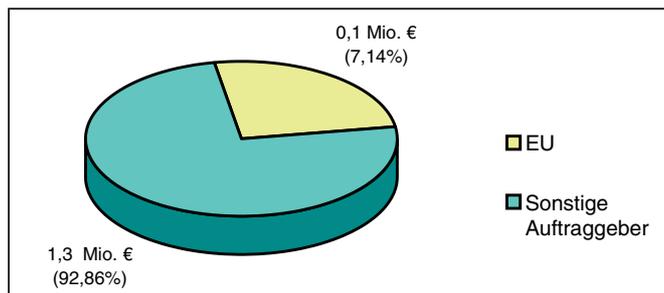
Haushaltsausgaben 2002 im BfS

Auf dem Gebiet der Ressortforschung (Untersuchungen, Studien, Gutachten, die als Entscheidungshilfen zu anstehenden Fragestellungen des BMU dienen) waren dem BfS im Jahr 2002 Haushaltsmittel in Höhe von 36,2 Millionen Euro für folgende Bereiche zugewiesen:



Ausgaben 2002 für Ressortforschung

Weiterhin standen dem BfS für Forschungsvorhaben und sonstige Dienstleistungen, die z. B. von der EU bzw. sonstigen Auftraggebern finanziert werden (Drittmittelforschung), 1,4 Millionen Euro zur Verfügung.



Ausgaben 2002 für Drittmittelforschung

Dienstort	Höherer Dienst	Gehobener Dienst	Mittlerer Dienst	Einfacher Dienst	Auszubildende	Gesamt
Salzgitter	147	69	100	12	3	331
Berlin	42	15	44	9	-	110
Neuherberg	75	43	48	9	2	177
Freiburg	11	4	11	3	1	30
Hanau	1	4	2	-	-	7
Bonn	26	3	14	2	-	45
Schlema	1	-	-	-	-	1
Gartow	1	1	1	-	-	3
Rendsburg	1	1	5	2	-	9
	305 (42 %)	140 (20 %)	225 (32 %)	37 (5 %)	6 (1 %)	713 (100 %)

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

Presse- und Öffentlichkeitsarbeit

Ansprechpartner: Dirk Daiber (0 18 88/3 33-11 31)

Die Vielfalt der Aufgaben des BfS spiegelt sich in der Presse- und Öffentlichkeitsarbeit wider. Mit dem Ziel, Vertrauen in die Arbeit des BfS zu schaffen, werden Informationen kompetent, verständlich und zeitnah an die Öffentlichkeit gegeben – sei es im direkten Kontakt zu den Bürgerinnen und Bürgern, sei es über eine aktive Pressearbeit. Das BfS versteht sich dabei als Dienstleister. Fragen aus der Bevölkerung werden eingehend beantwortet. Zugleich lassen die Anfragen Rückschlüsse auf den Informationsbedarf weiter Kreise zu. So führte die Häufung der besorgten Anfragen aufgrund der Errichtung von Mobilfunkanlagen zu dem In-

folblatt „Rechtsschutzmöglichkeiten bei Errichtung und Betrieb von Mobilfunkanlagen“ (Infoblatt 06/02), das oft angefordert wurde. Alle Informationsschriften des BfS werden zudem im Internet bereitgehalten, dort finden sich auch Stellungnahmen zu aktuellen Themen und deren Entwicklung. In der Rubrik FAQ (Frequently Asked Questions = häufig gestellte Fragen) sind wichtige Fakten und Begriffserläuterungen verständlich aufbereitet.

In Pressemitteilungen gibt das BfS aktuelle Entscheidungen, Erkenntnisse und Ergebnisse bekannt. Interviews mit Printmedien, Hörfunk und Fernsehen tragen dazu bei, die Öffentlichkeit ausführlich über die verschiedenen

Bereiche des Strahlenschutzes zu informieren. Themen von besonderem Interesse wurden auf Pressekonferenzen behandelt, so z. B. die Einführung des „Blauen Engels“ für strahlungsarme Handys, die Bekanntgabe der Kriterien für ein Solarienzertifikat und die Genehmigung des ersten Standortzwischenlagers in Lingen.

Im Blickpunkt der Öffentlichkeit: Handys und Mobilfunkanlagen

Bereits 2001 gewann das Thema an Brisanz: Kontrovers und zum Teil erbittert wird heute in Deutschland über mögliche Risiken des Mobilfunks diskutiert, auch das Medieninteresse ist weiter stark angestiegen. Entsprechend groß ist die Verunsicherung vieler Bürgerinnen und Bürger, entsprechend zahlreich die Anfragen, die das BfS täglich hierzu erreichen. Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter informieren am Telefon, über E-Mail und schriftlich über den aktuellen Wissensstand, erläutern komplizierte Sachverhalte und beraten umfassend und sachlich. Das Faltblatt „Mobilfunk und Sendetürme“ sowie das eingangs erwähnte Infoblatt „Rechtsschutzmöglichkeiten bei Errichtung und Betrieb von Mobilfunkanlagen“ stießen auf großes Interesse.

Das BfS ist hier jedoch nicht nur reaktiv tätig. Seit der Einführung der Möglichkeit eines „Blauen Engels“ für strahlungsarme Handys im Juni



Von der Pressemitteilung zur Headline – die gesamte Bandbreite der Themen des BfS spiegelt sich in der Presse



Präsident Wolfram König (2. v. r.) gibt auf einer Pressekonferenz in Hannover am 7. 11. 2002 die Genehmigung des ersten Standortzwischenlagers Lingen bekannt

wäre es möglich, beim Handykauf eine leichte Orientierung bezüglich der Strahlenbelastung durch das Gerät zu schaffen. Zugleich mit der Bekanntgabe des „Blauen Engels“ auf einer Pressekonferenz stellte das BfS eine Liste mit allen ermittelbaren SAR-Werten verschiedener Handys, die einen Anhaltspunkt für die Strahlenbelastung bieten, in seinen Internetauftritt. Die Zugriffszahlen auf diese Seite sprechen für sich: mit fast 30.000 Abrufen bis zum Ende des Jahres 2002 ist die Liste der Handywerte eine der am häufigsten angeklickten Seiten von www.bfs.de.

Informationen zum Nachlesen

Die Broschüre „Strahlung und Strahlenschutz“ erschien im letzten Quartal 2002 und wurde von den Bürgerinnen und Bürgern stark nachgefragt – die erste Auflage von 10.000 Stück war zum Jahresende bereits beinahe vergriffen. Auf knapp 60 Seiten werden Informationen zu ionisierender und nichtionisierender Strahlung und ihren Wirkungen auf den Menschen anschaulich dargestellt. Zahlreiche Grafiken und Abbildungen ergänzen und verdeutlichen die Texte. Ein „Kleines physikalisches Lexikon“ erläutert wichtige Begriffe und Abkürzungen von „Absorption“ bis „terrestrische Strahlung“.

Vernissage im Bundesamt für Strahlenschutz

Mit der Ausstellung „Kunst – Ein RestRisiko bleibt“ am Standort Salzgitter schaffte Künstlerin Gabriele Jahnke den Brückenschlag zwischen der



Eröffnung der Vernissage: Pressesprecher Dirk Daiber begrüßt die Künstlerin Gabriele Jahnke

Arbeit des Bundesamtes für Strahlenschutz und ihren eigenen Arbeiten, in denen Verbindungen und Gegensätze von Natur, Kultur und Technik thematisiert werden. Anlässlich der Vernissage am 11. Dezember 2002 führte die Künstlerin persönlich durch die Ausstellung. Fasziniert folgten Gäste des Bundesamtes für Strahlenschutz Gabriele Jahnkes Erläuterung zu ihrem künstlerischen Konzept, der zugrundeliegenden Philosophie und der Entstehung ihrer Werke. Ob still in die Betrachtung einer Installation vertieft oder angeregt diskutierend – wer der Einladung zur Vernissage gefolgt war, genoss einen Abend, an dem die gewohnte Arbeitsatmosphäre des Amtes künstlerisch durchbrochen wurde.



Die Kunstwerke Gabriele Jahnkes fanden im BfS reges Interesse

Tag der offenen Tür

Mit offenen Türen empfing das BfS am 15. Juni 2002 zum zweiten Mal rund 2.000 interessierte Bürgerinnen und Bürger an seinem Hauptsitz in Salzgitter-Lebenstedt. 130 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter standen für Auskünfte, Vorführungen und Vorträge zur Verfügung. Dicht umlagert war der Stand mit Informationen rund um den Mobilfunk, Schlangen bildeten sich bei der Messung des UV-Schutzes von Sonnenbrillen. Stündlich fuhr ein vollbesetzter Bus zur Besichtigung der Schachtanlage Konrad.

„Ich wusste gar nicht, was sie so alles machen“ staunte ein Besucher, der sich an einem mobilen Messwagen zur Überwachung der Umwelt-radioaktivität informierte. Eifrig liefen zugleich Kinder den Radioaktivitätsparcours ab und suchten mit Messgeräten unter fachkundiger Leitung nach Strahlenquellen. Viele Besucherinnen und Besucher schlossen sich den Führungen durch das Haus an und erfuhren dort neben konkreten Informationen zum Gebäude und zu seinen technischen Einrichtungen auch viel Wissenswertes über allgemeine Fragen der öffentlichen Verwaltung wie z. B. zur Beschäftigung im öffentlichen Dienst.

Großen Anklang fanden auch die Ausstellungen des Bundesumweltministeriums (BMU), des Umweltbundesamtes (UBA) und des Bundesamtes für Naturschutz (BfN), die erstmals beim BfS zu Gast waren. Durch das gemeinsame Auftreten erhielten die Besucherinnen und Besucher einen Einblick in das breite Spektrum von Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Die Präsentation der Zentralstelle für Zivilschutz des Bundesverwaltungsamtes und der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde des Landes Schleswig-Holstein, bei der die neuen ABC-Erkundungsfahrzeuge vorgestellt wurden, interessierte ebenso die Bürgerinnen und Bürgern wie die Angehörigen von Feuerwehren und Katastrophenschutz.

Auch Bundesumweltminister Jürgen Trittin nutzte die Gelegenheit für einen Besuch und wurde von

BfS-Präsident Wolfram König durchs Haus geführt. Er nahm sich für die verschiedenen Ausstellungsstände viel Zeit, ließ sich von den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern informieren und stand Besucherinnen und Besuchern ausführlich Rede und Antwort.

Zu engagierten Diskussionen führten die Protestaktionen von Umweltschutzorganisationen, die vor und im Gebäude gegen die Nutzung von Schacht Konrad als Endlager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle demonstrierten – nur zehn Tage vor dem Tag der offenen Tür hatte



Mit Informationen zum Sonnenschutz – insbesondere für Kinder – war auch die Arbeitsgemeinschaft Dermatologische Prävention (ADP) mit einem Stand vertreten



Vom Experten gelobt: Die Sonnenbrille von Umweltminister Trittin (in der Messeeinrichtung) schützt vorbildlich vor UV-Strahlen

das niedersächsische Umweltministerium dem BfS den Planfeststellungsbeschluss für das Endlagerprojekt übergeben.

Für Entspannung und Unterhaltung war ebenfalls gesorgt: ob im Bierzelt oder im BfS-Casino, für eine Stärkung zwischendurch ließ man sich gerne nieder. Vor dem BfS spielte die Bigband der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB), die Kinder konnten sich derweil auf der Hüpfburg oder beim Bungee-Running austoben. Die zufriedenen Gesichter und der Dank der Besucherinnen und Besucher sprachen für sich: Der Tag der offenen Tür war wieder ein Erfolg.



An der Fassade des BfS nutzen die Umweltschützer von Robin Wood den Tag der offenen Tür für eine Protestaktion

Publikationen

BfS-Berichte

BfS-SCHR-24/02

Peter, J.; Schneider, G.; Bayer, A.; Trugenberger-Schnabel, A.
High Levels of Natural Radiation and Radon Areas:
Radiation Dose and Health Effects Proceedings of the 5th International
Conference on High Levels of Natural Radiation and Radon Areas
held in Munich, Germany on September 4 to 7 2000
Neuherberg 2002

BfS-SCHR-25/02

Brix, J.; Matthes, R.; Schulz, O.; Weiss, W.
Forschungsprojekte zur Wirkung elektromagnetischer Felder des
Mobilfunks. Bundesamt für Strahlenschutz
21. und 22. Juni 2001
Salzgitter 2002

BfS-SCHR-26/02

Bruchertseifer, F.; Pohl, H.
Fachgespräch Begrenzung der Strahlenexposition als Folge von
Störfällen bei kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen.
1. und 2. März 2001
Salzgitter 2002

BfS-SH-02/02

Donhär, W.; Gödde, R.; Schmitt-Hannig, A.; Williams, M.
Strahlenschutzforschung – Programmreport 2000 –
Bericht über das Bundesamt für Strahlenschutz fachlich und verwal-
tungsmäßig begleitete Ressortforschungsprogramm Strahlenschutz des
Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
Neuherberg, April 2002

BfS-SH-03/02

Jahraus, H.; Grosche, B.
Inzidenz kindlicher bösartiger Neubildungen (1983–1998) und Mor-
talität aufgrund bösartiger Neubildungen in der Gesamtbevölkerung
(1979–1997) in Bayern.
2. Fortschreibung des Berichts „Inzidenz und Mortalität bösartiger
Neubildungen in Bayern“ von 1993.
Bericht im Rahmen des „Strahlenbiologischen Umweltmonitoring
Bayern“
Neuherberg 2002

BfS-SH-04/02

Grosche, B.; Weiss, W.; Jahraus, H.; Jung, Th.
Häufigkeit kindlicher Krebserkrankungen in der Umgebung von
Atomkraftwerken in Bayern
Neuherberg 2002

BfS-SH-05/02

Jahraus, H.; Grosche B.
Inzidenz kindlicher bösartiger Neubildungen (1983–1998) und Mor-
talität aufgrund bösartiger Neubildungen in der Gesamtbevölkerung
(1979–1997) in Bayern.
Salzgitter, August 2002

BfS-KT-27/02

Philippczyk, F.; Hutter, M. Schneidert, I.
Statusbericht zur Kernenergie in der Bundesrepublik Deutschland
2001.
Salzgitter, Oktober 2002

BfS-16/02

*Bittner, S.; Dr. Braun, H.; Dusemund, H.-W.; Gregor, J.; Raguse, R.;
Voß, W.*
Einsatz des Entscheidungshilfesystems RODOS in Deutschland.
Salzgitter, Mai 2002
(nicht kostenpflichtig)

Ausgewählte Beiträge in externen Fachzeitschriften

*Akleyev, A. V.; Grosche, B.; Gusev, B. I.; Kiselev, V. I.; Kisselev, M. F.;
Kolyado, I. B.; Romanov, S.; Shoikhet, Y. N.; Neta, R.*
Developing additional resources,
Radiat Environ Biophys 42, (2002), S. 13–18

Berg, H. P., Görtz, R., Schimetschka, E.:
A process-oriented simulation model for common cause failures
Kerntechnik 67, 2002, No. 2–3, S. 72–77

Blettner, M.; Zeeb, H.; Langner, I.; Hammer, G. P.; Schafft, T.
Mortality from cancer and other causes among airline cabin attendants
in Germany, 1960–1997
Am J Epidemiol 15, (2002), S. 556–565

Brix, G.; Schulz, O.; Griebel, J.
Begrenzung der HF-Exposition von Patienten bei MR-Unter-
suchungen.
Radiologe 42, (2002) S. 51–61

Brix, G.; Seebass, M.; Hellwig, G.; Griebel, J.
Estimation of Heat Transfer and Temperature Rise in Partial-Body
Regions During MR Procedures: An Analytical Approach with Respect
to Safety Considerations.
Magn Reson Imaging 20, (2002) S. 65–76

Brix, G.; Noßke, D.; Glatting, G.; Minkov, V.; Reske, S. N.
A Survey of PET Activity in Germany During 1999.
Eur J Nucl Med 29, (2002) S. 1091–1097

Brix, G.; Bellemann, M. E.; Hauser, H.; Doll, J.
Recovery-Koeffizienten zur Quantifizierung der arteriellen Input-
funktion aus dynamischen PET-Messungen: experimentelle und
theoretische Bestimmung.
Nuklearmedizin 41, (2002) S. 184–190

*Bruchertseifer F., Steiner M., Hiersche L., Savkin B.,
Poppitz-Spühler A., Wirth E.*
Dynamics of strontium-90 in forest ecosystems
Radioprotection-Colloques, Vol. 37 C1, 409–413

Grosche, B.
Semipalatinsk test site. Introduction
Radiat Environ Biophys 42, (2002), S. 53–56

*Grosche, B.; Brachner, A.; Kreuzer, M.; Lehmann, F.; Martignoni, K.;
Hammer, G.*
Die deutsche Uranbergarbeiter-Kohortenstudie
Die BG 2/2002, (2002), S. 54–60

Die Schriften und Berichte des BfS sind im Wirtschaftsverlag NW
erschienen und über den Buchhandel oder direkt beim Verlag
erhältlich.

Anschrift des Wirtschaftsverlages NW:

Wirtschaftsverlag NW
Verlag für neue Wissenschaft GmbH
Postfach 10 11 10
D-27511 Bremerhaven
Telefon: (04 71) 9 45 44-0
Telefax: (04 71) 9 45 44-88
eMail: vertrieb@NW-Verlag.de

Grosche, B.; Land, C.; Bauer, S.; Pivina, L. M.; Abylkassimova, Z. N.; Gusev, B. I.

Fallout from nuclear tests. Health effects in Kazakhstan
Radiat Environ Biophys 42, (2002), S. 75–80

Hartwig A., Asmuß M., Blessing H., Hoffmann S., Jahke G., Khandelwal S., Pelzer A., Bürkle A.

Interference by toxic metal ions with zinc-dependent proteins involved in maintaining genomic stability,
Food and Chemical Toxicology 40, 1179–1184, 2002

Hellwig, G.; Brix, G.; Griebel, J.; Lucht, R.; Delorme, S.; Siebert, M.; Englmeier, K. H.

Dynamic MR Mammography: Three-Dimensional Real-Time Visualization of Contrast Enhancement in Virtual Reality.
Acad Rad 9, (2002) S. 1255–1263

Jung, T.

(2002): Aktionsprogramm Umwelt und Gesundheit (APUG): Minderung der Gesundheit durch Mitsprache?
Umwelt und Gesundheit, 3, 104–106.

Knopp, M.V.; Himmelhan, N.; Radeleff, J.; Junkermann, H.; Hess, T.; Sinn, H. P.; Brix, G.

Methodenvergleich zur Quantifizierung der Kontrastmittelanreicherung am Beispiel der dynamischen MR-Mammographie.
Radiologe 42, (2002) S. 280–290

Kreuzer, M.; Heinrich, J.; Kreienbrock, L.; Rosario, A. S.; Gerken, M.; Wichmann, H. E.

Risk factors for lung cancer among nonsmoking women
Int J Cancer 100, (2002), S. 706–713

König, Wolfram

Verantwortung übernehmen – Wege zur Entsorgung in Deutschland
atw 47. Jg. (2002) Heft 6 – Juni

Kreuzer, M.; Brachner, A.; Lehmann, F.; Martignoni, K.; Wichmann, H. E.; Grosche, B.

Characteristics of the German Uranium Miners Cohort Study
Health Physics 83, (2002), S. 26–34

Laurier, D.; Grosche, B.; Hall, P.

Risk of childhood leukaemia in the vicinity of nuclear installations: Findings and recent controversies
Acta Oncol 41, (2002), S.14–24

Lindholm, C., Romm, H., Stephan, G., Schmis, E., Moquet, J., Edwards, A.

Intercomparison of translocation and dicentric frequencies between laboratories in a follow-up of the radiological accident in Estonia
International Journal of Radiation Biology 78 (2002) 883–890

Lucht, R.; Delorme, S.; Brix, G.

Neuronal Network-Based Segmentation of Dynamic MR Mammographic Images.
Magn Reson Imaging 20, (2002) S. 147–154

Oberaigner, W.; Kreienbrock, L.; Schaffrath Rosario, A.; Kreuzer, M.; Wellmann, J.; Keller, G.; Gerken, M.; Langer, B.; Wichmann, H. E.

Radon und Lungenkrebs im Bezirk Imst/Österreich Landsberg:
ecomed 2002

Schaller G., Bayer A.

Clearance of material with negligible levels of radioactivity based on the amended German Radiation Protection Ordinance
Kerntechnik 67 (2002) 18–23

Schmid, E., Regulla D., Stephan, G.

Biologische Wirksamkeit locker ionisierender Strahlung am Beispiel Chromosomenaberrationen in menschlichen Lymphozyten.
Strahlenschutz in Forschung und Praxis (Hrsg. D. Gottschild, Chr. Reiners), Urban & Fischer: München, Jena, Band 44 (2002) 113–121

Schreiber, H.; Gundert-Remy, U.; Jung, T.; Kurth, B.; Seifert, B.; Wolf, U.; Jahraus, H. und Henseler, G. (2001):

Aktionsprogramm Umwelt und Gesundheit (APUG), Umsetzung von Querschnittsmaßnahmen,
Bundesgesundheitsblatt 44(12), 1180–1187.

Shoikhet, Y. N.; Kiselev, V. I.; Algazin, A. I.; Kolyado, I. B.; Bauer S.; Grosche, B.

Fallout from nuclear tests. Health effects in the Altai region
Radiat Environ Biophys 42, (2002), S. 69–74

Steiner M., Linkov I., Yoshida S.

The role of fungi in the transfer and cycling of radionuclides in forest ecosystems
Journal of Environmental Radioactivity 58 (2002) 217–241

Steiner M.

Amendment of the General Administrative Regulation under paragraph 47 of the Radiation Protection Ordinance
Kerntechnik 67 (2002) 24–28

Voisin, P., Barquinero, F., Blakely, B., Lindholm, C., Lloyd, D., Luccioni, C., Miller, S., Palitti, F., Prasana, P. G. S., Stephan, G., Thierens, H., Turai, I., Wilkinson, D., Wojcik, A.

Towards a standardization of biological dosimetry by cytogenetics.
Cellular and Molecular Biology 48 (2002) 501–504

Werling, A.; Bublitz, O.; Doll, J.; Adam, L.E.; Brix, G.

Fast Implementation of the Single Scatter Simulation Algorithm and its Use in Iterative Image Reconstruction of PET Data.
Phys Med Biol 47, (2002) S. 2947–2960

Wildermuth H.

Derivation of the maximum permissible activity concentrations in exhaust air.
Kerntechnik 67 (2002) 29–32 No.1, February 2002

Winkelmann, R. A.; Tretyakov, F. D.; Startsev, N. V.; Kolyado, I. B.; Gusev, B. I.; Grosche, B.; Storm H. H.; Hall P.

Cause-of-death registers in radiation contaminated areas of the Russian Federation and Kazakhstan
Radiat Environ Biophys 42, (2002), S. 5–12

Zeeb, H.; Blettner, M.; Hammer, G. P.; Langner, I.

Cohort mortality study of german cockpit crew, 1960–1997
Epidemiology 13, (2002), S. 693–699

Beiträge in Tagungsbänden / Broschüren

In:

Deutscher Atomrechtstag 2002, Hrsg. Fritz Ossenbühl, Nomos Verlagsgesellschaft Baden-Baden, 2002

Thomaske, B.

Verfahren und Stand der Endlagerung und der Zwischenlager,
S. 75–91

- In:*
Waste Management 2002 Proceedings, Feb. 24–28, 2002, Tucson, Arizona, WM Symposia, Inc., 2002
- Thomauske, B.*
 Interim Storage of Spent Nuclear Fuel in Germany – Situation, State of Licensing Procedures, Prospects –, Session 50 / 31.
- In:*
Proceedings of the 4th International Conference on Nuclear Option in Countries with Small and Medium Electricity Grids, Dubrovnik, Croatian Nuclear Society, CD-ROM, Paper S-5.9
- Berg, H. P.:*
 Current status of fire risk assessment in Germany
- In:*
Proceedings of the 6th International Conference Probabilistic Safety Assessment and Management (PSAM 6), 23–28 June 2002, San Juan, Puerto Rico, USA, Elsevier Science Ltd, CD-ROM
- Bath, N.:*
 „Internationale Vorgehensweise bei der Verwendung von Sicherheitsindikatoren zur Bewertung des Sicherheitsmanagements: Vorschläge zur Anwendung internationaler Vorgehensweisen im nationalen Rahmen für deutsche Kernkraftwerke“
- Becker, G., Camarinopoulos, L., Görtz, R., Hofer, E., Kabranis, D.:*
 Using stochastic simulation to assess different approaches to reliability data estimation
- Berg, H. P., Görtz, R., Schimetschka, E.:*
 A model for common cause failures in systems of redundant components and applications
- In:*
Proceedings of International Symposium on Contribution of Materials Investigation to the Resolution of Problems Encountered in Pressurized Water Reactors, Fontevraud, Vol. 2, SFEN, Paris, 2002, S. 1007–1017
- Berg, H.P., Schlicht-Szesny, B.:*
 Operational experience in Germany regarding corrosion mechanisms and their consequences for pressurized water reactors
- In:*
Proceedings of International Topical Meeting on Probabilistic Safety Assessment PSA '02, Detroit, Michigan, CD-ROM
- Berg, H.P., Görtz, R., Fröhmel, Th.:*
 Actual regulatory developments in Germany relevant to PSA
- In:*
32. Jahrestreffen der Europäischen Strahlenbiologiegesellschaft in Liège, Belgien, 2002 und zur Tagung des DNA-Reparatur Netzwerkes, Karlsruhe, 2002
- Rößler U., Hornhardt S., Schmid E., Schmid T., Asmuß M., Jung T. Gomolka M.:*
 Comparison of 220 kV and 29 kV X-rays induced DNA damage in human lymphocytes measured by the Comet Assay
- In:*
Understanding the Effects of Radiation on Health (Ch. Desaintes, N. Kelly und K. Coiffard, Eds.), European Communities, Office for Official Publications of the European Communities, Luxemburg.
- Jung, T.; Jacquet, P.; Jaussi, R.; Pantelias, G., Streffer, C. (2002):*
 Evolution of genetic damage in relation to cell cycle control: a molecular analysis of mechanisms relevant for low dose effects.
- In:*
Tagungsband des Symposiums Sicherheitsmanagement in der Kerntechnik, 30.–31.10.2002, München, TÜV Akademie
- Ballfanz, H.-P., Schott, H.:*
 „Entwicklung praxisgerechter Bewertungskriterien für die Sicherheitskultur in deutschen Kernkraftwerken: Stand der Arbeiten und erste Ergebnisse“
- In:*
Vortragsbeitrag zur 6. Jahrestagung der Gesellschaft für biologische Strahlenforschung, Göttingen, 2002
- Hornhardt S., Gomolka M., Amannsberger R., Widemann S., Jung T.:*
 Micronuclei formation, apoptosis and DNA damage after combined exposure of a human cell line to gamma-radiation and metal toxicants.
- In:*
Stand der Forschung zu den „Deutschen Uranbergarbeiterstudien“. 1. Fachgespräch am 7./8. Mai 2001 in Sankt Augustin; München Jena: Urban & Fischer 2002 (Berichte der SSK Heft 32)
- Brachner, A.; Kreuzer, M.; Kartignoni, K.; Grosche, B.*
 Expositionsabschätzung mittels der Job-Exposure-Matrix (JEM): Probleme bei der Anwendung der JEM auf große Datenmengen, S. 89–96
- Grosche, B.; Brachner, A.; Hammer, G.; Kreuzer, M.; Martignoni, K.*
 Wismut-Studien des Bundesamts für Strahlenschutz: Hintergrund und Gesamtkonzept, S. 1–8
- Grosche, B.; Hammer, G.*
 Die eingebettete Fall-Kontroll-Studie zu Lungenkrebs: Design und Ausblick, S. 65–70
- Kreuzer, M., Brachner, A.; Martignoni, K.; Grosche, B.*
 Die Uranbergarbeiter-Kohortenstudie: Stand und Ausblick, S. 17–26
- In:*
Praxis des Strahlenschutzes: Messen, Modellieren, Dokumentieren, 34. Jahrestagung des Fachverbandes für Strahlenschutz, Kloster Seeon, 21.–25.04.2002, 205–210
- Bruchertseifer F., Steiner M., Hiersche L., Savkin B., Poppitz-Spühler A., Wirth E.*
 Verhalten von Strontium-90 in Waldökosystemen
- Steiner M.*
 Fortschreibung der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zu § 47 Strahlenschutzverordnung
- In:*
Berichte der Strahlenschutzkommission (SSK) des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Heft 32 (2002) 27–33; Urban & Fischer München Jena.
- Stephan, G., Pressl, S.*
 Chromosomenaberrationen in peripheren Lymphozyten von ehemaligen Wismut-Beschäftigten.

Bundesamt für Strahlenschutz

Hauptsitz/Anschrift:

Willy-Brandt-Straße 5
38226 Salzgitter (Lebenstedt)
Telefon: 0 18 88 / 3 33 - 0
Telefax: 0 18 88 / 3 33 - 18 85

Zentralabteilung

Fachbereich Sicherheit in der Kerntechnik
Fachbereich Sicherheit nuklearer Entsorgung

Willy-Brandt-Straße 5
38226 Salzgitter (Lebenstedt)
Telefon: 0 18 88 / 3 33 - 0
Telefax: 0 18 88 / 3 33 - 18 85

Fachbereich Strahlenschutz und Umwelt

Köpenicker Allee 120-130
10318 Berlin
Telefon: 0 18 88 / 3 33 - 0
Telefax: 0 18 88 / 3 33 - 48 85

Fachbereich Strahlenschutz und Gesundheit

Ingolstädter Landstraße 1
85764 Oberschleißheim (Neuherberg)
Telefon: 0 18 88 / 3 33 - 0
Telefax: 0 18 88 / 3 33 - 28 85

Rosastraße 9

79098 Freiburg
Telefon: 0 18 88 / 3 33 - 0
Telefax: 07 61 / 38 24 59

SSK-Geschäftsstelle:

Görresstraße 28 - 30
53113 Bonn
Telefon: 01888 / 3 05 - 37 31
Telefax: 02 28 / 67 64 59

RSK-Geschäftsstelle:

Görresstraße 28 - 30
53113 Bonn
Telefon: 0 18 88 / 3 05 - 37 25
Telefax: 02 28 / 67 03 88

KTA-Geschäftsstelle:

Albert-Schweitzer-Straße 18
38226 Salzgitter
Telefon: 0 18 88 / 3 33 - 16 21
Telefax: 0 18 88 / 3 33 - 16 25

Infostelle Gorleben des BfS:

Rottlebener Weg 1
29475 Gorleben
Telefon: 0 58 82 / 98 73 90
Telefax: 0 58 82 / 98 73 92

Messnetznoten Bonn:

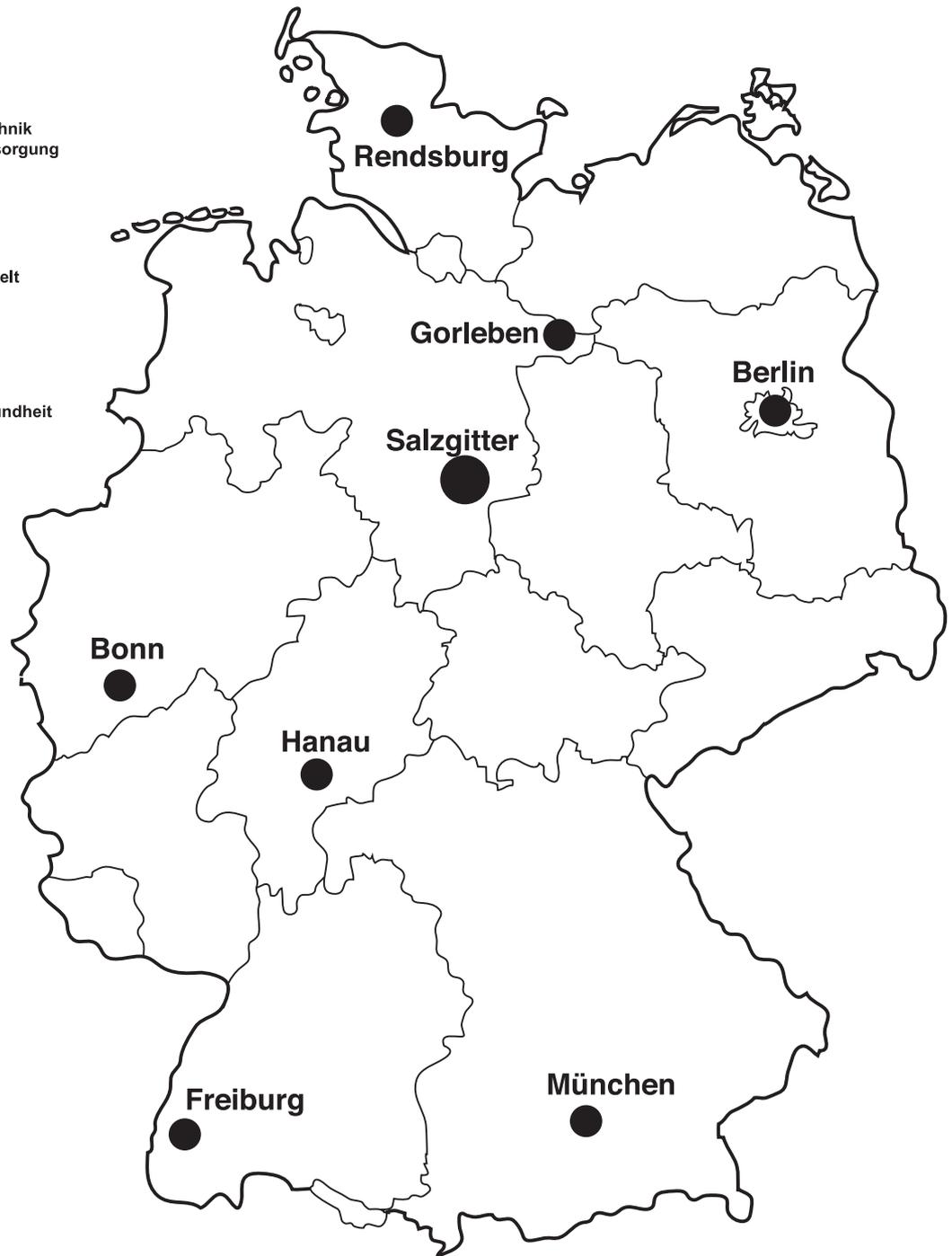
Deutscherrenstraße 93-95
53177 Bonn
Telefon: 0 18 88 / 3 58 - 51 33
Telefax: 0 18 88 / 3 58 - 58 36

Messnetznoten Rendsburg:

Graf-von-Stauffenberg-Straße 13
24768 Rendsburg
Telefon: 0 43 31 / 13 22 - 0
Telefax: 0 43 31 / 13 22 - 28

Staatliche Verwahrung von Kernbrennstoffen:

Rodenbacher Chaussee 6
63457 Hanau
Telefon: 0 61 81 / 58 - 01
Telefax: 0 61 81 / 58 - 43 30



Internet: <http://www.bfs.de>