



JAHRESBERICHT 2003



Bundesamt für Strahlenschutz

IMPRESSUM

Herausgeber: Bundesamt für Strahlenschutz
Postfach 10 01 49
D - 38201 Salzgitter
Telefon: +49 (0) 18 88 - 3 33 - 0
Telefax: +49 (0) 18 88 - 3 33 - 18 85

E-Mail: ePost@bfs.de

Internet: www.bfs.de

Redaktion: Lutz Ebermann

Gestaltung/Druck: Schlütersche Druck GmbH & Co. KG
Hans-Böckler-Straße 52
30851 Langenhagen

Bildrechte: BfS - Melanie Quandt
und genannte Quellen

INHALTSVERZEICHNIS

Inhaltsverzeichnis	3
Vorwort	5
VERBESSERUNG DES MEDIZINISCHEN STRAHLENSCHUTZES	6
Aufgaben des BfS im Bereich der medizinischen Strahlenhygiene	6
Erstellung und Veröffentlichung diagnostischer Referenzwerte	6
Brustkrebsfrüherkennung – aktueller Stand und Bewertung	7
Erfassung und Bewertung der Strahlenexposition von Patientinnen und Patienten durch moderne Bildgebungsverfahren	9
Weiterentwicklung des Strahlenschutzes	13
Untersuchungen zum Gesundheitsrisiko durch Radon	13
Die berufliche Strahlenexposition von 1998 bis 2002 und die neuen Grenzwerte	17
Das Deutsche Mobilfunk Forschungsprogramm	19
Zertifizierung von Solarien in Deutschland	20
Die Empfehlungen der Risikokommission	22
WEITERE ARBEITSSCHWERPUNKTE DES BfS	25
Nukleare Entsorgungskonvention	25
Transport von Kernbrennstoffen und radioaktiven Stoffen	26
Zwischenlagerung	28
Zentrale Zwischenlager Ahaus und Gorleben	28
Dezentrale Zwischenlager an den Standorten der Kernkraftwerke	29
Endlagerung radioaktiver Abfälle	34
Suche nach einem Endlagerstandort	34
Aktuelle Informationen zu Morsleben, Konrad und Gorleben	35
Forschung für mehr Sicherheit und Strahlenschutz	38
Dosisrekonstruktion von Milchzähnen mit EPR-Spektroskopie – Dosisrekonstruktion im Ereignisfall mit Hilfe von Lumineszenz- und EPR-Methoden an Umgebungsmaterialien	38
Ermittlung von Anforderungen an die experimentelle Nachweisführung zur Brennstabsicherheit unter Störfallbedingungen für UO ₂ - und MOX-Brennstäbe mit hohen Abbränden in Leichtwasserreaktoren	39
Einsatz von Thermoelementen im Rahmen der Betriebsüberwachung von Kernkraftwerken	40
Unterschiede bei der Ablagerung von Radionukliden auf verschiedenen Blattgemüsearten	41
Testsystem für radonrückhaltende Maßnahmen	42
Internationale Zusammenarbeit	43
Übergreifende Aktivitäten im Bereich Schutz vor ionisierender und nicht-ionisierender Strahlung	44
Zusammenarbeit mit der IAEA	44
Zusammenarbeit mit der OECD/NEA	45
Zusammenarbeit im Rahmen der CTBTO	46
AUSGEWÄHLTE EINZELTHEMEN	47
Strahlenexposition der Bevölkerung durch natürliche Radionuklide in Baumaterialien	47
Sicherheitsüberprüfung (SÜ) kerntechnischer Anlagen - Stand und Entwicklung	49
Digitale Leittechnik in kerntechnischen Anlagen – Status und Sicherheitsnachweis	50
Quantitative probabilistische Sicherheitskriterien für Genehmigung und Betrieb kerntechnischer Anlagen – Status und Entwicklung im internationalen Vergleich	52

Stilllegung kerntechnischer Anlagen in Deutschland und international: Strategien und Finanzierung . .	52
Detektierung von Thorium- und Radium- Strahlungsanomalien mit hubschraubergestützten	
Messsystemen im Stadtgebiet von Oranienburg	55
Strahlenbelastung durch Arbeit an militärischen Radargeräten	56

BfS: FAKTEN UND ZAHLEN 57

Aufgaben, Aufbau und Organisation	57
Standorte, Beschäftigte, Haushalt	57

PRESSE- UND ÖFFENTLICHKEITSARBEIT 59

PUBLIKATIONEN 62

BfS-Berichte	62
Ausgewählte Beiträge in externen Fachzeitschriften	63
Beiträge in Tagungsbänden/Broschüren	63

Vorwort

Sehr geehrte Damen und Herren,
liebe Leserinnen und Leser,

eine wichtige Aufgabe des Bundesamtes für Strahlenschutz war im vergangenen Jahr die weitere Verbesserung des medizinischen Strahlenschutzes. Auf diesem Gebiet sind 2003 gesetzliche und organisatorische Maßnahmen getroffen worden, die mittelfristig zu einer Absenkung der Strahlenbelastung der Bürgerinnen und Bürger durch medizinische Anwendung ionisierender Strahlung führen sollen.

Die Strahlenexposition der Bevölkerung durch röntgendiagnostische und nuklearmedizinische Untersuchungen ist in Deutschland immer noch zu hoch. Unter aktiver Mitwirkung des BfS wurden deshalb im Jahr 2003 diagnostische Referenzwerte für Röntgendiagnostik und Nuklearmedizin eingeführt. Durch die Einführung der diagnostischen Referenzwerte wird dem Arzt die Möglichkeit gegeben einzuschätzen, ob die Strahlenexposition seiner Patientinnen und Patienten dem Stand von Wissenschaft und Technik entspricht und zu rechtfertigen ist.

Mit der Neuregelung wird die entsprechende europäische Richtlinie in nationales Recht umgesetzt. Aufgabe des BfS ist es, die diagnostischen Referenzwerte zu erstellen, zu aktualisieren und zu veröffentlichen.

Ich erwarte, dass sich durch die Anwendung der diagnostischen Referenzwerte als Teil der Qualitätssicherung die Patientendosen mittelfristig verringern werden. Damit wird ein wichtiger Beitrag zur Vorsorge im Bereich des medizinischen Strahlenschutzes geleistet.

In Deutschland erkranken immer noch jährlich rund 46.000 Frauen an Brustkrebs. Trotz großer Fortschritte im Bereich der Brustkrebs-Therapie fordert Brustkrebs unter allen bösartigen Erkrankungen die meisten Todesopfer in der weiblichen Bevölkerung Deutschlands. Die Möglichkeiten der Vorsorge sind beim Mammakarzinom sehr beschränkt, so dass der Früherkennung ein hoher Stellenwert zukommt. Dies gilt generell für jeden bösartigen Tumor, hat aber insbesondere beim Mammakarzinom sowohl für die Prognose als auch für die Lebensqualität der Patientin eine große Bedeutung. Eine Möglichkeit der Früher-

kennung von Brustkrebs liefern Mammographie-Screening-Programme. Für die Einführung einer flächendeckenden Früherkennung mittels Röntgen-Mammographie in Deutschland ist die Sicherstellung eines hohen und reproduzierbaren Qualitätsniveaus gemäß den Europäischen Leitlinien eine unabdingbare Voraussetzung. Frauen über 50 Jahre, bei denen der Nutzen das Risiko einer solchen Untersuchung überwiegen kann, muss eine informierte eigenverantwortliche Entscheidung ermöglicht werden.

Aus den anderen Arbeitsfeldern des BfS möchte ich exemplarisch für das Jahr 2003 den Startschuss für das Deutsche Mobilfunk Forschungsprogramm hervorheben.

Die im Rahmen des Deutschen Mobilfunk Forschungsprogrammes initiierten Forschungsvorhaben sollen unter anderem in Bereichen, wo noch keine gesicherten wissenschaftlichen Erkenntnisse vorliegen, belastbare Aussagen liefern und deren gesundheitliche Relevanz abzuschätzen. Das sind insbesondere biologische Wirkungen und Mechanismen von schwachen hochfrequenten elektromagnetischen Feldern.

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

Mein besonderer Dank gilt den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des BfS, die trotz stetig knapper werdender personeller und materieller Ressourcen die Grundlage für die erzielten guten Ergebnisse geschaffen haben.

Für zusätzliche und vertiefte Informationen möchte ich in diesem Jahr besonders auf das neue Erscheinungsbild des BfS im Internet verweisen. Das neu gestaltete Portal bietet unter der Adresse www.bfs.de eine noch umfassendere Palette an Informationen als der alte Auftritt.

Ihr



Wolfram König
Präsident des Bundesamtes für Strahlenschutz

VERBESSERUNG DES MEDIZINISCHEN STRAHLENSCHUTZES

AUFGABEN DES BfS IM BEREICH DER MEDIZINISCHEN STRAHLENHYGIENE

Ansprechpartner: Gunnar Brix (0 18 88/3 33-23 00)

Die Strahlenexposition der Bevölkerung durch röntgendiagnostische und nuklearmedizinische Untersuchungen ist in Deutschland im Vergleich zu anderen europäischen Ländern recht hoch.

Während als Folge der Anwendung alternativer Untersuchungsverfahren (Sonographie, Magnet-Resonanztomographie, Endoskopie) in den vergangenen Jahren ein Rückgang bei konventionellen Röntgenuntersuchungen der Verdauungsorgane zu beobachten war, ergab sich ein deutlicher Anstieg von Brustuntersuchungen (Mammographien) und vor allem von dosisintensiven Untersuchungen mit der Computertomographie (CT).

Auch im Bereich der interventionellen Radiologie, d. h. der Durchführung von therapeutischen Maßnahmen unter Röntgenkontrolle, ist ein deutlicher Anstieg zu verzeichnen. Die CT, die nur etwa vier Prozent der Untersuchungen ausmacht, trägt mit fast 40 Prozent zur kollektiven effektiven Dosis der Bevölkerung aus der Röntgendiagnostik bei. Im Bereich der nuklearmedizinischen Diagnostik, bei der radioaktive Substanzen (Radiopharmaka) verabreicht werden, ist bei der sehr aussagekräftigen Positronen-Emissions-Tomographie (PET) eine Zunahme an Untersuchungen zu verzeichnen.

Um den Strahlenschutz der Patientinnen und Patienten zu optimieren, wurden im Rahmen der Novellierung der Strahlenschutz- (StrlSchV) und der Röntgenverordnung (RöV) diagnostische Referenzwerte (DRW) eingeführt. Zusätzlich sind die Aufgaben und Rechte der „Ärztlichen und Zahnärztlichen Stellen“ (ÄS) erweitert worden. (Die ÄS sind Beratungs- und Kontrollgremien auf Länderebene und haben die Aufgabe, in regelmäßigen Abständen die Untersuchungspraxis in Kliniken und Praxen zu überprüfen). Ziel dieser Maßnahmen ist es, die Qualität der Untersuchungen zu verbessern und die Dosis pro Untersuchung mittelfristig zu reduzieren.

Das Bundesamt für Strahlenschutz hat gemäß Röntgenverordnung und Strahlenschutzverordnung im Bereich der medizinischen Strahlenhygiene drei Aufgaben:

1. Die regelmäßige Ermittlung der medizinischen Strahlenexposition der Bevölkerung und ausgewählter Bevölkerungsgruppen.

2. Die regelmäßige Erstellung und Veröffentlichung der diagnostischen Referenzwerte (DRW).
3. Die Genehmigung zur Anwendung ionisierender Strahlung am Menschen in der medizinischen Forschung.

Das BfS hat selbst keine Möglichkeiten, Maßnahmen zur Verringerung der Strahlenexposition von Patientinnen und Patienten verbindlich vorzuschreiben. Allerdings besteht die Möglichkeit, durch Maßnahmen, die die Fortentwicklung der radiologischen Technik und Heilkunde begleiten, den medizinischen Strahlenschutz zu verbessern. Ein wesentlicher Ansatz besteht in der frühzeitigen strahlenhygienischen Bewertung neuer radiologischer Technologien. Dadurch kann vermieden werden, dass es durch einen unreflektierten Einsatz neuer Techniken und der Verwendung nicht optimierter Untersuchungsverfahren zu einem nicht zu rechtfertigenden Anstieg der Strahlenbelastung der Bevölkerung kommt. Dies gilt sinngemäß auch für die Bewertung neuer diagnostischer Konzepte aufgrund veränderter Gesundheitsstrategien, wie z. B. der Einführung von Früherkennungsmaßnahmen mittels radiologischer Verfahren. Begleitet werden diese Maßnahmen durch eine verstärkte Aufklärungs- und Öffentlichkeitsarbeit im Bereich der medizinischen Strahlenhygiene.

Im Folgenden wird detaillierter auf die Erstellung und Veröffentlichung der diagnostischen Referenzwerte (DRW) durch das BfS eingegangen. Darüber hinaus werden verschiedene Maßnahmen zur Bewertung neuer radiologischer Technologien und Konzepte vorgestellt.

ERSTELLUNG UND VERÖFFENTLICHUNG DIAGNOSTISCHER REFERENZWERTE

Ansprechpartner: Richard Veit (0 18 88/3 33-23 39)/
Röntgendiagnostik
Dietmar Noßke (0 18 88/3 33-23 30)/
Nuklearmedizin

Diagnostische Referenzwerte (DRW) gelten in der Röntgendiagnostik und in der Nuklearmedizin für häufige und/oder dosisintensive Untersuchungen. In der Röntgendiagnostik stellen die DRW obere Richtwerte dar, die nicht beständig und ungerechtfertigt überschritten werden dürfen. Im Gegensatz zur Rönt-

gendiagnostik sind entsprechend einer EU-Leitlinie die DRW in der nuklearmedizinischen Diagnostik keine oberen Richtwerte, sondern Optimalwerte, die weder über- noch unterschritten werden sollen. Sie geben die für eine gute Bildqualität notwendige Radioaktivitätsmenge vor, die bei Standardverfahren und -patienten verabreicht werden soll. Damit soll verhindert werden, dass aus wirtschaftlichen Gründen eine Unterdosierung mit der Konsequenz einer mangelhaften und daher wenig aussagekräftigen Bildqualität erfolgt.

Die DRW stellen keine Dosis-Grenzwerte für Patienten dar. Sie sind auch nicht Dosiswerte von individuellen Untersuchungen, sondern mittlere Dosiswerte für Untersuchungen an Gruppen von Patienten. Dabei nimmt man an, dass sich individuelle Unterschiede zwischen den Patienten (z. B. Körpergröße, Gewicht) herausmitteln und dadurch der Mittelwert der Dosis vieler Patienten (mindestens 10) ein guter Schätzwert für die Dosis eines „Standardpatienten“ ist. Entscheidend ist, dass die Mittelwerte der Patientendosis bzw. der verabreichten Aktivität die DRW für die entsprechenden Untersuchungen nicht überschreiten bzw. eingehalten werden.

Das BfS erstellt und veröffentlicht DRW auf der Grundlage der Röntgenverordnung (RöV) und der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV). Diese „sind bei der Untersuchung von Menschen zu Grunde zu legen“. Damit wird eine Empfehlung der *Internationalen Strahlenschutzkommission* (ICRP) von 1996 über „Strahlenschutz und Sicherheit in der Medizin“ sowie eine Forderung der EU-Richtlinie „Über den Gesundheitsschutz von Personen gegen die Gefahren ionisierender Strahlung bei medizinischer Exposition“ umgesetzt. Die diagnostischen Referenzwerte sind im Bundesanzeiger Nr.143 vom 05.08.2003 veröffentlicht.

Die Betreiber radiologischer und nuklearmedizinischer Einrichtungen sind verpflichtet, im Rahmen der Qualitätssicherung Mittelwerte der Patientenexposition für häufige und dosisintensive Untersuchungsverfahren zu ermitteln. Den für die Qualitätssicherung in den einzelnen Bundesländern zuständigen „Ärztlichen und zahnärztlichen Stellen“ (ÄS) fällt die Aufgabe zu, die Einhaltung der DRW zu überprüfen und gegebenenfalls Maßnahmen zur Verringerung der Strahlenbelastung zu empfehlen. Dazu vergleichen sie die von den Betreibern ermittelten Dosiswerte der Patienten bzw. die verabreichten Aktivitäten mit den vom BfS festgelegten DRW und prüfen stichprobenartig, ob die Bildqualität den medizinischen Erfordernissen entspricht. Einzelheiten werden in der Richtlinie „Ärztliche und Zahnärztliche Stellen“ geregelt.

Betreiber, die die DRW ungerechtfertigt nicht einhalten, müssen ihre Verfahren bzw. ihre Geräte so modifizieren, dass auch sie die DRW einhalten. Die ÄS sind verpflichtet, jede beständige, ungerechtfertigte Überschreitung der DRW der zuständigen Landesbehörde zu melden. Die Behörde kann daraufhin eine Überprüfung vor Ort veranlassen.

Auf der Basis der Daten zu Dosis und Aktivität, die von den ÄS im Rahmen der Überprüfung der DRW erhoben werden, erstellt das BfS in regelmäßigen Abständen (ca. alle zwei bis drei Jahre) aktualisierte DRW. Es wird erwartet, dass sich dadurch sowohl die Patientendosen als auch die DRW langfristig verringern und damit eine Verringerung der Strahlenbelastung der Bevölkerung durch medizinische Maßnahmen erreicht wird.

BRUSTKREBSFRÜHERKENNUNG - AKTUELLER STAND UND BEWERTUNG

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

In Deutschland erkranken jährlich rund 46.000 Frauen an Brustkrebs (Mammakarzinom). Trotz großer Fortschritte im Bereich der Brustkrebs-Therapie stirbt immer noch etwa ein Drittel der erkrankten Frauen im Laufe ihres Lebens an dieser Krebsform. Damit fordert Brustkrebs unter allen bösartigen Erkrankungen die meisten Todesopfer in der weiblichen Bevölkerung Deutschlands. Die Möglichkeiten der Vorsorge (Prävention) sind beim Mammakarzinom sehr beschränkt, so dass der Früherkennung ein hoher Stellenwert zukommt. Dies gilt generell für jeden bösartigen Tumor, hat aber gerade beim Mammakarzinom sowohl für die Prognose als auch für die Lebensqualität der Patientin eine große Bedeutung.

Früherkennungsmaßnahmen

Klinische Brustuntersuchung, Selbstuntersuchung der Brust: Bereits lange vor der Einführung von bildgebenden Techniken zur Brustdiagnostik wurde die klinische Untersuchung der Brust durch Ärzte praktiziert, um krankhafte Veränderungen festzustellen. Die Wirksamkeit der klinischen Brustuntersuchung als Früherkennungsmaßnahme konnte jedoch bis dato durch keine wissenschaftliche Studie belegt werden. Ähnlich ist die Situation bezüglich der Brust-Selbstuntersuchung durch die Frau als Früherkennungsmaßnahme.

Mammographie mittels Ultraschall und Magnet-Resonanztomographie: Gegenwärtig wird auch die Einsatzmöglichkeit von neueren bildgebenden Verfahren wie dem Ultraschall oder der Magnet-Resonanztomographie im Rahmen der Brustkrebsfrüherkennung diskutiert. Studienergebnisse belegen, dass beide Verfahren allein oder kombiniert bezüglich des Nach-

weises von krankhaften Veränderungen der Brust der Röntgen-Mammographie überlegen sein können, insbesondere bei Frauen mit dichtem Brustgewebe.

Allerdings erweist sich die Unterscheidung zwischen gutartigen und bösartigen Erkrankungen mit diesen Verfahren als problematisch. Gerade für den Einsatz als Früherkennungsmaßnahme ist dies ungünstig, da dadurch eine umfangreiche und zum Teil invasive (eindringende) Abklärungsdiagnostik (z. B. durch Entnahme von Gewebeprobe) notwendig wird. Darüber hinaus sind Ultraschall und Magnet-Resonanz-Tomographie zeitlich sehr aufwendige Untersuchungsverfahren. Weitere Nachteile der Magnet-Resonanz-Tomographie als Früherkennungsmaßnahme sind die hohen Kosten sowie die Tatsache, dass für die Untersuchung der Brust ein Kontrastmittel gespritzt werden muss.

Röntgen-Mammographie: Bei Sicherstellung eines gleichbleibend hohen Qualitätsniveaus (Mensch und Maschine) ist die Röntgen-Mammographie derzeit am besten geeignet, um auch sehr kleine Tumore zu erkennen. Dies gilt vor allem für ältere (postmenopausale) Frauen, bei denen das Brustdrüsengewebe im Vergleich zu jüngeren Frauen meist wesentlich weniger dicht ist.

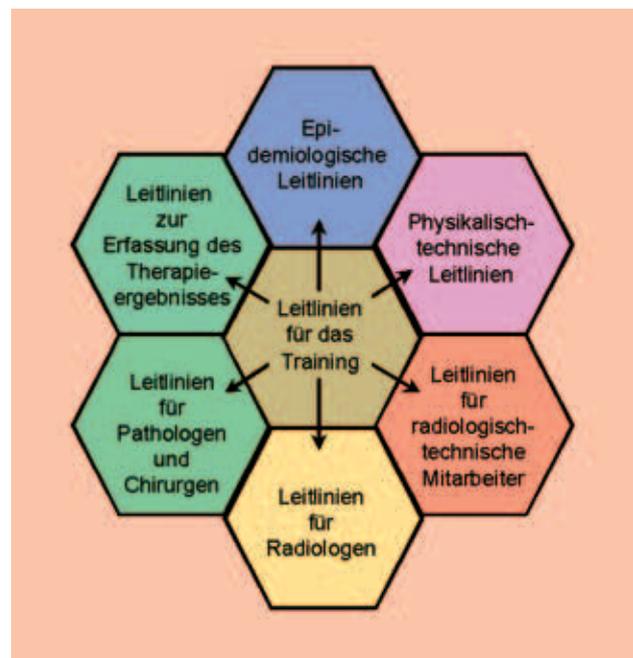
Bei einem Teil dieser Tumore handelt es sich um sog. in situ Karzinome. Das sind Gewebeveränderungen, die sich möglicherweise in einem späteren Stadium zu einem invasiven, d. h. in das umgebende Gewebe hineinwachsenden Karzinom weiter entwickeln können. Allerdings entwickeln sich etwa 50-70% der in situ Karzinome nicht zu einem invasiven Karzinom. Daher wird der Vorteil der Röntgen-Mammographie, sehr kleine Tumore zu erkennen, gelegentlich kritisch bewertet. Diese Ansicht ist – bezogen auf die Gesamtheit der betroffenen Frauen – sicherlich richtig. Sie wird aber der individuellen Situation der Patientin nicht gerecht, da bei frühzeitiger Diagnosestellung sehr wohl das beträchtliche – aber individuell ungewisse – Entartungsrisiko durch geeignete Therapie-maßnahmen deutlich gesenkt werden kann.

Ein Problem der Röntgen-Mammographie sind so genannte falsch-positive Befunde, d. h. Befunde, die weitere Untersuchungen erforderlich machen und bei denen sich am Ende herausstellen kann, dass sie nicht bösartig sind. Für die betroffenen Frauen sind sie – aufgrund der Angst, an einem Brustkrebs erkrankt zu sein – mit einer großen psychischen Belastung verbunden. Für die Abklärung sind darüber hinaus meist umfangreiche und z. T. eindringende Folgeuntersuchungen (z. B. Gewebeentnahmen) notwendig, die bei einer korrekten Befundung nicht notwendig gewesen wären. Falsch-positive Befunde sind bei jeder Art von Früherkennungsmaßnahme unvermeidbar. Allerdings können sie durch hohe Qualitätsanforderungen an die Früherkennungsmaßnahme deutlich reduziert werden.

Qualitätsstandards für Mammographie-Screeningprogramme

Die Brustkrebsfrüherkennung mittels Röntgen-Mammographie wird an Frauen, die keine Anzeichen von Brustkrebs haben, durchgeführt. Solche Früherkennungsuntersuchungen werden auch Screeninguntersuchungen genannt. Um sicher zu stellen, dass der Nutzen dieser Art der Brustkrebsfrüherkennung das Risiko überwiegt, müssen die hohen europäischen Qualitätsanforderungen eingehalten werden. Diese Anforderungen sind in den Europäischen Leitlinien zur Qualitätssicherung beim Mammographie-Screening zusammengestellt (siehe Abbildung unten).

Von herausragender Bedeutung ist dabei die objektive Nachprüfbarkeit der Ergebnisse in jedem der in der Abbildung dargestellten Bereiche. Wichtigste Grundvoraussetzung, um die Erfüllung dieser Forderung gewährleisten zu können, ist die Einrichtung eines organisierten, bevölkerungsbezogenen Früherkennungsprogramms in speziellen hochqualifizierten Screeningzentren. In einem derartigen Programm wird großer Wert darauf gelegt, alle Frauen in der Umgebung eines Screeningzentrums, die aus der Brustkrebs-Früherkennung einen Nutzen ziehen können, zu erfassen und einzuladen. Dieses Programm richtet sich an alle 50- bis 69-jährigen Frauen ohne Erkrankungszeichen in der Brust. Damit besteht die Möglichkeit, wichtige Kenngrößen zur Beurteilung sowohl des Gesamtprogramms als auch der einzelnen Screeningzentren zu ermitteln und zu bewerten.



Übersicht über die Europäischen Leitlinien zur Qualitätssicherung beim Mammographie-Screening. Diese Leitlinien sind aus dem langjährigen Bemühen entstanden, europaweit höchste Qualitätsstandards für die Einführung und Durchführung der Brustkrebsfrüherkennung mittels Röntgen-Mammographie einzuführen.

Für die Screeningprogramme in Europa ist die *European Reference Organisation for Quality Assured Breast Screening and Diagnostic Services* (EUREF, Europäische Referenz-Organisation für die Qualitätssicherung der Brustuntersuchung und der Diagnosedienstleistungen) von zentraler Bedeutung. Eine wesentliche Forderung von EUREF ist die Zertifizierung sowie die regelmäßige Re-Zertifizierung der an einem Früherkennungsprogramm beteiligten Screeningzentren. Eine Zertifizierung darf nur für Zentren mit organisiertem, bevölkerungsbezogenem Einladungswesen ausgesprochen werden, die die Qualitätsstandards der Europäischen Leitlinien in allen Bereichen erfüllen. Die anspruchsvollen Anforderungen umfassen u. a. die Sicherstellung eines hohen gerätetechnischen Niveaus der Mammographiesysteme sowie eine intensive Schulung und Qualitätskontrolle sowohl des medizinisch-technischen als auch des ärztlichen Personals.

Die Situation in Deutschland

Am 28. Juni 2002 hat der Deutsche Bundestag den Beschluss „Brustkrebs – Mehr Qualität bei der Früherkennung, Versorgung und Forschung – Für ein Mammographie-Screening nach Europäischen Leitlinien“ (BT-Drucksache 14/6453) gefasst. Darin wird die Bundesregierung gebeten, darauf hin zu wirken, dass die gemeinsame Selbstverwaltung der Ärzte und Krankenkassen ab 2003 ein flächendeckendes Screeningprogramm nach diesen Leitlinien einführt.

Die als Partner der Bundesmantelverträge bezeichneten *Spitzenverbände der gesetzlichen Krankenkassen* und die *Kassenärztliche Bundesvereinigung* sind dieser Aufforderung gefolgt und haben in einer Sitzung des *Bundesausschusses der Ärzte und Krankenkassen* Ende 2003 eine Änderung der „*Krebsfrüherkennungs-Richtlinien*“ sowie der „*Bundesmantelverträge*“ beschlossen. Zielsetzung ist dabei, stufenweise ein Mammographie-Screening auf Basis der *Europäischen Leitlinien* einzuführen, mit dem Frauen im Alter zwischen 50 und 69 Jahren regelmäßig im Abstand von zwei Jahren untersucht werden können. Nach einer Aufbauphase soll das Screeningprogramm bis 2005 in Deutschland flächendeckend angeboten werden.

Da gemäß § 25 Röntgenverordnung (RöV) Früherkennungsprogramme mittels Röntgenuntersuchungen der Zustimmung durch die zuständigen Obersten Landesgesundheitsbehörden bedürfen, wurden während des letzten Jahres die Entwürfe der o. g. Richtlinien und Verträge in mehreren Treffen zwischen den Partnern der Bundesmantelverträge, den Bundesministerien für Gesundheit und Soziales und für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit sowie dem Bundesamt für Strahlenschutz vorgestellt und intensiv diskutiert.

Das BfS vertritt den Standpunkt, dass die Sicherstellung eines hohen und reproduzierbaren Qualitätsniveaus

gemäß den *Europäischen Leitlinien* eine unabdingbare Voraussetzung für die Einführung einer flächendeckenden Früherkennung mittels Röntgen-Mammographie in Deutschland sein muss. Ziel dieser Maßnahmen ist es, den Frauen in Deutschland ein Brustkrebsfrüherkennungsprogramm auf höchstem Qualitätsniveau anzubieten und ihnen eine eigenverantwortliche Entscheidung über eine Wahrnehmung dieses Angebots zu ermöglichen.

ERFASSUNG UND BEWERTUNG DER STRAHLENEXPOSITION VON PATIENTINNEN UND PATIENTEN DURCH MODERNE BILDGEBUNGSVERFAHREN

Ansprechpartner: Gunnar Brix (0 18 88/3 33-23 00)

Positronen-Emissions-Tomographie

Die Positronen-Emissions-Tomographie (PET) ist ein spezielles nuklearmedizinisches Untersuchungsverfahren, mit dessen Hilfe funktionelle Prozesse in Geweben und Organen, wie z. B. die Durchblutung oder verschiedene Stoffwechselforgänge, ohne Eingriffe in den Körper bildlich dargestellt und – im Unterschied zu konventionellen nuklearmedizinischen Untersuchungsverfahren – die Konzentration der verabreichten Radiopharmaka mit hoher räumlicher Auflösung quantifiziert werden können.

Aufgrund ihrer breiten Anwendungsmöglichkeiten stellt die PET die zur Zeit aussagekräftigste funktionelle Bildgebungstechnik dar. Die stetige Zunahme von PET-Einrichtungen in Kliniken und Praxen belegt den Stellenwert dieses Verfahrens sowohl für die medizinische Forschung als auch für die klinische Routine. Daher wurde gemeinsam mit dem Arbeitsausschuss „PET“ der *Deutschen Gesellschaft für Nuklearmedizin* (DGN) eine bundesweite Umfrage bei allen PET-Einrichtungen durchgeführt, um einen Überblick über die durchgeführten PET-Untersuchungen zu gewinnen und diese strahlenhygienisch zu bewerten.

Basierend auf einer Bestandsaufnahme aller in Deutschland im Jahr 1999 installierten PET-Systeme wurden 25 Praxen und 35 Kliniken mit zum Teil mehr als einem PET-System mit der Bitte angeschrieben, für alle verwendeten Radiopharmaka die Anzahl und Altersverteilung der untersuchten Patienten, die verabreichten Aktivitäten, die verwendete Untersuchungstechnik (2D- oder 3D-Modus) sowie die Anwendungsgebiete anzugeben. Auf der Basis dieser Angaben wurde für alle verabreichten Radiopharmaka unter Verwendung der in ICRP-Publikation 60 angegebenen Gewebewichtungsfaktoren die effektive Dosis berechnet. (Die biologische Wirkung der ionisierenden Strahlung ist in den verschiedenen Geweben und

Organen des Körpers unterschiedlich. Um diese unterschiedliche Empfindlichkeit zu berücksichtigen, wurden Gewebewichtungsfaktoren eingeführt. Die Summe der so gewichteten Gewebe- und Organdosen wird effektive Dosis (in Sievert (Sv)) genannt.)

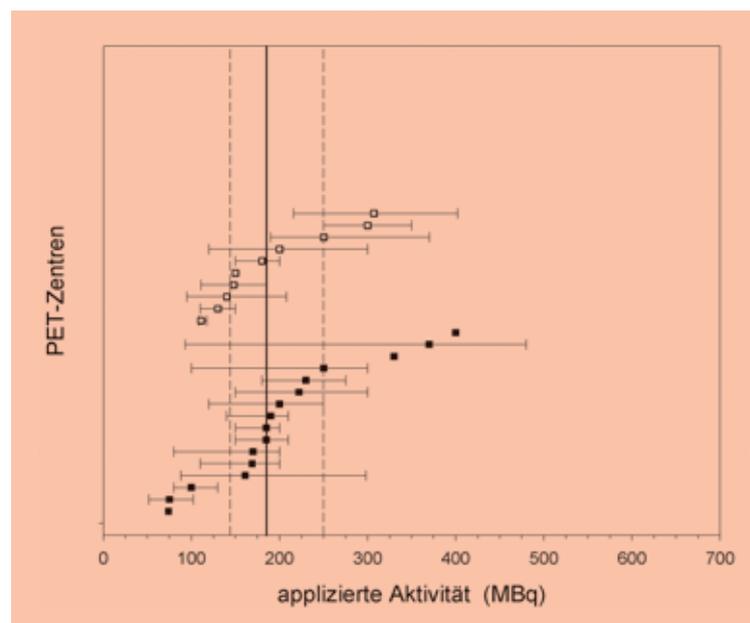
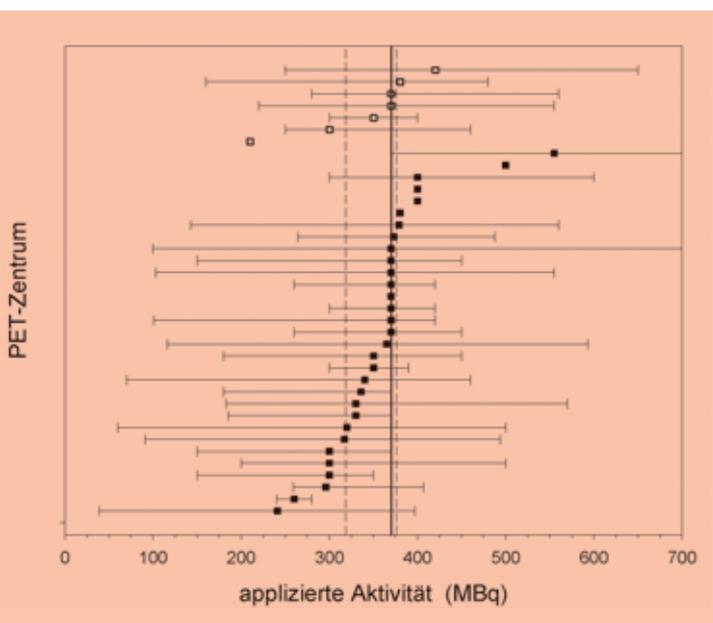
33 Kliniken und 15 Praxen nahmen an der Umfrage teil. Dies entspricht einer Rücklaufquote von 80% (94% bei den Kliniken und 60% bei den Praxen). Damit war eine fundierte Hochrechnung auf die Anzahl der insgesamt durchgeführten PET-Untersuchungen möglich. Die Auswertung ergab, dass im Jahr 1999 etwa 28.000 PET-Untersuchungen durchgeführt wurden, davon 82% im Rahmen der Krankenversorgung und 18% zu Forschungszwecken. Dies entspricht einer PET-Untersuchung pro 3000 Einwohner. Die drei am häufigsten verabreichten Radiopharmaka waren [F-18] FDG (Fluorodesoxyglucose) mit 84%, [O-15]Wasser mit 9% und [N-13]Ammoniak mit 2%. Insgesamt wurden 28 verschiedene Radiopharmaka eingesetzt, allerdings nur 14 bei mehr als 20 Patienten. Der Schwerpunkt der Anwendungen betraf die onkologische Diagnostik (70%) gefolgt von neurologischen (17%) und kardiologischen Untersuchungen (6%). Die mittlere effektive Dosis pro Untersuchung betrug 5,6 mSv, die kollektive effektive Dosis 158 Sv.

Die Altersverteilung der untersuchten Patienten unterschied sich deutlich von derjenigen der Gesamtbevölkerung. So lag der Anteil der untersuchten Kinder unter 14 Jahren nur bei etwa 3% gegenüber 15,7% in der Gesamtbevölkerung, während der Anteil an Patienten in der Altersklasse zwischen 41 und 65 Jahren mit 53% gegenüber 33,4% in der Gesamtbevölkerung

deutlich höher war. In den untenstehenden Abbildungen ist die Verteilung der in den einzelnen PET-Zentren verabreichten FDG-Aktivitäten getrennt für die beiden möglichen Untersuchungstechniken (2D- und 3D-Modus) dargestellt.

Die Abbildungen machen die erheblichen Unterschiede in der Untersuchungspraxis in den jeweiligen PET-Einrichtungen deutlich. Diese Differenzen, die u.a. auf unterschiedliche Anforderungen an die Bildqualität der PET-Aufnahmen und die Verfügbarkeit der Radiopharmaka zurückzuführen sind, sollen durch die Einführung Diagnostischer Referenzwerte (DRW, s.o.) in Zukunft reduziert werden.

Bezogen auf die insgesamt im Jahr 1999 durchgeführten nuklearmedizinischen Untersuchungen war der Beitrag der PET mit 0,8% noch sehr gering, wobei allerdings der Anteil an der kollektiven effektiven Dosis bereits 1,7% betrug. Nach Einschätzung der 48 PET-Betreiber, die an der Umfrage teilgenommen hatten, wird die Anzahl an PET-Untersuchungen in den nächsten Jahren deutlich zunehmen. Dies muss aber nicht zwangsläufig zu einem Anstieg der Kollektivdosis führen, da die mittlere Dosis pro Untersuchung durch einen vermehrten Einsatz der 3D-Technik reduziert werden kann. Gegenüber der 2D-Technik wird bei diesem Verfahren die vom Körper ausgehende Strahlung deutlich besser zur Bilderzeugung ausgenutzt. Die beiden Modi unterscheiden sich in der Art und Weise, wie die Detektoren zum Nachweis der vom Patienten emittierten Strahlung gegeneinander abgeschirmt sind.



In dieser Abbildung sind die Aktivitäten dargestellt, die in verschiedenen Einrichtungen im Jahr 1999 für PET-Untersuchungen mit dem Radiopharmakon FDG (Fluorodesoxyglucose) im 2D-Modus (links) und im 3D-Modus (rechts) verabreicht wurden. Die horizontalen Linien geben jeweils den Bereich zwischen der minimal und maximal verabreichten Aktivität an und die Symbole den jeweiligen Mittelwert. Zusätzlich wurde zwischen Kliniken (■) und Praxen (□) unterschieden, wobei allerdings keine signifikanten Unterschiede festgestellt wurden. Die drei vertikalen Linien geben die mittlere FDG-Aktivität an, die von 25%, 50% bzw. 75% der PET-Einrichtungen unterschritten wurde.

Untersuchung	Abkürzung	Relative Untersuchungshäufigkeit (%)	Effektive Dosis (mSv)
Hirnschädel	HS	28,1	2,8
Gesichtsschädel und Nasennebenhöhlen	GS	4,6	0,8
Gesichtsschädel und Hals	GS+H	3,7	2,0
Brustkorb	THO	16,3	5,7
Bauch und Becken	AB+BE	18,2	14,4
Becken	BE	2,7	7,2
Leber und Niere	LE+NI	6,1	11,5
Tumorausdehnung und Therapieverlaufskontrolle	FO	4,2	17,8
Körperschlagader im Brustraum	AT	1,5	6,7
Körperschlagader im Bauchraum	AA	1,9	10,3
Lungengefäße	PG	1,9	5,4
Beckenskelett	BS	1,6	8,2
Halswirbelsäule	HWS	3,3	2,9
Lendenwirbelsäule	LWS	6,1	8,1

Art und relative Untersuchungshäufigkeit der 14 betrachteten Standarduntersuchungen mit Angabe der mittleren effektiven Dosis pro Untersuchung.

Mehrschicht-Computer-Tomographie

Die Computertomographie, bei der der Röntgenstrahler und gegenüberliegende Detektoren um den Körper der Patientin bzw. des Patienten rotiert werden, liefert überlagerungsfreie Querschnittsbilder. Bei der Mehrschicht-Computer-Tomographie (MSCT) wird die vom Körper des Patienten abgeschwächte Röntgenstrahlung gleichzeitig von mehreren parallelen Detektorringen erfasst, so dass größere Körperregionen schneller untersucht werden können. Je nach dem, wie viele Detektorringe verwendet werden, spricht man z. B. von Zwei- oder Vierzeilern. Die MSCT bietet die Möglichkeit, Patienten effizienter zu untersuchen und neue diagnostische Anwendungen (wie z. B. die Darstellung der Durchblutung der Herzkranzgefäße) zu erschließen.

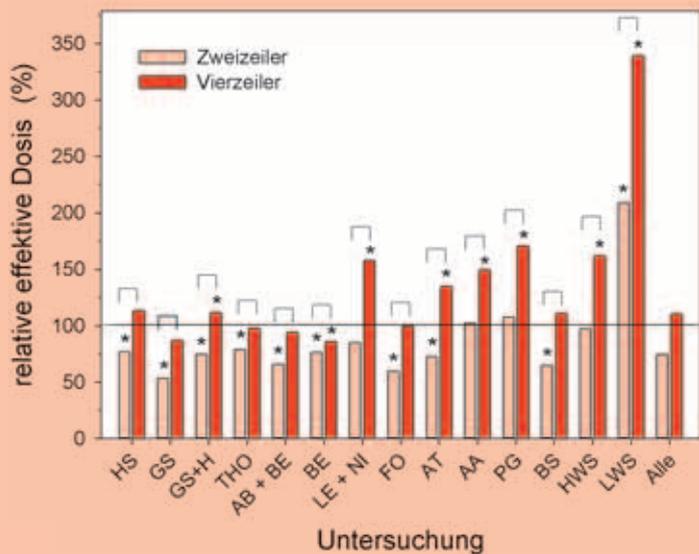
Bei dieser Entwicklung ist allerdings auch die Strahlenbelastung zu berücksichtigen. Vor allem ist zu vermeiden, dass es durch einen unreflektierten Einsatz dieser vergleichsweise neuen Technologie und der Verwendung nicht optimierter Untersuchungstechniken zu einem nicht gerechtfertigten Anstieg der Strahlenexposition der Bevölkerung kommt. Ziel einer gemeinsam vom BfS, der *Deutschen Röntgengesellschaft* (DRG) und dem *Fachverband Elektromedizinische Technik des Zentralverbands Elektrotechnik- und Elektronikindustrie* (ZVEI) durchgeführten Studie war es, mittels einer bundesweiten Umfrage einen Überblick über die im Jahr 2001 durchgeführten MSCT-Untersuchungen sowie den hierbei verwendeten Untersuchungstechniken zu erhalten.

Zu diesem Zweck wurden Anfang 2002 alle Betreiber von MSCT-Systemen in Deutschland mit der Bitte angeschrieben, anhand eines Fragebogens für die 14 in

der obenstehenden Tabelle aufgeführten Standarduntersuchungen Angaben zur Anwendungshäufigkeit und zu den verwendeten Untersuchungsparametern zu machen. Basierend auf diesen Daten wurde dann mit einem experimentell überprüften Dosisberechnungsverfahren u. a. die effektive Dosis für die verschiedenen Untersuchungen berechnet und mit den Ergebnissen einer vorangegangenen, gemeinsam von DRG und ZVEI durchgeführten Umfrage zur Untersuchungspraxis an konventionellen Einzeilern (Installation zwischen 1/1996 und 6/1999) verglichen.

Insgesamt beteiligten sich 113 der 207 angeschriebenen MSCT-Betreiber an dieser Studie, was einer Rücklaufquote von 55% (60% für Kliniken und 43% für Praxen) entspricht. Die Auswertung der Daten für 39 Zwei- und 74 Vierzeiler ergab, dass an diesen Systemen pro Jahr deutlich mehr Patienten untersucht wurden als an herkömmlichen Einzeilern (5500 gegenüber 3500).

Die mittlere effektive Dosis pro Untersuchung hat an Vier- im Vergleich zu Einzeilern von 7,4 auf 8,1 mSv zugenommen. Bei den Zweizeilern konnte dagegen eine Abnahme auf 5,5 mSv festgestellt werden. In der Abbildung auf der folgenden Seite sind die Ergebnisse getrennt für die 14 betrachteten Standarduntersuchungen dargestellt. Der Anstieg der Belastung für die Patienten bei CT-Untersuchungen an Vierzeilern ist im Wesentlichen auf ein verändertes Untersuchungsverhalten zurückzuführen: So werden bei einigen Fragestellungen CT-Bilder mit dünnerer Schichtdicke erfasst und bei anderen größere Körperbereiche untersucht. In der Abbildung sind die mittleren effektiven Dosiswerte für die 14 Standarduntersuchungen angegeben.



Effektive Dosis für die in Tabelle 1 definierten 14 Standard-CT-Untersuchungen. Zum besseren Vergleich wurden die in einer vorangegangenen Umfrage zur Untersuchungspraxis an konventionellen Einzeilern ermittelten Werte für jede Untersuchung als 100% definiert. Die an Zwei- und Vierzeilern ermittelten Werte wurden relativ dazu aufgetragen. Statistisch signifikante Unterschiede zwischen Zwei- und Vierzeilern sind durch eine eckige Klammer gekennzeichnet, diejenigen zwischen Einzeilern und Zwei- bzw. Vierzeilern durch einen Stern.

Als wesentliches Ergebnis der Studie ist festzuhalten, dass an Zweizeilern bereits dosisoptimierte Untersuchungstechniken eingesetzt werden, während bei Vierzeilern noch Verbesserungsmöglichkeiten bestehen. Besonderes Augenmerk muss dabei auf die Anpassung der Untersuchungstechniken an die diagnostische Fragestellung gerichtet werden. Dies erfordert eine gezielte Aufklärung und Schulung sowohl des ärztlichen als auch des technischen Personals.

Da Kliniken und Praxen mit einem hohen Patientendurchsatz vermutlich als erste ein teures MSCT-Gerät beschafft haben, ist der in dieser Studie festgestellte deutliche Anstieg der Untersuchungshäufigkeit an MSCT- im Vergleich zu konventionellen CT-Systemen sehr vorsichtig zu bewerten. Eine fundierte Aussage zur Häufigkeit von CT-Untersuchungen ist nur auf der Basis einer bereits geplanten Umfrage bei allen CT-Betreibern möglich.

Alternative Bildgebungsverfahren

Eine Alternative zur Anwendung röntgendiagnostischer und nuklearmedizinischer Untersuchungsverfahren stellen insbesondere die Magnet-Resonanz-Tomographie (MRT, auch Kernspintomographie genannt) und die Ultraschalldiagnostik dar. Bei diesen Verfahren werden keine Röntgenstrahlen bzw. radioaktiven Arzneimittel für die Bildgebung verwendet, sondern verschiedene magnetische und elektromagnetische Felder bzw. Schallwellen. Welches Untersuchungsverfahren im konkreten Einzelfall am besten anzuwenden ist, hängt

von der zu untersuchenden Körperregion und der spezifischen klinischen Fragestellung ab, da die verfügbaren Schnittbildverfahren unterschiedliche Vor- und Nachteile aufweisen. Darüber hinaus sind bei der Wahl des am besten geeigneten Untersuchungsverfahrens weitere Faktoren zu berücksichtigen, wie z. B. das Alter der Patientinnen oder des Patienten, eine bestehende Schwangerschaft, die voraussichtliche Dauer der Untersuchung (Notfallpatienten) oder auch eine ausgeprägte Klaustrophobie (Angst vor engen Räumen).

Der Schwerpunkt der radiologischen Forschung konzentriert sich gegenwärtig auf die MRT, die immer neue diagnostische Anwendungen erschließt. Die klinische Bedeutung dieses innovativen Schnittbildverfahrens wurde im Jahr 2003 durch die Verleihung des Medizin-Nobelpreises an Paul Lauterbur und Peter Mansfield unterstrichen. Beide haben grundlegende Beiträge zur Entwicklung der MRT geliefert.

Die MRT bietet nicht nur die Möglichkeit, Gewebeveränderungen mit hoher Orts- und Kontrastauflösung bildlich darzustellen, sondern auch funktionell zu charakterisieren. Deshalb ist mittelfristig mit einer Verringerung nuklearmedizinischer Untersuchungen z. B. zur Beurteilung der Gewebedurchblutung zu rechnen. Das BfS war in den vergangenen Jahren aktiv an dieser Entwicklung beteiligt. So wurden in Kooperation mit dem *Deutschen Krebsforschungszentrum* Methoden zur Auswertung sog. dynamischer MR-Untersuchungen der weiblichen Brust sowie zur Erfassung der Nierendurchblutung (Perfusion) entwickelt und bewertet.

Auch bei der MRT sind Sicherheitsaspekte zu beachten. (Gewebeerwärmung, Stimulation von Muskelgewebe, siehe: www.bfs.de/ion/medizin/alternate/mrt.html) Basierend auf einer aktuellen Bewertung der vorliegenden wissenschaftlichen Publikationen wurden von der *Strahlenschutzkommission* (SSK) und der *International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection* (ICNIRP) im Jahr 2003 umfangreiche Empfehlungen zur sicheren Anwendung magnetischer Resonanzverfahren in der medizinischen Diagnostik veröffentlicht. Das BfS war an der Erarbeitung beider Stellungnahmen beteiligt und hat auch eigene wissenschaftliche Arbeiten zur Hochfrequenzbelastung von Patienten bei MR-Untersuchungen und der daraus resultierenden Geweerwärmung vorgelegt.

Die medizinische und strahlenhygienische Bewertung alternativer Untersuchungsverfahren ist für das BfS auch im Zusammenhang mit der Erteilung von Genehmigungen zur Anwendung ionisierender Strahlung in der medizinischen Forschung von Bedeutung, da röntgendiagnostische und nuklearmedizinische Verfahren nach RöV bzw. StrlSchV nur dann zu Forschungszwecken angewandt werden dürfen, wenn keine etablierten alternativen Verfahren zur Verfügung stehen.

WEITERENTWICKLUNG DES STRAHLENSCHUTZES

UNTERSUCHUNGEN ZUM GESUNDHEITSRISIKO DURCH RADON

Ansprechpartner/in: Bernd Grosche (0 18 88/3 33-22 50)
Michaela Kreuzer (0 18 88/3 33-22 51)

Das Bundesamt für Strahlenschutz hat in Sachsen und Thüringen Untersuchungen zum radonbedingten Gesundheitsrisiko sowohl im Zusammenhang mit dem Uranerzbergbau als auch im häuslichen Bereich durchgeführt bzw. in Auftrag gegeben. Der folgende Beitrag gibt eine Übersicht über diese Studien und deren erste Ergebnisse, die sowohl für den Schutz der Bevölkerung vor den Gesundheitsrisiken von Radon als auch für gesetzliche Regelungen von Bedeutung sind.

Untersuchungen zum radonbedingten Gesundheitsrisiko im Bergbau

Bisherige Schätzungen zum gesundheitsgefährdenden Potenzial von Radon und Radonfolgeprodukten im Bergbau basieren auf einer gemeinsamen Analyse von 11 Bergarbeiterstudien, die mehr als 60.000 radonexponierte Personen umfasste. Insgesamt wurden in diesen Studien etwa 2.600 Lungenkrebsfälle beobachtet. Danach ergibt sich ein zusätzliches relatives Lungenkrebsrisiko (ERR) pro WLM (WLM = working level month, Expositionsmaß für Radon bei Bergarbeitern) von 0,49 %, für 100 WLM liegt das ERR bei 49 %. Diese Zahlen bedeuten: wäre eine Gruppe von Bergarbeitern jeweils mit 100 WLM exponiert, so würde sich ihr Lungenkrebsrisiko um 49 % gegenüber dem in einer nicht exponierten Vergleichsgruppe erhöhen. Das Lungenkrebsrisiko nimmt einerseits mit der Höhe der Exposition zu, andererseits mit der Zeit seit der letzten Exposition und dem Lebensalter zur Zeit der Exposition ab. Auch für andere bösartige Neubildungen (Magen- und Leberkrebs sowie Leukämie) wurden erhöhte Raten festgestellt. Die ermittelten Risiken dafür weisen jedoch keine Abhängigkeit von der Höhe der Strahlenexposition auf.

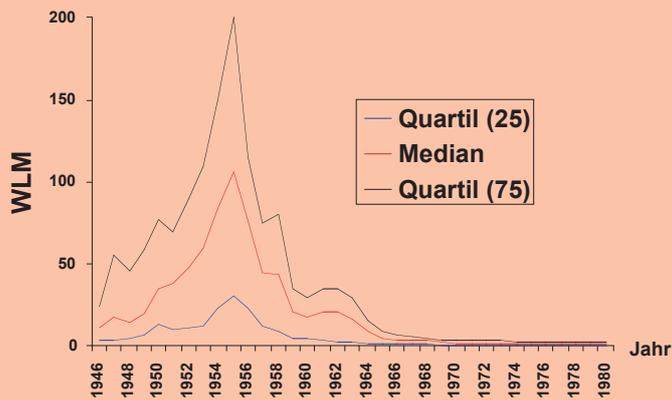
Die Deutsche Uranerzbergarbeiter- Kohortenstudie des BfS

In der Zeit von 1946–1989 wurde in den südlichen Regionen Sachsens und Thüringens durch die SAG/SDAG Wismut Uranerz abgebaut. Dabei kam es bis etwa Mitte der 1950er Jahre zu sehr hohen, danach aufgrund der sich ständig verbessernden Arbeitsschutzmaßnahmen zu sehr viel niedrigeren Belastungen sowohl durch Strahlung als auch Staub. Um die gesundheitlichen Auswirkungen einer beruflichen Tätigkeit im Uranerzbergbau zu untersuchen, führt das BfS die derzeit weltweit größte epidemiologische Einzelstudie zu diesem Thema durch. Auf der Basis von Unterlagen des Hauptverbandes der gewerb-

lichen Berufsgenossenschaften wurde eine Gruppe von 58.940 ehemaligen Wismut-Beschäftigten, eine sog. Kohorte, gebildet. Anhand dieser Kohorte wird eine Studie durchgeführt, um zusätzliche Erkenntnisse zur krebserzeugenden Wirkung von Radon und seiner Folgeprodukte (RnFP) zu gewinnen. Ziel der Studie ist es, die Abschätzung für das radonbedingte Lungenkrebsrisiko besonders im Bereich niedriger Dosen auf eine breitere und sicherere Basis zu stellen. Weiter soll die wissenschaftliche Nachweissicherheit für möglicherweise durch Radon verursachte Tumoren außerhalb der Lunge verbessert werden.

Im Sommer des Jahre 2003 konnte die erste Teiluntersuchung (erstes Follow-up) beendet und ein erster Vergleich der Sterblichkeit in der Kohorte mit der Sterblichkeit in der Allgemeinbevölkerung durchgeführt werden. Aufgrund der Tatsache, dass bis in das Jahr 2003 hinein Informationen zur Kohorte recherchiert wurden, weichen die im Folgenden genannten Zahlen leicht von denen ab, die im Jahresbericht 2002 als vorläufige Daten dargestellt wurden.

50.704 Personen (86 %) der Kohorte waren in unterschiedlichen Bereichen der Wismut strahlenexponiert. Der größte Teil von ihnen unter Tage, aber auch im Tagebau, in der Erzaufbereitung sowie an anderen Orten. 8.236 Personen (14 %) waren beruflich nicht strahlenexponiert. Sie stellen später bei der Analyse die interne Vergleichsgruppe dar. Grundlage für die Expositionsabschätzung eines jeden Kohortenmitglieds ist eine möglichst taggenaue Arbeitsanamnese. Mittels dieser Arbeitsanamnesen (Vorgeschichten) und einer von der Bergbau-Berufsgenossenschaft entwickelten Job-Exposure-Matrix (JEM) für Radonfolgeprodukte, langlebige Radionuklide und für Gammastrahlung wird dann die Strahlenexposition für jede Person der Kohorte abgeschätzt. In der JEM wird die Tätigkeit einer Person, der Ort, an dem diese ausgeführt wurde (z. B. der jeweilige Schacht oder Aufbereitungsbetrieb) und das Jahr berücksichtigt. So hat ein Hauer im gleichen Schacht und im gleichen Jahr eine höhere Exposition als etwa ein Sprengmittelausgeber oder Lokomotivführer. Die JEM, die ursprünglich für Zwecke der Berufskrankheitenanerkennungsverfahren entwickelt worden war, wurde für die wissenschaftliche Studie weiterentwickelt. Im Wesentlichen wurden dabei bei der Expositionsabschätzung nicht nur die verschiedenen Objekte, sondern auch die einzelnen Schächte, in denen die Personen beschäftigt waren, berücksichtigt. Die Abbildung S. 14 oben zeigt den zeitlichen Verlauf der Radonexposition bei den 50.704 exponierten Beschäftigten. Angegeben ist dabei der Median (50 % aller Exponierten lagen über bzw. unter diesem Wert), das 25%-Quartil und das 75%-Quartil.



Verlauf der jährlichen Radonexposition [WLM] für die 50.704 exponierten Beschäftigten der Wismut-Kohorte, 1946-1980.

Die Quartil-Angaben bedeuten, dass bei 25 % bzw. 75 % der Personen die Exposition diesen Wert erreichte oder darunter lag. Die Darstellung bricht 1980 ab, da danach nur noch sehr niedrige Werte auftraten.

Neben der Radonexposition gibt die JEM auch Auskunft über andere Quellen der Strahlenexposition, nämlich über externe Gamma-Strahlung und über Expositionen durch langlebige Radionuklide. Die Tabelle unten links zeigt die gesamte Strahlenexposition für alle 50.704 exponierten Mitglieder der Kohorte. Das Radonäquivalent (RnÄQ) stellt dabei eine Rechengröße dar, die eine summarische Betrachtung der Exposition aus unterschiedlichen Quellen erlaubt: Radonfolgeprodukte, externe Gammastrahlung und langlebige Radionuklide (LRN). Aus der Tabelle wird ersichtlich, dass die Exposition gegenüber Radon und seinen Folgeprodukten die maßgebliche Größe der Strahlenbelastung war.

Für andere arbeitsbedingte Risikofaktoren wird derzeit eine JEM für Staubbelastung erstellt. Darüber hinaus liegen Informationen über sonstige gesundheitliche Belastungen aus den Berufskrankheitenanerkennungsverfahren sowie Ergebnisse der Arbeitstauglichkeitsüberwachungsuntersuchungen (ATÜ) aus der Zeit der SDAG Wismut vor. Bei den sonstigen Belastungen sind wesentlich die Angaben zum Rauchverhalten von Bedeutung, da Rauchen der wichtigste Risikofaktor für Lungenkrebs ist. Diese Information liegt aber nicht für alle Beschäftigten im gleichem Umfang und gleicher

	Radon [WLM]	Gamma [mSv]	LRN [kBqh/m ²]	Radon-äquivalent [WLM]
Durchschnitt	280	47	4,1	293
Median	33	15	1,0	41
Maximum	3.224	908	132,2	3.253

Strahlenexposition durch unterschiedliche Strahlenarten bei 50.704 exponierten Beschäftigten der Wismut-Kohorte

Qualität vor, sondern hauptsächlich für diejenigen, die nach 1971 beschäftigt waren. Die Dokumentation der ATÜ geschah erst ab 1971 in einer Form, die eine systematische Erfassung des Rauchverhaltens zulässt.

Zum Stichtag 31. Dezember 1998 wurde der Vitalstatus (lebend oder verstorben) der Kohortenmitglieder erhoben. Die Abfrage erfolgte über Einwohnermeldeämter. Bei verstorbenen Personen wurde über die zuständigen Gesundheitsämter die Todesursache erfragt. Diese wurde dann vom Statistischen Landesamt Rheinland-Pfalz entsprechend eines internationalen Krankheitschlüssels (ICD-10) kodiert. Die Verschlüsselung durch eine amtliche Stelle gewährleistet, dass die Ergebnisse später mit dem Todesursachengeschehen in der Allgemeinbevölkerung verglichen werden können.

Die Tabelle unten rechts zeigt, welche Informationen zum Vitalstatus der Kohortenmitglieder gewonnen werden konnten. Ende 1998 waren etwa 28 % der Kohortenmitglieder verstorben. Für 5,6 % der Kohorte konnte keine (eindeutige) Information zum Vitalstatus gefunden werden. Für die Personen, die verstorben sind, mussten über die Gesundheitsämter Angaben zur Todesursache erfragt werden. Derzeit liegt diese Information für 87 % der Verstorbenen vor. Aufgrund weiterer Recherchen wird damit gerechnet, diesen Prozentsatz auf über 90 % steigern zu können.

Ein erster Schritt zur Datenanalyse ist der Vergleich der Sterblichkeit in der Kohorte mit der Sterblichkeit in der Allgemeinbevölkerung. Im vorliegenden Fall wird nur die männliche Bevölkerung der ehemaligen DDR bzw. der neuen Bundesländer betrachtet. Hierzu werden die Zahlen der in der Kohorte beobachteten Sterbefälle, nach Alter und nach Sterbejahr geschichtet, der Zahl derjenigen Fälle gegenübergestellt, die man erwarten würde, wenn die Sterblichkeit in der Kohorte genau so wäre wie in der Allgemeinbevölkerung. Die beobachtete Zahl wird dann mit der erwarteten Zahl ins Verhältnis gesetzt. Den Quotienten nennt man Standardisiertes Mortalitätsverhältnis (SMR). Beträgt z. B. der Wert für SMR für eine bestimmte Todesursache 1,2, so liegt die Sterblichkeit in der Kohorte für diese

Vitalstatus	Personen	
lebend	39.253	66,6 %
verstorben	16.404	27,8 %
verstorben, aber Datum unbekannt	168	0,3 %
unbekannt verzogen	1.143	1,9 %
ins Ausland verzogen	72	0,1 %
Flucht aus der DDR	425	0,7 %
Person bei EMA unbekannt	1.475	2,5 %
Summe	58.940	100,0 %

Vitalstatus der Wismut-Kohorte zum 31. Dezember 1998

Todesursache um 20 % höher, als man aufgrund der Häufigkeit in der Allgemeinbevölkerung erwartet hätte. Die Aussagegenauigkeit des SMR-Werts wird mit Hilfe eines 95 %-Konfidenzbereich (95 % CI) ausgedrückt. Der 95 %-Konfidenzbereich gibt an, in welchem Bereich sich mit 95%iger Wahrscheinlichkeit das „wahre“ SMR-Verhältnis befindet. Liegt die Untergrenze dieses Bereiches über 1, so spricht man davon, dass die Sterblichkeit in der Kohorte signifikant über der der Allgemeinbevölkerung liegt. Liegt die Obergrenze unter 1, so gilt die Sterblichkeit als signifikant niedriger. Aus der Tabelle unten ist die SMR für verschiedene Todesursachen ersichtlich. Insgesamt liegt die Sterblichkeit in der Kohorte unter der der Allgemeinbevölkerung. Dieser Effekt ist als „healthy worker effect“ bekannt. Er besagt, dass in der Regel berufstätige Bevölkerungsgruppen gesünder sind als die Allgemeinbevölkerung. Für Lungentumoren zeigt sich allerdings eine um etwa 80 % erhöhte Sterblichkeit in der Kohorte.

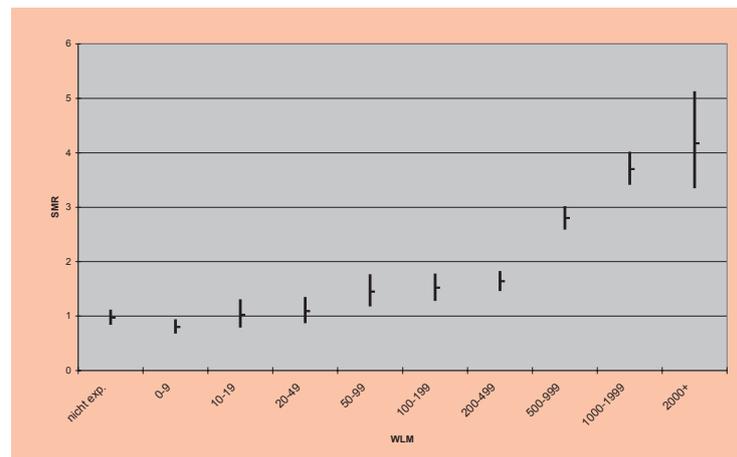
Um zu überprüfen, inwieweit ein Zusammenhang besteht zwischen einer erfolgten Strahlenexposition und der Sterblichkeit an einer bestimmten Erkrankung, wird häufig in einem ersten Schritt die SMR für verschiedene Expositionskategorien berechnet, wie dies in der Abbildung oben rechts für Lungentumoren gezeigt ist. Dabei werden regelmäßig diejenigen Exposition nicht mit betrachtet, die in einer gewissen Zeit unmittelbar vor dem Sterbedatum aufgetreten sind. Auf diese Weise kann die Latenzzeit zwischen der relevanten Exposition und dem Auftreten der Krankheit berücksichtigt werden. Bei Lungentumoren wird allgemein eine Latenzzeit von fünf Jahren angesetzt. Es zeigt sich mit diesen Annahmen nicht nur, dass die

	beob.	erw.	SMR	95 % CI
alle Ursachen	16.404	17.674,2	0,93	[0,91;0,94]
alle bösartigen Neubildungen	4.692	4.087,9	1,15	[1,12;1,18]
Lungentumoren	2.335	1.274,9	1,83	[1,76;1,91]
bös. Neubildungen ohne Lungentumoren	2.357	2.812,9	0,84	[0,80;0,87]

Zahl der beobachteten und der erwarteten Todesfälle in der Wismut-Kohorte: alle Ursachen, alle bösartigen Neubildungen, Lungentumoren, und bösartige Neubildungen ohne Lungentumoren

Uranbergarbeiter ein erhöhtes Lungenkrebsrisiko haben, sondern dass mit steigender Radonexposition auch das Risiko, an einem Lungentumor zu sterben, steigt.

Mit der deutschen Kohortenstudie wird weltweit die epidemiologische Datenbasis für Untersuchungen an Uranbergarbeitern in etwa verdoppelt. Im Gegensatz zu den sehr heterogenen Daten der gemeinsamen Auswertung von 11 Bergarbeiterstudien („gepoolte“



SMR und 95%-Vertrauensbereiche für Lungentumoren für verschiedene Expositionskategorien

Studie) ist in der hier beschriebenen Studie bei etwa gleich großem Studienumfang eine größere Homogenität gegeben und dadurch eine deutlich detailliertere Risikoquantifizierung möglich. Über den in diesem Beitrag vorgenommenen Vergleich mit der Allgemeinbevölkerung hinaus werden interne Analysen das Schwergewicht der zukünftigen Auswertungen bilden, d. h. hier werden die gesundheitlichen Effekte innerhalb der Kohorte bei Gruppen mit unterschiedlich hoher Exposition verglichen. Für Lungentumoren wird der Risikoberechnung im Bereich niedriger Dosen besondere Bedeutung zukommen. Darüber hinaus gilt es, Zusammenhänge zwischen der Strahlenexposition und anderen Erkrankungen zu analysieren, wobei wiederum Tumoren des Hals-Nasen-Rachenraumes, des Magens, der Nieren und der Leber sowie Leukämien in Vordergrund stehen werden.

Untersuchungen zum radonbedingten Gesundheitsrisiko im häuslichen Bereich

Da die Risikoabschätzungen aus den Bergarbeiterstudien auch im Niedrig-Dosis-Bereich ein erhöhtes Lungenkrebsrisiko plausibel erscheinen lassen, stellt sich die Frage, ob die – im Vergleich zu den Umweltbedingungen unter Tage – vergleichsweise geringen Radonkonzentrationen in Wohnungen nicht auch einen wichtigen Risikofaktor für die Bevölkerung darstellen.

Die Höhe der Radonkonzentration in Häusern hängt von vielen Faktoren ab. Eine wesentliche Rolle spielt der Baugrund. Mögliche Eintrittswege für Radon aus dem Boden in das Haus sind undichte Kellerfundamente (z. B. Fugen, Risse, Durchführung von Rohren, Versorgungsleitungen etc). Zusätzlich beeinflusst das Lüftungsverhalten und die Höhe des Stockwerks die Höhe der Radonkonzentration. Je höher das Stockwerk liegt, umso geringer sind die Radonkonzentrationen (siehe Abbildung S. 16 unten links). Aufgrund der Vielzahl von Einflussfaktoren schwankt die Radonkonzentration von Haus zu Haus und kann zuverlässig nur durch Messung ermittelt werden.

Das BFS hat Anfang der neunziger Jahre eine epidemiologische Studie zur Untersuchung des Lungenkrebsrisikos durch Radon in Wohnungen in Thüringen und Sachsen in Auftrag geben. Aufgrund der Geologie und der bergbaulichen Hinterlassenschaften wurden dort erhöhte Radonkonzentrationen in Häusern erwartet. Die Ergebnisse der Studie wurden im September 2003 veröffentlicht.

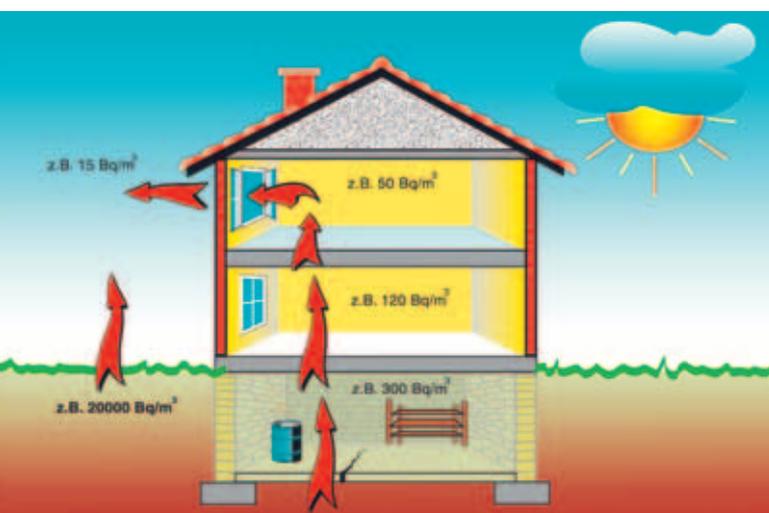
Die Studie wurde im Zeitraum zwischen 1990 und 1997 durchgeführt und umfasste 1.192 Lungenkrebspatienten (sog. „Fälle“) aus ausgewählten Lungenfachkliniken und 1.640 Personen (sog. „Kontrollen“) aus der Allgemeinbevölkerung. Die Kontrollen wurden zufällig über Einwohnermeldeämter ausgewählt und waren vom Alter und Geschlecht her den sogenannten Fällen vergleichbar. Einschlusskriterium war ein derzeitiger Wohnsitz in Thüringen und Sachsen. Alle Studienteilnehmer wurden in persönlichen Interviews zu bekannten Risikofaktoren für Lungenkrebs befragt (Aktivrauchen, Passivrauchen, berufliche Asbestbelastung, berufliche Strahlenbelastung etc.). Im Hauptwohnraum und im Schlafzimmer der Studienteilnehmer wurde ein Jahr lang ein Radonmessgerät aufgestellt und so die Radonkonzentration ermittelt. Zusätzlich wurden in den früheren Wohnungen der Studienteilnehmer Messungen durchgeführt. Ziel war es, die durchschnittliche Radonexposition der letzten 5 bis 35 Jahre zu ermitteln. Bergarbeiterstudien hatten gezeigt, dass dies der für eine spätere Lungenkrebskrankung relevante Zeitraum ist.

Insgesamt wurden fast 8.000 Radonmessungen durchgeführt. Die gemessenen Radonkonzentrationen schwankten zwischen 5 und maximal 4.296 Bq/m³. Sie lagen im Wohnzimmer mit durchschnittlich 86 Bq/m³ höher als im Schlafzimmer (64 Bq/m³). Dieser Unterschied dürfte zum Großteil auf unter-

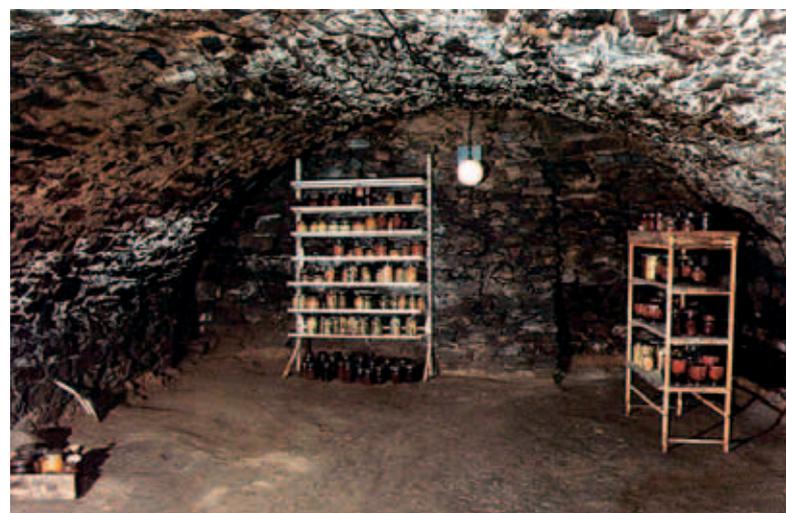
schiedliches Lüftungsverhalten im Wohn- und Schlafzimmer zurückgehen. Zudem lag das Schlafzimmer häufig im 1. Stock und das Wohnzimmer im Erdgeschoss. Die aufenthaltszeitgewichtete Radonkonzentration zwischen Wohn- und Schlafzimmer wurde für jeden Probanden und jede Wohnung ermittelt und anschließend für jeden Probanden die mittlere Radonkonzentration über die letzten 35 Jahre berechnet. Im Durchschnitt betrug die zeitgewichtete Radonkonzentration 75 Bq/m³. Sie lag damit höher als der Bundesdurchschnitt (50 Bq/m³).

Das Lungenkrebsrisiko durch Radon wurde unter Berücksichtigung von Alter, Geschlecht, Rauchen und beruflicher Asbestbelastung berechnet. Unter der Annahme eines linearen Dosis-Wirkungs-Modells steigt das Lungenkrebsrisiko bei einem Anstieg der Radonkonzentration um 100 Bq/m³ um jeweils 8 % an. Dies bedeutet, dass beispielsweise eine Person mit einer häuslichen Radonkonzentration von 100 Bq/m³ ein 8 % höheres Risiko hat, an Lungenkrebs zu erkranken, als eine Person mit 0 Bq/m³ und dass eine Person mit 200 Bq/m³ im Vergleich zu einer Person mit 0 Bq/m³ ein 16 % höheres Risiko hat. Bei einer Konzentration von etwa 1000 Bq/m³ würde sich das Lungenkrebsrisiko also verdoppeln.

Die Ergebnisse der in Thüringen und Sachsen durchgeführten Studie entsprechen den Ergebnissen von in anderen Ländern durchgeführten Studien zu Lungenkrebs und Radon in Wohnungen und passen gut zu den Risikoabschätzungen der Bergarbeiterstudien. Man kann zusammenfassend festhalten, dass Radon in Wohnungen mit einer Risikoerhöhung für Lungenkrebs assoziiert ist. Da viele Wohnungen in Deutschland und damit deren Bewohner von erhöhten Radonkonzentrationen betroffen sind, ist das Radonproblem insgesamt von wichtiger gesundheitspolitischer Bedeutung.



Schematische Darstellung der Ausbreitung des Radons im Haus



Im Keller dieses Hauses in Schneeberg wurden Radonkonzentrationen von 100 000 Bq/m³ gemessen. Manche Häuser in den Zentren der ehemaligen Bergbaugebiete hatten im Keller einen direkten Zugang zum Bergwerk.

DIE BERUFLICHE STRAHLENEXPOSITION VON 1998 BIS 2002 UND DIE NEUEN GRENZWERTE

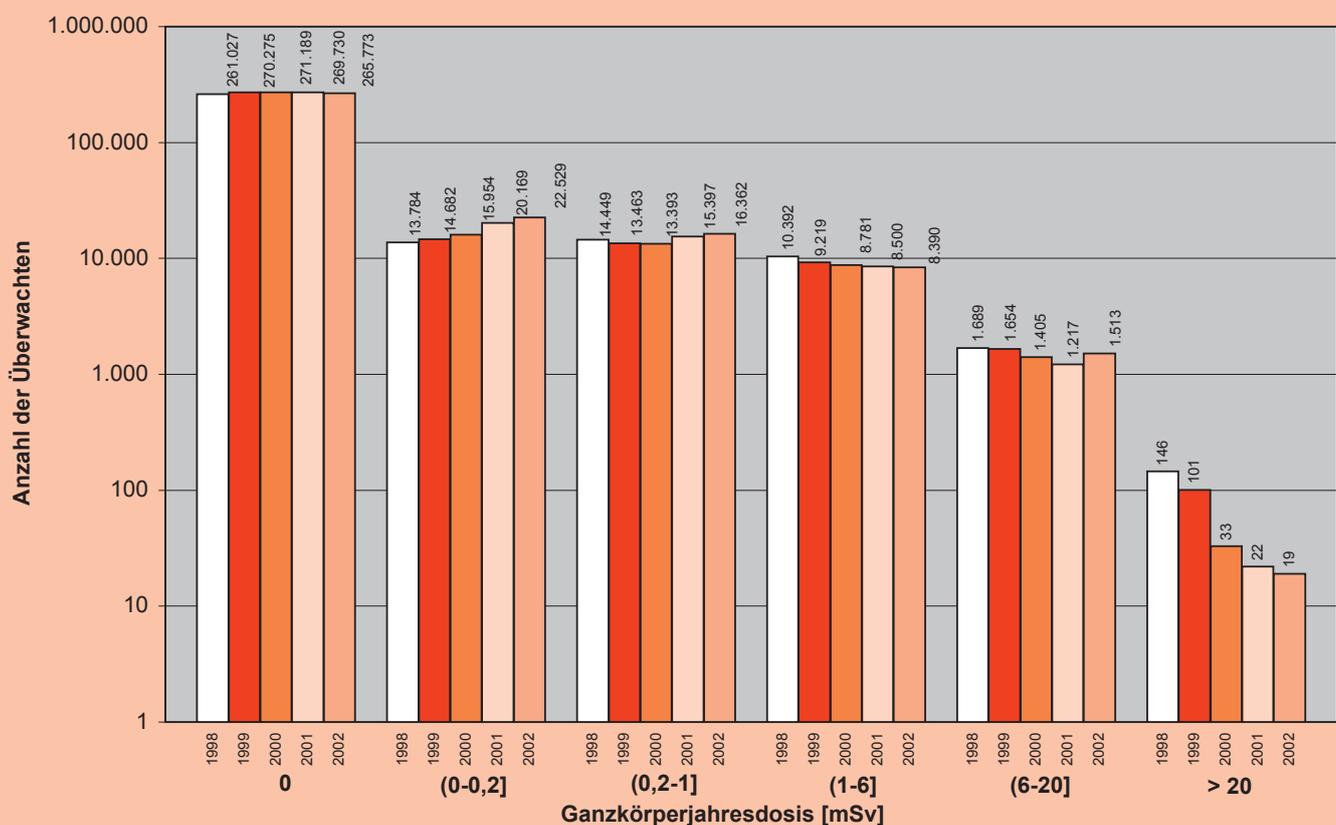
Ansprechpartner: Gerhard Frasch (0 18 88/3 33-24 10)

Mit der neuen Strahlenschutzverordnung wurden die Anforderungen der EU-Richtlinie 96/29 EURATOM in nationales Recht umgesetzt. Ab August 2001 traten neue, zum Teil erheblich niedrigere Grenzwerte für die zulässige berufliche Strahlenexposition in Kraft. Der Grenzwert für die effektive Dosis von Personen, die an Arbeitsplätzen tätig sind, an denen eine effektive Jahresdosis von mehr als sechs Millisievert (mSv) nicht ausgeschlossen werden kann (Kategorie A), wurde von 50 mSv auf 20 mSv pro Kalenderjahr abgesenkt. Die Grenzwerte für Jugendliche und Auszubildende wurden ebenfalls deutlich reduziert. Zudem wurde ein Grenzwert für die Uterusdosis gebärfähiger Frauen eingeführt.

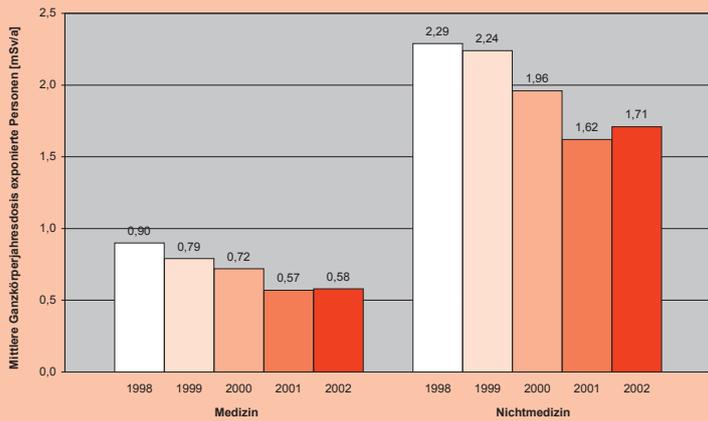
Die Frage liegt nahe, ob es nach Einführung dieser neuen Grenzwerte zu Veränderungen bei der beruflichen Strahlenexposition gekommen ist. Aufschlussreich ist hier eine Betrachtung der Dosisverteilungen beruflich strahlenschutzüberwachter Personen (Abbil-

dung unten). Etwa 85 % der Überwachten erhalten keine messbare Dosis. Bei den Personen, bei denen eine Strahlenexposition nachgewiesen werden kann, liegen die Dosen überwiegend im niedrigen Dosisbereich. So hatten im Jahr 2002 von den etwa 313.000 Überwachten nur 19 Personen Dosiswerte, die den Jahresgrenzwert überschritten.

Vergleicht man die Dosisverteilungen der Jahre 1998–2002, so erkennt man einige aus Sicht des Strahlenschutzes positive Veränderungen. Insbesondere ging die Zahl der Personen mit Jahresdosiswerten oberhalb des neuen Grenzwertes deutlich zurück. Kamen im Jahr 1998 auf 100.000 Überwachte noch etwa 50 Personen mit Jahresdosiswerten über 20 mSv, so waren es 2002 nur noch sieben. Auch in den anderen Dosisintervallen oberhalb von 1 mSv gab es überwiegend eine leichte Verschiebung in Richtung der niedrigeren Dosiswerte. Der Anstieg im Dosisintervall 0 – 0,2 mSv ist dagegen hauptsächlich darauf zurückzuführen, dass die Nachweisgrenze der amtlich zugelassenen Personendosimeter von 0,1 mSv auf 0,05 mSv abgesenkt wurde. In der Folge werden nun bei zahlreichen Überwachten Dosiswerte angegeben, die man früher nicht nachweisen konnte und die deshalb gleich Null gesetzt wurden.



Verteilung der Ganzkörperjahresdosis bei beruflich strahlenschutzüberwachten Personen von 1998-2002



Berufliche Strahlenexposition in medizinischen und nichtmedizinischen Betrieben von 1998-2002

Mehr als drei Viertel aller beruflich strahlenschutzüberwachten Personen, also etwa 240.000 der Überwachten, arbeiten im medizinischen Bereich (Abbildung oben). Jedoch erhalten nur 13 % von ihnen eine messbare Strahlendosis. In dieser Personengruppe gingen die mittleren jährlichen Ganzkörperdosen zwischen 1998 und 2002 von 0,9 mSv/a auf 0,6 mSv/a auf zurück.

Die berufliche Strahlenexposition ist im nichtmedizinischen Bereich generell höher. Hierzu gehören die Bereiche Kerntechnik, Forschung und Industrie, in der radioaktive Stoffe hergestellt oder verarbeitet werden, sowie Dienstleistungsbereiche, in denen mit Strahlenquellen und Röntgenstrahlung umgegangen wird (z. B. die zerstörungsfreie Materialprüfung). Von

den auf diesen Gebieten tätigen ca. 75.000 überwachten Personen erhält mindestens jeder Fünfte eine messbare Dosis. Auch hier ging zwischen 1998 und 2002 die mittlere Jahresdosis um ein Viertel auf 1,7 mSv/a zurück. Dass dieser Wert höher ist als der Mittelwert des vorausgegangenen Jahres ist keine Umkehr des Trends. Der besonders niedrige Wert in 2001 ist darauf zurückzuführen, dass dieses Jahr für einzelne Kernkraftwerke revisionsfrei war und daher keine dosisintensiven Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten durchgeführt werden mussten.

Mit der neuen Strahlenschutzverordnung erhält auch das fliegende Personal einen rechtlich abgesicherten Strahlenschutz:

- Piloten und flugbegleitendes Personal gelten als beruflich strahlenexponiert, wenn sie in einem Beschäftigungsverhältnis gemäß deutschem Arbeitsrecht stehen und während des Fluges durch kosmische Strahlung eine effektive Dosis von mindestens 1 mSv im Kalenderjahr erhalten können.

Das Strahlenschutzregister hat alle Vorkehrungen getroffen, um die Überwachungsdaten dieser Personengruppe erfassen und auswerten zu können. Die ersten Daten über die berechneten Dosiswerte, die Piloten und flugbegleitendes Personal insbesondere auf Langstreckenflügen erhalten, werden im ersten Halbjahr 2004 vom aufsichtführenden Luftfahrtbundesamt sowie der Wehrbereichsverwaltung an das Strahlenschutzregister übermittelt werden (siehe hierzu auch BfS-Faltblatt StrahlenThemen, „Höhenstrahlung beim Fliegen“, März 2003).

DAS DEUTSCHE MOBILFUNK FORSCHUNGSPROGRAMM

Ansprechpartnerinnen:

Gunde Ziegelberger (0 18 88/3 33-21 42)

Cornelia Baldermann (0 18 88/3 33-21 41)

Vorsorge im Bereich Mobilfunk

Im Jahre 2003 erfolgte der Start des Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramms, das im Rahmen des Umwelt-Forschungsplans des Bundesumweltministeriums (UFOPLAN) durchgeführt wird. Das Programm wird mit jeweils 8,5 Mio. Euro aus Mitteln des Bundesumweltministeriums und der Mobilfunkbetreiber finanziert und vom BfS durchgeführt.

Um das Deutsche Mobilfunk Forschungsprogramm für die Öffentlichkeit transparent darzustellen, hat das BfS im August 2003 ein Internet-Portal (<http://www.deutsches-mobilfunk-forschungsprogramm.de>) eingerichtet. Es enthält die Beschreibung des Gesamtprogramms sowie eine Übersicht über bereits vergebene, in Vorbereitung befindliche bzw. geplante Forschungsvorhaben unter Angabe des Themas sowie der Laufzeit einschließlich einer Kurzbeschreibung. Die Zwischen- und Abschlussberichte der einzelnen Forschungsprojekte werden zeitnah eingestellt und eine Übersicht über aktuelle Ergebnisse nationaler und internationaler Forschungsprojekte auf den hier einschlägigen Gebieten einschließlich einer Bewertung durch das BfS angeboten. Neben aktuellen Informationen für potenzielle Forschungsnehmer werden auch Fachgespräche angekündigt. Zum besseren Verständnis werden Fachbegriffe in einem Glossar erklärt. Eine Liste mit Web-Adressen von Institutionen, die sich mit dieser Thematik beschäftigen, soll es den interessierten Leserinnen und Lesern erleichtern, sich umfassend über das Thema Mobilfunk zu informieren.

Die vorgeschlagenen Forschungsprojekte wurden öffentlich zur Diskussion gestellt. Im August 2003 erging an die interessierte Öffentlichkeit auf den Internetseiten des Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramms und über die Presse der Aufruf, die geplanten Forschungsprojekte zu kommentieren.

Ziel war es, eine möglichst breite fachliche Meinung in die weitere Gestaltung des Mobilfunk Forschungsprogramms einfließen zu lassen.

Es trafen zahlreiche substantielle Kommentare zum Gesamtprogramm, seinen Inhalten, Prioritäten und evtl. erforderlichen Modifikationen und Ergänzungen ein. Sie sind auf den Web-Seiten des Mobilfunk Forschungsprogramms publiziert. Das Angebot einer öffentlichen Konsultation ist angenommen worden.

Am 25. September 2003 fand das 2. BfS-Fachgespräch mit dem Thema „Forschungsprojekte zur Wirkung

elektromagnetischer Felder des Mobilfunks“ in Berlin statt. Das Gespräch diente sowohl der Vorstellung als auch der Diskussion neuer Projektvorschläge unter Einbeziehung der Kommentare der Öffentlichkeit. Gleichzeitig sollte der Inhalt des Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramms in seinen Grundzügen fachlich abschließend diskutiert werden.

An dem Fachgespräch nahmen Vertreter staatlicher Institutionen, der Wissenschaft und Industrie sowie von Umwelt- und Verbraucherverbänden teil. Die neuen Projekte in den Bereichen Biologie, Dosimetrie, Epidemiologie und Risikokommunikation wurden von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des BfS kurz umrissen und das Spektrum der eingegangenen Kommentare aus der Öffentlichkeitsbeteiligung dargestellt. Die Themenkomplexe, bei denen ein Konsens aus BfS-Vorschlag, SSK-Stellungnahme und öffentlichen Kommentaren noch ausstand, wurden zur Diskussion gestellt. Zusätzlich wurden die Teilnehmer gebeten, die vorgeschlagenen Projekte mit begründeten Prioritäten zu versehen.

Die Auswertung aller Komponenten der Entscheidungsfindung wurden in einem internen Fachgespräch am 22. Oktober 2003 in Neuherberg zusammengefasst und führte zur Festlegung des Gesamtprogramms, das auf den Internetseiten des Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramms (<http://www.emf-forschungsprogramm.de/forschung>) einzusehen ist.

Die möglichen gesundheitlichen Auswirkungen der hochfrequenten elektromagnetischen Felder, vor allem des Mobilfunks, sind weiterhin Gegenstand intensiver öffentlicher und wissenschaftlicher Diskussionen. Aus den vorhandenen Hinweisen auf mögliche biologische Wirkungen bei Intensitäten unterhalb der in Deutschland geltenden Grenzwerte (<http://www.bfs.de/elektro/hff/grenzwerte.html>) lässt sich zwar kein gesundheitliches Risiko für die Bevölkerung ableiten, jedoch sind sie Grund genug, entsprechende Vorsorgemaßnahmen beim Umgang mit den Feldern des Mobilfunks zu ergreifen. Zu diesen Vorsorgemaßnahmen gehört neben der Sicherstellung einer möglichst geringen Exposition auch die Intensivierung und Koordinierung der Forschung.

Das Deutsche Mobilfunk Forschungsprogramm vereint nun in den einzelnen Forschungsvorhaben die Ergebnisse zweier Fachgespräche („Wirkung der elektromagnetischen Felder des Mobilfunks“¹, 2001, und

¹ Das Ergebnis dieses Fachgesprächs (BfS-Schrift 25/2002) kann gegen Kostenerstattung beim Wirtschaftsverlag NW/Verlag für neue Wissenschaft GmbH (Bürgermeister-Smidt-Straße 74-76, 27568 Bremerhaven; <http://www.nw-verlag.de/ns/index.htm>) bestellt werden.

„Forschungsprojekte zur Wirkung elektromagnetischer Felder des Mobilfunks“, 2003) sowie die Resultate einer offenen und vielseitigen Diskussion über die fachliche Relevanz einzelner Projekte. Die Themen sind bewusst breit angelegt und gehen z. T. über die derzeit genutzten Mobilfunkfrequenzen hinaus. Ziel des Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramms ist es, biologische Wirkungen und Mechanismen von schwachen hochfrequenten elektromagnetischen Feldern wissenschaftlich belastbar nachzuweisen und deren gesundheitliche Relevanz abzuschätzen. Jedes einzelne Forschungsergebnis wird zudem in den Gesamtkontext der internationalen Forschung gestellt. Es wird angestrebt, dass die Ergebnisse Relevanz für den gesamten Bereich der Telekommunikation haben und möglichst auch Aussagen für zukünftige Entwicklungen zulassen.

ZERTIFIZIERUNG VON SOLARIEN IN DEUTSCHLAND

Ansprechpartner:

Manfred Steinmetz (0 18 88/3 33-21 49)

In den letzten Jahren ist in Deutschland eine zunehmende Nutzung künstlicher Strahlung zu kosmetischen Zwecken (wie z. B. Bräunung) zu beobachten. Infolge der damit verbundenen Zunahme der UV-Exposition der Bevölkerung wird eine Zunahme der UV-bedingten Gesundheitsschäden erwartet.

Darüber hinaus haben stichprobenartige Testmessungen unterschiedlicher Institutionen wiederholt gravierende Mängel in Solarienbetrieben aufzeigt. Dies betraf insbesondere überhöhte und unkontrollierte Emissionen der Geräte, mangelnde Hygienebedingungen, nicht ausreichend ausgebildetes Personal und fehlende Verbraucherinformationen. Ein Großteil der eingesetzten Geräte verfügte über Bestrahlungswerte, die weit höher sind als die der Sonne am Äquator.

Während einige europäische Länder bereits über gesetzliche Regelungen verfügen, wurde in Deutschland zunächst eine Regelung auf freiwilliger Basis gewählt. Der vom BfS gegründete Runde Tisch Solarien (RTS) mit Teilnehmern wissenschaftlicher und staatlicher Institutionen sowie Vertretern von Solarienbetrieben und Solarienherstellern verständigte sich auf die Zertifizierung von Solarienbetrieben. Zertifizierte Solarienbetriebe erfüllen danach einheitliche Kriterien für einen Mindeststandard zum Schutz der Kunden. Grundlage der Beratungen des RTS war die Empfehlung der SSK „Schutz des Menschen vor den Gefahren der UV-Strahlung in Solarien“ aus dem Jahr 2001.

Akkreditierungsverfahren

Ein Solarienbetrieb kann sich nur von einer Zertifizierungsstelle zertifizieren lassen, die vom BfS akkreditiert ist. Akkreditiert werden kann der Betrieb, der beim BfS einen Antrag stellt (Formulare unter www.bfs.de) und im Wesentlichen die folgenden Bedingungen erfüllt:

- Das zertifizierende Personal muss in den Bereichen Geräte-, Hygiene-, und Mitarbeiterausbildungsstandards sachkundig sein.
- Die Zertifizierung erfolgt nach den RTS-Kriterien SSK-konformer Solarien.
- Eine missbräuchliche Nutzung der Akkreditierung (Rufschädigung, Vortäuschung, Irreführung) ist nicht zulässig und kann zum Widerruf der Akkreditierung führen.

- Eine Überprüfung der Qualifikation des Antragsstellers erfolgt durch das BfS.

Das BfS-Akkreditierungsverfahren umfasst im Wesentlichen eine sachliche Prüfung der Antragsunterlagen, die neben dem Antrag aus einem Fragebogen zur Infrastruktur, zur Dokumentation und Qualitätssicherung der Antragsstelle sowie einer rechtsverbindlichen Verpflichtungserklärung bestehen. Gegebenenfalls erfolgt eine Begutachtung beim Antragsteller. Eine erteilte Akkreditierung erlischt nach 5 Jahren, kann jedoch erneuert werden. Das BfS kann die Zertifizierungsarbeiten überwachen, bei Mängeln Auflagen erteilen und die Akkreditierung bei Verstößen widerrufen. Die akkreditierten Zertifizierungsstellen sind in einer Liste auf der BfS-Homepage unter dem Stichwort „Solarien“ aufgeführt.

Zertifizierungsverfahren

Das Zertifizierungsverfahren, d. h. die Prüfung eines Solarienbetriebes durch eine akkreditierte Zertifizierungsstelle, umfasst im Wesentlichen folgende Punkte:

- Geräteprüfung bzgl. der Konformität mit den BfS-Kriterien anhand des Betriebs- und Prüfbuches. Bei Neugeräten und Verwendung autorisierter Ersatzteile gilt die Baumusterprüfung (Herstellertestifikat) als Nachweis, andernfalls hat der Solarienbetreiber gleichwertige Nachweise zu erbringen. Prüfergebnisse sind zu dokumentieren. Für evtl. notwendige Messungen (z. B. Neubewertung) werden ausführliche Hinweise gegeben. Vom BfS anerkannte Messinstitute, die eine solche Neubewertung vornehmen können, sind in einer Liste im Internet aufgeführt.
- Die Einhaltung der allgemeinen Hygienebedingungen.
- Die fachliche Qualifikation der ausgebildeten Mitarbeiter ist eine durch ein Zertifikat einer vom BfS anerkannten Ausbildungsinstitution nachzuweisen.
- Die Überprüfung der Kundenberatung umfasst Informationsschriften, Geräteaufschriften und vor

allem Kenntnisse des Personals zur Hauttypabschätzung und Erstellung eines Dosierungsplans.

Bei positiver Prüfung erhält der Solarienbetrieb ein Zertifikat und darf das Signum "Zertifiziertes Solarium" führen. Die Zertifizierung hat eine Gültigkeitsdauer von 3 Jahren. Das Logo hat folgende Form: Ein Widerruf des Zertifikats ist bei Verstoß gegen die BfS-Kriterien möglich. Die Akkreditierungs-/Zertifizierungsstelle ist berechtigt, unangemeldet in zertifizierten Betrieben Überprüfungen auf Einhaltung der BfS-Kriterien vorzunehmen.



Signet für ein zertifiziertes Solarium

Schulungsunterlagen

In einer vom RTS verfassten sog. UV-Fibel sind die wichtigsten Grundlagen zur Schulung der im Kundenkontakt stehenden Betreiberinnen und Betreiber und Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter von Solarienbetrieben enthalten. Neben den akuten und chronischen Wirkungen der UV-Strahlung auf den Menschen wird ausführlich auf die Gerätetechnik der Solarien eingegangen, sowie auf deren Kennzeichnung und Klassifizierung.

In einem weiteren Abschnitt werden Hilfen für das Kundengespräch gegeben, das u. a. auf die Bestimmung des Hauttyps und die Erstellung eines individuellen Bestrahlungsplans eingeht. Es wird auch über Ausschlusskriterien für eine Bestrahlung (z. B. Kinder, Hauttyp I, krankhafte Hautveränderungen) informiert.

DIE EMPFEHLUNGEN DER RISIKOKOMMISSION

Ansprechpartner: Thomas Jung (0 18 88/3 33-22 00)

Im Oktober 2000 wurde vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit und dem Bundesministerium für Gesundheit und Soziale Sicherung im Rahmen des Aktionsprogramms Umwelt und Gesundheit die **ad hoc Kommission: „Neuordnung der Verfahren und Strukturen der Risikobewertung und Standardsetzung im gesundheitlichen Umweltschutz der Bundesrepublik Deutschland“** (Risikokommission) berufen.

Die interdisziplinär besetzte Kommission bestand aus 19 ausgewiesenen Expertinnen und Experten aus Universitäten, Forschungsinstituten, Verbänden und aus Bundesober- und Länderbehörden. Auswahlkriterien waren besondere Kenntnisse und Erfahrungen in der Beurteilung und Regulierung von Risiken auf der Basis natur-, gesellschafts- oder rechtswissenschaftlicher Erkenntnisse und von interdisziplinärem Wissen.

Die Geschäftsstelle der Risikokommission war beim Bundesamt für Strahlenschutz eingerichtet. Am 6. Juni 2003 hat die Risikokommission ihren Abschlussbericht an die Bundesministerien übergeben.

Auftrag der Risikokommission

Die Risikokommission hatte den Auftrag, Empfehlungen zur Neuordnung der Verfahren und Strukturen zur Risikobewertung und Standardsetzung im gesundheitlichen Umweltschutz der Bundesrepublik Deutschland zu erarbeiten.

In Deutschland ist der Umgang mit umweltbezogenen Gesundheitsrisiken oft widersprüchlich. Gleichartige Risiken werden oft unterschiedlich beurteilt je nachdem, in welchem Medium (etwa Wasser oder Luft) oder in welchem Kontext (am Arbeitsplatz oder in der Wohn-/Umwelt) sie auftreten. Dazu kommt mangelnde Abstimmung zwischen den zuständigen Stellen. Eine effektive Risikoregulierung wird so behindert.

Folgende Fragestellungen wurden konkret untersucht: In welchem Umfang stellen Umweltbelastungen Risiken für die Gesundheit dar? Wo und wann muss der Staat eingreifen, wo nicht? Wie kann es gelingen, komplexe Risiken zuverlässig abzuschätzen? Zwischen Risiken und Chancen soll fair und rational abgewogen werden: Wie aber kann das sichergestellt werden? Wie kann man eine gesellschaftlich gebotene und dem jeweils angestrebten Schutzziel dienliche Beteiligung der Öffentlichkeit sicherstellen? Wer soll mit wem wann und wie über Risiken kommunizieren? Wie lässt sich Orientierung vermitteln, wenn auf der einen Seite Risiken aufgebauscht, auf der anderen Seite verharmlost werden?

Verfahren der Abschätzung und des Managements von Risiken sind wichtige Bewertungs- und Steuerungsinstrumente der Umwelt- und Gesundheitspolitik. Während die Risikoabschätzung primär ein wissenschaftlich geleiteter Prozess ist, werden Abwägung und Auswahl von risikobegrenzenden Maßnahmen in erheblichem Umfang von politischen und gesellschaftlichen Aspekten mitbestimmt. Die Verfahren der Risikoabschätzung und des Risikomanagements müssen transparent, nachvollziehbar und beteiligungsorientiert sein. Nur so besteht die Chance, den betroffenen Menschen Orientierung in Risikosituationen nachvollziehbar zu vermitteln und staatliche Entscheidungen über risikobegrenzende Maßnahmen zu legitimieren.

Thematisch hat sich die Risikokommission auf die Regulierung von solchen Risiken beschränkt, die als Belastungen von Mensch und Umwelt im „Normalbetrieb“ auftreten. Unfälle und Störfälle wurden nicht behandelt.

Zentrale Aussagen des Abschlussberichts

Der Bericht beinhaltet eine Bestandsaufnahme der Probleme und Defizite der derzeitigen Regulierungspraxis. Auf dieser Basis werden die einzelnen Phasen der Risikoregulierung behandelt: Dem Vorverfahren folgen die Risikoabschätzung und schließlich das Risikomanagement. Als verfahrensübergreifende Themen schließen sich Überlegungen zur Integration der Risikowahrnehmung in den Regulierungsprozess, Anforderungen an eine faire und effektive Beteiligung der Öffentlichkeit und die Erfordernisse einer adressatengerechten Risikokommunikation an. Es werden Vorschläge für institutionelle Reformen unterbreitet.

Der umfangreiche Anhang enthält Leitsätze für Vorverfahren und je einen Leitfaden zur Risikoabschätzung und zum Risikomanagement. Diese von Arbeitsgruppen der Kommission erarbeiteten Texte wenden sich an diejenigen Leserinnen und Leser, die sich für Details in den jeweiligen Themengebieten interessieren. Eine von der Kommission unabhängige Arbeitsgruppe hat im Rahmen des Aktionsprogramms Umwelt und Gesundheit (APUG) einen Leitfaden für Risikokommunikation und -beteiligung für die oberen Bundesbehörden entwickelt und zeitgleich mit dem Abschlussbericht der Risikokommission vorgelegt (http://www.bfs.de/bfs/fue_beitraege/apug.html).

Die Kommission hat sich im Verlauf der Beratungen auf fünf Kernbegriffe verständigt.

- Risikoabschätzung und Risikomanagement bilden gemeinsam den Prozess der Risikoregulierung (im Englischen etwas missverständlich als „risk analysis“ bezeichnet).

rer Weise in den Bereichen der Risikokommunikation und Beteiligung zu engagieren. Mit dem Verständnis der herkömmlichen Aufgabenfelder der Bereiche Presse- und Öffentlichkeitsarbeit sind diese Anforderungen allerdings nicht zu erfüllen.

Die Empfehlungen der Risikokommission

Nach Einschätzung der Risikokommission sind grundlegende Änderungen bei der Risikoregulierung von umweltbedingten Gesundheitsrisiken in Deutschland dringend erforderlich. Die Kommission hat ihre Forderungen in einem Zehn-Punkte-Programm zusammengefasst:

1. Eine klare funktionale Trennung zwischen Risikoabschätzung und Risikomanagement ist nötig.
2. Die Rahmenbedingungen für die Risikoabschätzung sind festzulegen, Prioritäten für die Bearbeitung sind vorzugeben.
3. Ein eindeutiges und nachvollziehbares Verfahren mit einem hohen Maß an Transparenz, wissenschaftlicher Stringenz und medien- bzw. kontextübergreifender Konsistenz ist unerlässlich. Es muss Einspruchsmöglichkeiten geben.
4. Für das Risikomanagement gilt dies gleichermaßen; es ist ein transparenter Vergleich von Maßnahmenoptionen zu leisten. Eine weitgehende Beteiligung der Betroffenen, der Öffentlichkeit und von Interessengruppen ist verpflichtend.
5. Eine angemessene Beteiligung der Betroffenen und organisierter gesellschaftlicher Gruppen an der Entscheidungsfindung ist sachlich, rechtsstaatlich und demokratisch geboten.
6. Risikokommunikation muss integraler Bestandteil des gesamten Regulierungsprozesses sein.
7. Bei der Vielzahl von Risiken sind flächendeckende Frühwarnsysteme institutionell zu verankern.
8. Die bestehende Beratungsstruktur aus einer Vielzahl von Gremien ist zu verschlanken.
9. Die Einrichtung einer koordinierenden Institution ist notwendig. Die Kommission empfiehlt die Einrichtung eines Rates für umweltbezogene Gesundheitsrisiken (Risikorat). Dem Risikorat wird eine wissenschaftliche Geschäftsstelle zugeordnet und eine Servicestelle für Risikokommunikation angegliedert.
10. Analog zu der Behandlung von umweltbezogenen Gesundheitsrisiken sind entsprechende Anstrengungen zur Harmonisierung und Reformierung der Regulierung von Umweltrisiken zu unternehmen.

WEITERE ARBEITSSCHWERPUNKTE DES BfS

NUKLEARE ENTSORGUNGSKONVENTION

Ansprechpartner: Peter Brennecke (0 18 88/3 33-19 00)

Am 1. Oktober 1997 unterzeichnete die Bundesrepublik Deutschland das „Gemeinsame Übereinkommen über die Sicherheit der Behandlung abgebrannter Brennelemente und über die Sicherheit der Behandlung radioaktiver Abfälle“ (Joint Convention: Nukleare Entsorgungskonvention unter www.bfs.de/endlager/joint_convention_de_en.pdf). Deutschland gehört zu den 42 Signatarstaaten des „Gemeinsamen Übereinkommens“ und ist einer von 33 Staaten, die diese Konvention, die am 18.06.2001 in Kraft getreten ist, bis zum August 2003 ratifiziert haben.

Die Entsorgungskonvention verfolgt folgende Zielsetzungen:

1. Erreichung und Beibehaltung eines weltweit hohen Sicherheitsstandes bei der Behandlung abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle durch Verbesserung innerstaatlicher Maßnahmen und internationaler Zusammenarbeit, gegebenenfalls einschließlich sicherheitsbezogener technischer Zusammenarbeit.
2. Gewährleistung wirksamer Abwehrvorkehrungen gegen eine mögliche Gefährdung in allen Stufen der Behandlung abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle, um den Einzelnen, die Gesellschaft und die Umwelt heute und in Zukunft vor schädlichen Auswirkungen ionisierender Strahlung zu schützen, und dies in einer Weise, dass die Bedürfnisse und Wünsche der heutigen Generation erfüllt werden, ohne dass die Fähigkeit künftiger Generationen, die eigenen Bedürfnisse und Wünsche zu erfüllen, aufs Spiel gesetzt wird.
3. Verhütung von Unfällen mit strahlungsbedingten Folgen und Milderung solcher Folgen, falls sie in irgendeiner Stufe der Behandlung abgebrannter Brennelemente oder radioaktiver Abfälle eintreten.

Die Einhaltung der Vorschriften des Übereinkommens wird im Rahmen von mindestens alle drei Jahre stattfindenden Überprüfungstagungen behandelt. Für

diese Tagungen sind Berichte zu erstellen, die allen Unterzeichnerstaaten zur Verfügung gestellt werden. Entsprechend seiner Aufgabenstellung ist das BfS zuständig für die Teile des Berichtes, in denen es insbesondere um die Einteilung und den Bestand radioaktiver Abfälle sowie um die einzelnen Stufen der Abfallbehandlung einschließlich der Zwischen- und Endlagerung geht.

Der deutsche Bericht zum Gemeinsamen Übereinkommen (Text deutsch: www.bmu.de/files/behandlung_brenn.pdf; englisch: www.bmu.de/files/joint.pdf) ist gemäß den Leitlinien für den Nationalen Bericht in 12 Sektionen aufgeteilt. Nach einer Einführung über die historische und politische Entwicklung der Kernenergienutzung in Deutschland wird zu jeder Verpflichtung separat Stellung genommen.

Zum Nachweis der Einhaltung der Verpflichtungen werden die einschlägigen Gesetze, Verordnungen und Regelwerke erläutert, und es wird dargestellt, auf welche Weise die Sicherheitsanforderungen erfüllt werden.

Schwerpunkthemen sind Genehmigungsverfahren und staatliche Aufsicht sowie die Maßnahmen zur Aufrechterhaltung eines angemessenen Sicherheitsniveaus.

Vom 3. bis zum 14. November 2003 fand in Wien die erste Überprüfungskonferenz zur Nuklearen Entsorgungskonvention statt, auf der Deutschland mit einer Delegation vertreten war. Am „deutschen Tag“ in der Gruppe IV nahmen an der Präsentation Vertreter aller größeren Signatarstaaten teil, die die Kernenergie nutzen (z. B. USA, UK, Japan, Frankreich, Ukraine).

Die Unterzeichnerstaaten gehen davon aus, dass die Umsetzung der Tagungsergebnisse zu einer weiteren Verbesserung der Sicherheit durch verstärkte internationale Zusammenarbeit sowie durch gegenseitige Hilfestellung der Unterzeichnerstaaten führen wird. Die Überprüfung der Zusagen auf der nächsten Konferenz gibt den nötigen Anreiz für ihre Umsetzung.

TRANSPORT VON KERNBRENNSTOFFEN UND RADIOAKTIVEN STOFFEN

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

Das BFS ist zuständig für die Erteilung von Beförderungsgenehmigungen nach Atom- und Gefahrgutrecht sowie für die Zulassung/Anerkennung von Transportbehältern nach dem Gefahrgutrecht.

Im Jahr 2003 wurden insgesamt 142 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 2003 insgesamt 519 Transporte von Kernbrennstoffen und Großquellen.

Die drei untenstehenden Abbildungen zeigen die Anzahl der Transporte in Abhängigkeit vom trans-

portierten Material und in Abhängigkeit vom Verkehrsträger (Straße, See, Eisenbahn und Luft) sowie der Verkehrsart (Inland, Import, Export und Transit).

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

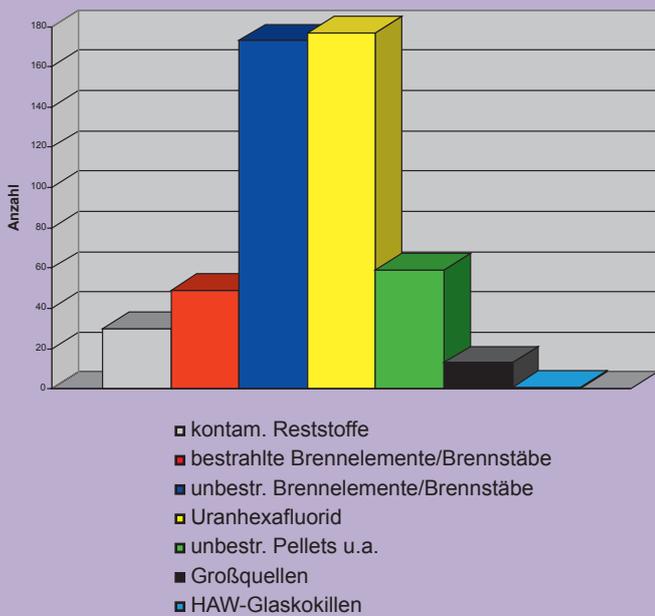
Außerdem wurden 2003 vom BFS insgesamt 36 Zulassungen und 10 deutsche Anerkennungen ausländischer Zulassungen erteilt sowie 27 verkehrsrechtliche Beförderungsgenehmigungen ausgestellt.

Mit 41 Transporten wurden 87 Behälter mit bestrahlten Brennelementen zu den Wiederaufarbeitungsanlagen nach Frankreich (COGEMA) und nach Großbritannien (BNFL) gebracht. Die in den diesbezüglichen BFS-Beförderungsgenehmigungen festgelegten Maßnahmen zur Kontaminationsvermeidung und -kontrolle sowie die Festlegungen zu Meldepflichten und zur Transportdokumentation haben sich bewährt. Bei allen Transporten wurden die Grenzwerte für die nichtfesthaftende Oberflächenkontamination am Transportbehälter und am Transportmittel eingehalten.

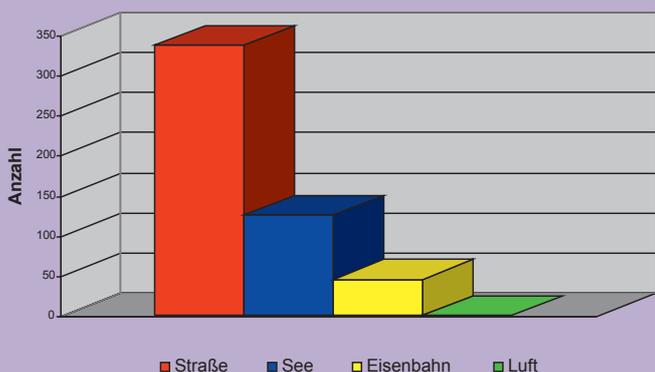
Der im November 2003 durchgeführte Rücktransport von 12 Behältern mit verglasten hochradioaktiven Abfällen aus der Wiederaufarbeitungsanlage La Hague/Frankreich in das Zwischenlager Gorleben wurde wieder von Protesten begleitet, verlief aber dennoch weitgehend wie geplant.

Auf internationalem Gebiet sind für das Jahr 2003 zwei Schwerpunkte hervorzuheben:

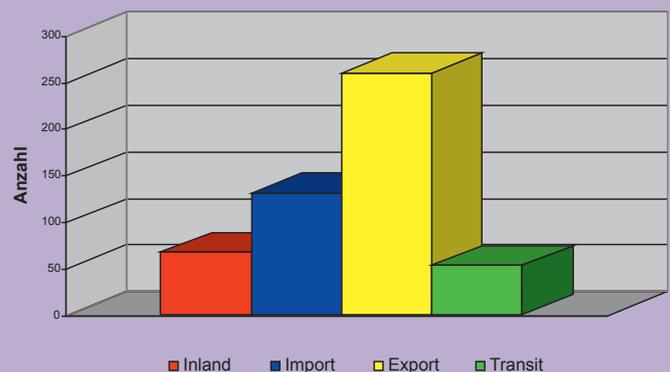
- Die Durchführung der „International Conference on the Safety of Transport of Radioactive Material“, 7.–11. Juli 2003, Wien/Österreich mit über



Kernbrennstoff- und Großquellentransporte 2003



Kernbrennstofftransporte 2003 (in Abhängigkeit vom Verkehrsträger)



Kernbrennstofftransporte 2003 (in Abhängigkeit von der Verkehrsart)



Transporte abgebrannter Brennelemente (hier vom Kernkraftwerk ISAR in die Wiederaufarbeitungsanlage La Hague im September 2003) rufen öffentliche Protestaktionen hervor. Sie sind nur noch bis 30. Juni 2005 erlaubt.

500 Teilnehmern aus 82 Ländern. Auf der Konferenz wurden neben den technischen Fragen zur Beförderung und Verpackung von radioaktiven Stoffen auch Fragen der Haftpflicht und der Kommunikation zwischen der Öffentlichkeit und den Regierungen behandelt. Im Ergebnis der Konferenz wurden Empfehlungen für die künftige Arbeit der IAEA auf dem Gebiet des sicheren Transports radioaktiver Stoffe gegeben, die die IAEA in ein Aktionsprogramm umsetzen wird.

- Die Herausgabe der neuen IAEA-Empfehlungen zum sicheren Transport radioaktiver Stoffe (Ausgabe 2003) als Ergebnis der neuesten Erkenntnisse aus Wissenschaft, Technik und der Transporterfahrung. Dabei ist als wesentliche Neuerung die Einführung der Meldepflicht bei Überschreitungen von Dosisleistungs- und Kontaminationsgrenzwerten hervorzuheben. Diese

IAEA-Transportempfehlungen werden durch alle Verkehrsträger ab 1. Januar 2005 in die nationalen und internationalen Vorschriften übernommen.

Aufgrund der Ereignisse des 11. September 2001 in den USA wurden in den UN-Gremien, die die Empfehlungen zur Sicherheit beim Transport gefährlicher Güter ausarbeiten (UN-Expertenausschuss), auch Empfehlungen für die Sicherung von Transporten mit gefährlichen Gütern beschlossen. In 2003 wurden diese Empfehlungen in die Vorschriften aller Verkehrsträger eingearbeitet und sollen ebenfalls am 1. Januar 2005 in Kraft treten. So werden beispielsweise für den Transport radioaktiver Stoffe ab einer bestimmten Aktivität (hohes Gefährdungspotenzial) Sicherungspläne gefordert, die für die Beförderer, Absender und andere Personen Verantwortlichkeiten und konkrete Maßnahmen zur Gewährleistung der Sicherung enthalten müssen. Weitergehende Betrachtungen zu Sicherungsmaßnahmen beim Transport radioaktiver Stoffe wurden in 2003 durch die IAEA aufgenommen.

Im Rahmen von wissenschaftlich-technischen Untersuchungen auf dem Gebiet des Transports radioaktiver Stoffe wurden in 2003 durch das BfS Neutronen- und Gammastrahlungsfeldmessungen am Behälter des Typs CASTOR®, HAW 20/28 CG im Brennelementlager Gorleben durchgeführt (siehe Kapitel Publikationen, BfS-Berichte). Die Messungen galten insbesondere der Untersuchung von Bereichen mit konstruktionsbedingt verminderter Abschirmung. Die Ergebnisse belegen, dass auch an diesen Stellen die gefahrgutrechtlichen Grenzwerte deutlich unterschritten sind und dass diese Bereiche im verkehrsrechtlichen Zulassungsverfahren für die Behälterbauart bereits hinreichend berücksichtigt sind.

ZWISCHENLAGERUNG

In der Bundesrepublik Deutschland sind an 6 Standorten Zwischenlager und an drei Standorten Interimslager für ausgediente Brennelemente 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: April 2004).

Die Brennelemente in Obrigheim werden – anders als in den übrigen Anlagen – in einem externen Nasslagerbecken zwischengelagert. Dieses Zwischenlager wurde nach § 7 Atomgesetz (AtG) von der zuständigen Landesbehörde Baden-Württembergs genehmigt. Die übrigen Zwischen- und Interimslager wurden nach § 6 AtG vom BfS genehmigt. In ihnen werden die Brennelemente trocken in Transport- und Lagerbehältern aufbewahrt.

ZENTRALE ZWISCHENLAGER AHAUS UND GORLEBEN

Ansprechpartner: Friedrich Heimlich (018 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

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 (Abbildung S. 29). Im TBL Ahaus ist die Schwermetallmenge auf 3.960 t begrenzt. Gegenwärtig sind 305 Behälter CASTOR THTR/AVR sowie drei Behälter CASTOR V/19 und drei Behälter CASTOR V/52 eingelagert.

Eine Genehmigung für die Aufbewahrung von Brennelementen aus dem Forschungsreaktor des ehemaligen

Forschungszentrums in Rossendorf in Behältern der Bauart CASTOR MTR 2 wurde am 30. 03. 04 erteilt, ebenso die erforderliche Beförderungsgenehmigung.

Transportbehälterlager Gorleben

Das zentrale Zwischenlager Gorleben erhielt 1983 eine Genehmigung für zunächst 1.500 Tonnen (t) abgebrannte Brennelemente. Im Jahr 1995 wurde die Genehmigung auf 3.800 t erweitert. Im Rahmen dieser umfassenden Neugenehmigung erhielt das TBL Gorleben als einziges Zwischenlager Deutschlands die Erlaubnis, neben abgebrannten Brennelementen auch hochradioaktive Abfälle (HAW-Glaskokillen) aus der Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente aus deutschen Kernkraftwerken in Frankreich aufzubewahren. Die Genehmigung umfasst ebenso wie in Ahaus 420 Stellplätze. Nach der Einlagerung von 12 Behältern CASTOR HAW 20/28 CG im November 2003 befinden sich insgesamt 44 Behälter im Lager: 5 Behälter mit abgebrannten Brennelementen sowie 39 Behälter mit HAW-Glaskokillen.

Angeregt durch Fachdiskussionen wurde im Hinblick auf eine evtl. Maßnahme nach § 17 AtG (z. B. nachträgliche Auflage) der Behälterabsturz auf den Hallenboden des TBL Gorleben für den Behälter CASTOR HAW 20/28 CG unter Anwendung neuer Rechenmethoden betrachtet. Die Ergebnisse der mit aufwändigen Finite-Elemente-Rechnungen durchgeführten Rechnungen für den Absturz aus 4 m Höhe sind wie folgt:

Es konnte festgestellt werden, dass lediglich im Bodenbereich des Behälters geringfügige plastische Verformungen auftreten, während sich der übrige Behälterkörper mit Sicherheit elastisch verhält.

Das Maximum der Schwerpunktverzögerung des Behälters wurde mit 60 g (60fache Erdbeschleunigung) berechnet. Dieser Wert ist geringer als der im Rahmen der Bauartprüfung im Verkehrsrecht als ertragbar nachgewiesene Wert und entspricht im Übrigen etwa dem 1993 unter den damaligen Annahmen ermittelten Wert.

Die vorliegenden Untersuchungsergebnisse bestätigen, dass im Falle des Behälterabsturzes zu keinem Zeitpunkt die Integrität des Behälterkörpers gefährdet gewesen wäre.

Das BfS hat auch die Auswirkungen eines bewusst herbeigeführten Flugzeugabsturzes auf die TBL Ahaus und Gorleben geprüft und festgestellt, dass die Auswirkungen so gering sind, dass der Richtwert (100 mSv) zur Einleitung einschneidender Schutzmaßnahmen (z. B. Evakuierung) weit unterschritten wird. Weitere Informationen können dem Kapitel zum gezielten Flugzeugabsturz (S. 31 ff) entnommen werden.

DEZENTRALE ZWISCHENLAGER AN DEN STANDORTEN DER KERNKRAFTWERKE

Ansprechpartner: Diethardt Hofer (0 18 88/3 33-17 00)

Stand der Genehmigungsverfahren

Von Ende 1998 bis Februar 2002 wurden von den Betreibern der Kernkraftwerke insgesamt 18 Anträge auf Aufbewahrung abgebrannter Brennelemente in dezentralen Zwischenlagern beim Bundesamt für Strahlenschutz eingereicht:

- 5 Anträge für Interimslager und
- 13 Anträge für Standort-Zwischenlager; der Antrag für den Standort Stade wurde aufgrund der frühzeitigen Stilllegung des dortigen Kraftwerks wieder zurückgenommen.

Von den fünf beantragten Interimslagern sind vier genehmigt worden. Die Interimslager Neckarwestheim, Philippsburg und Biblis sind in Betrieb. Für das Interimslager Krümmel wurde die Baugenehmigung erteilt. Für das Interimslager Brunsbüttel verfolgte der Antragsteller keine Genehmigung im Jahr 2003.

Die 12 beantragten Standort-Zwischenlager sind genehmigt worden. Das Zwischenlager Lingen ist aufgrund der Antragstellung im Jahr 1998 bereits genehmigt und in Betrieb.

Aus der folgenden Tabelle geht hervor, dass die Öffentlichkeitsbeteiligungsverfahren für die sich noch nicht in Betrieb befindenden Standortzwischenlager im Jahr 2001 abgeschlossen wurden. Die Prüfung der Genehmigungsvoraussetzungen durch das BfS erfolgte in den Jahren 2001 bis 2003. Die letzten drei Genehmigungen wurden im Dezember 2003 erteilt. Die Genehmigungen sind eine wesentliche Voraussetzung, um das Ziel des AtG zu erreichen, ab dem 1. Juli 2005 keine Transporte abgebrannter Brennelemente in ausländische Wiederaufarbeitungsanlagen mehr durchzuführen.

Ausführliche Informationen zum bisherigen Verlauf und aktuellen Stand der Genehmigungsverfahren sind im Internet unter www.bfs.de abrufbar.

Verfahren	Auslegung	Erörterungstermin	Genehmigung / Ergänzungs- bzw. Änderungsgenehmigung	Inbetriebnahme des Lagers
IL Biblis	06.02.-05.04.01	21.05.-23.05.01	20.12.01 / 16.04.03 / 28.08.03	07.03.2002
SZL Biblis	06.02.-05.04.01	25.-26. und 28.-29.05.01	22.09.2003	Errichtung seit 01.03.04
SZL Brokdorf	30.01.-29.03.01	03.05.-04.05.01	28.11.2003	Errichtung seit 05.04.04
IL Brunsbüttel	30.01.-29.03.01	09.05.-10.05.01	voraussichtlich 2004	
SZL Brunsbüttel	30.01.-29.03.01	14.05.-15.05.01	28.11.2003	Errichtung seit 07.10.03
SZL Grohnde	27.02.-26.04.01	07.06.-09.06.01	20.12.2002	Errichtung seit 01.12.03
SZL Grafenrheinfeld	24.04.-25.06.01	20.09.-22.09.01	12.02.2003	Errichtung seit 22.09.03
SZL Gundremmingen	03.05.-02.07.01	08.-13. und 15.10.01	19.12.2003	
SZL Isar	24.04.-25.06.01	11.09.-14.09.01	22.09.2003	
IL Krümmel	06.02.-05.04.01	20.06.-22.06.01	20.06.2003	
SZL Krümmel	06.02.-05.04.01	25.06.-28.06.01	19.12.2003	
SZL Lingen	02.08.-01.10.99	15.-18. und 20.12.99	06.11.2002 / voraussichtlich 1. Halbjahr 2004	10.12.2002
IL Neckarwestheim	19.06.-18.08.00	05.10.-07.10.00	10.04.01 / 20.12.02	10.04.2001
SZL Neckarwestheim	06.06.-06.08.01	06.11.-08.11.01	22.09.2003	Errichtung seit 17.11.03
IL Philippsburg	19.06.-18.08.00	02.-04. und 06.11.00	31.07.01 / 17.02.03	31.07.2001
SZL Philippsburg	07.06.-06.08.01	21.-24. und 26.11.01	19.12.2003	
SZL Unterweser	06.02.-05.04.01	14.-16. und 18.-20.06.01	22.09.2003	

Legende:

SZL = Standort-Zwischenlager

IL = Interimslager



in Bearbeitung



abgeschlossen



1. Genehmigungsschritt abgeschlossen

Überblick über den Stand der Verfahren

Überblick über den Stand der Genehmigungsverfahren (Stand: April 2004)



Standort-Zwischenlager Grafenrheinfeld (Fotomontage)

Im Jahr 2003 erteilte Genehmigungen

Im Jahr 2003 hat das BfS insgesamt 14 Genehmigungen für dezentrale Zwischenlager erteilt und zwar zehn Genehmigungen für Standort-Zwischenlager und eine Genehmigung sowie zwei Ergänzungs- und eine Änderungsgenehmigung für Interimslager.

Nach ersten Genehmigungen für Interimslager im Jahr 2001 und zwei Genehmigungen für Standort-Zwischenlager nach dem STEAG¹-Konzept im Jahr 2002 wurde am 12.02.2003 erstmals die Aufbewahrung von Kernbrennstoffen in einer nach dem WTI-Konzept beantragten Lagerhalle am Standort Grafenrheinfeld genehmigt.

Am 22.09.2003 hat das BfS die Standort-Zwischenlager Biblis (WTI), Isar (WTI), Neckarwestheim (Tunnel) und Unterweser (STEAG) sowie am 28.11.2003 die Standort-Zwischenlager Brokdorf (STEAG) und Brunsbüttel (STEAG) genehmigt. Die Genehmigungen für die Standort-Zwischenlager Gundremmingen (WTI), Krümmel (STEAG) und Philippsburg (WTI) wurden am 19.12.2003 erteilt. Diese Genehmigungen umfassen – ebenso wie die Genehmigungen für die Standort-Zwischenlager Lingen, Grohnde, Grafenrheinfeld und das am 20.06.2003 genehmigte Interimslager Krümmel – antragsgemäß nur einen ersten Genehmigungsschritt. Über noch nicht beschiedene Teile (z. B. den Einsatz anderer Behälterbauarten) wird zu einem späteren Zeitpunkt entschieden.

Die öffentliche Auslegung der Genehmigungen vom 22.09.2003 wurde im Oktober 2003 jeweils vor Ort und im BfS in Salzgitter durchgeführt. Von der Möglichkeit, die Genehmigungsbescheide an den Auslegungsorten einzusehen, wurde wenig Gebrauch gemacht. Ein Grund dafür ist sicherlich die Tatsache, dass das BfS erteilte Genehmigungsbescheide im Internet veröffentlicht. Die am 19.12.2003 erteilten Genehmigungen wurden im Januar/Februar 2004 öffentlich ausgelegt.

Das BfS hat nach umfassender Prüfung und Bewertung für alle beantragten Konzepte der standortnahen Zwischenlagerung die Genehmigungsfähigkeit bestätigt und festgestellt, dass für die Aufbewahrung bestrahlter Brennelemente in Interimslagern, Lagerhallen nach dem WTI- oder STEAG²-Konzept sowie in einem Tunnel hinreichende Vorsorge gegen Schäden durch die Aufbewahrung der Kernbrennstoffe getroffen und der Strahlenschutz für die Bevölkerung und das Personal gewährleistet ist. Auf die Prüfung der Auswirkungen eines absichtlich herbeigeführten Flugzeugabsturzes wird in einem nachfolgenden Beitrag eingegangen.

Neben den in 2003 erteilten Aufbewahrungsgenehmigungen für Standort-Zwischenlager hat das BfS am 20.06.2003 die Genehmigung für das erste norddeutsche Interimslager in Krümmel erteilt. Außerdem wurde am 17.02.2003 eine Ergänzungsgenehmigung für das Interimslager Philippsburg sowie 16.04.2003 und am 28.08.2003 eine Ergänzungs- und eine Änderungsgenehmigung² für das Interimslager Biblis erteilt. Durch die Änderungsgenehmigung ist RWE Rheinbraun AG zusätzliche Genehmigungsinhaberin.

Realisierung der Zwischenlager (Stand: März 2004)

Die Interimslager in Neckarwestheim und Philippsburg sind seit April 2001 bzw. seit Juli 2001 in Betrieb. In Neckarwestheim sind 15 und in Philippsburg 9 Behälter eingelagert. Das Interimslager Biblis wurde im März 2002 in Betrieb genommen. Dort lagern inzwischen 22 Behälter. Für das nach Atomrecht genehmigte Interimslager Krümmel liegt die Baugenehmigung vor. Es kann den Betrieb erst nach der Errichtung aufnehmen.

In das im November 2002 genehmigte Standort-Zwischenlager Lingen wurden bis Ende 2003 neun Behälter mit abgebrannten Brennelementen eingelagert. Im Jahr 2004 werden voraussichtlich ca. 5 weitere Behälter hinzukommen. In den Folgejahren fallen etwa drei Behälter mit abgebrannten Brennelementen pro Jahr zur Einlagerung an.

Wegen der frühen Antragstellung im Jahr 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

¹ Ausführliche Informationen zum STEAG-Konzept und den übrigen baulichen Konzepten finden Sie unter www.bfs.de

² Änderungsgenehmigungen betreffen in einem Änderungsantrag neu beantragte Sachverhalte während Ergänzungsgenehmigungen sich auf bereits früher beantragte, aber bislang noch nicht beschiedene Antragsteile beziehen



**Standort-Zwischenlager Lingen:
Eingelagerte Behälter der Bauart CASTOR® V/19**

war zum Zeitpunkt der atomrechtlichen Genehmigungserteilung bereits betriebsbereit.

Mit der Errichtung der Lagerhallen bzw. des Lager-tunnels an den übrigen Standorten kann erst nach Erteilung der Baugenehmigung durch die jeweilige Baubehörde begonnen werden. Die Bauanträge sind für sämtliche Verfahren gestellt. Baugenehmigungen wurden bislang für die Standort-Zwischenlager Grafenrheinfeld, Brunsbüttel, Grohnde, Lingen, Neckarwestheim, Biblis, Brokdorf, Krümmel und Unterweser erteilt.

Die Zwischenlager Grafenrheinfeld und Brunsbüttel werden seit 22.09.2003 bzw. seit 07.10.2003 errichtet. Mit dem Bau des Standort-Zwischenlagers Grohnde und Biblis wurde am 01.12.2003 bzw. am 01.03.2004 begonnen. Die Errichtung des Zwischenlagers Neckarwestheim erfolgt seit dem 17.11.2003. Die Bautätigkeiten für die Zwischenlager Biblis und Brockdorf haben noch nicht begonnen.

Die Bauarbeiten für das Standort-Zwischenlager Grafenrheinfeld konnten nach Erteilung des Sofortvollzuges für die atomrechtliche Genehmigung begonnen werden.

Für das Tunnelkonzept in Neckarwestheim wird von einer Bauzeit von ca. 28 Monaten ausgegangen. Für die nach dem WTI- oder STEAG-Konzept geplanten Stahlbetonhallen werden Bauzeiten von 15 bis 24 Monaten veranschlagt.

In Deutschland wurden auch schon vor der Entwicklung des neuen Zwischenlagerkonzeptes der Bundesregierung dezentrale Zwischenlager eingerichtet. 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 2003 132 eingelagert.

Das Zwischenlager Nord (ZLN) in Rubenow bei Greifswald wurde am 5.11.1999 genehmigt und wenige

Tage später in Betrieb genommen. Ende 2003 waren 30 Behälter eingelagert. Durch die zusätzliche Einlagerung eines Behälters am 10.02.2004 hat sich die Behälteranzahl auf 31 erhöht. In einer 2. Änderungsgenehmigung wurde am 07.07.2003 alternativ auch ein geändertes Verfahren zur Behältertrochkung, die sogenannte Nassverpressung, zugelassen.

Prüfung eines absichtlich herbeigeführten Flugzeugabsturzes auf Zwischenlager

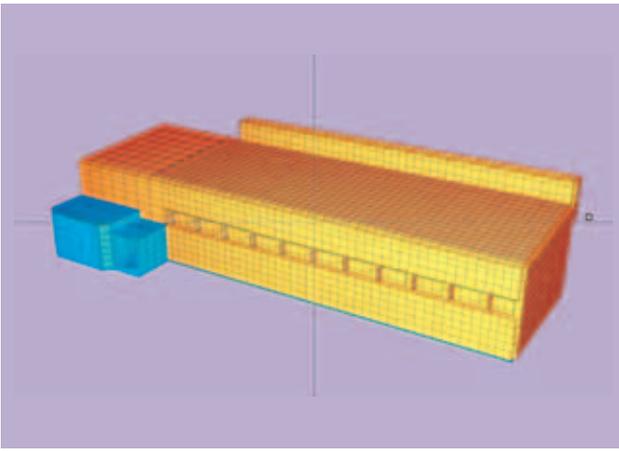
Ansprechpartner: Volker Kunze (0 18 88/3 33-16 10)

Nach den Terroranschlägen in den USA vom 11.09.2001 ist nicht mehr auszuschließen, dass auch kerntechnische Anlagen wie z. B. ein Zwischenlager in Deutschland Ziel eines Angriffs mit einem großen Verkehrsflugzeug werden könnten. Nach Einschätzung des Bundesministeriums des Innern (BMI) liegt ein absichtlich herbeigeführter Flugzeugabsturz auf eine kerntechnische Anlage außerhalb des Wahrscheinlichen, kann aber grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden.

Das Bundesamt für Strahlenschutz ist für die Genehmigung der Aufbewahrung von Kernbrennstoffen in Zwischenlagern nach § 6 des Atomgesetzes (AtG) zuständig und prüft u.a. ob der erforderliche Schutz gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter (SEWD) gemäß § 6 Abs. 2 Nr. 4 AtG gewährleistet ist. In diese Prüfung sind auch Terror- und Sabotageakte einzubeziehen. Bei der Prüfung ist die Beurteilung der Eintrittswahrscheinlichkeit eines solchen Szenarios von besonderer Bedeutung. Dabei kann nicht auf die im Bereich der Schadensvorsorge nach § 6 Abs. 2 Nr. 2 AtG verwendeten Methoden zurückgegriffen werden, da es bei SEWD-Ereignissen nicht um Versagens- oder Fehlerwahrscheinlichkeiten geht, sondern um die Wahrscheinlichkeit einer Realisierung willensgesteuerter Ereignisse.

Für die bereits genehmigten zentralen Zwischenlager prüft das BfS – gestützt auf § 17 AtG bzw. im Rahmen von Änderungsgenehmigungsverfahren nach § 6 AtG – ebenfalls die Auswirkungen eines gezielten Flugzeugabsturzes. Die Begutachtung wird im Auftrag des BfS von einem Gutachterkonsortium durchgeführt.

Für die jeweiligen Zwischenlager werden die möglichen Anflug- und Aufprallszenarien ermittelt, wobei alle gängigen Verkehrsflugzeugtypen, d. h. leichte, mittlere und schwere Maschinen bis hin zur Boeing 747 und zum Airbus 340 berücksichtigt werden. Hierbei werden auch das jeweilige maximale Startgewicht sowie die maximalen Tankinhalte einer Boeing 747 bzw. eines Airbus 340 in Betracht gezogen.



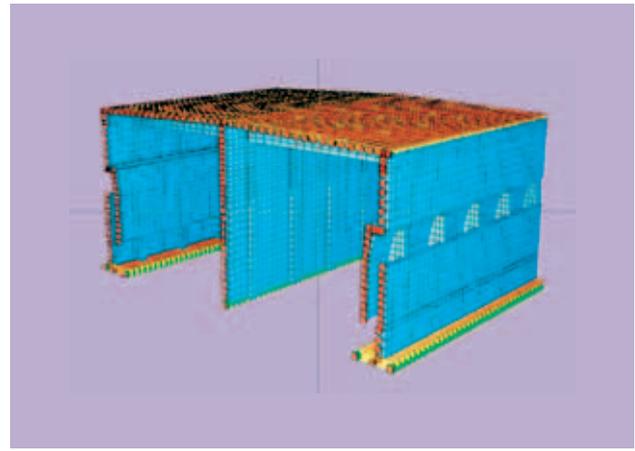
Rechenmodell STEAG-Lagergebäude ...

Für die Ermittlung der mechanischen Einwirkungen auf das Gebäude werden Aufprallparameter (Aufprallgeschwindigkeiten, Aufprallwinkel, Aufprallflächen und Aufprallorte) und repräsentative Lastfälle (z. B. Aufprall mit hoher Geschwindigkeit senkrecht auf eine Stirn- bzw. Seitenwand) ermittelt. Für harte Flugzeugteile (mit großer Masse und entsprechender Stoßkraft) wie z. B. Triebwerkswelle oder Fahrwerksaufhängung wurden gesonderte Stoßlast-Zeitfunktionen erstellt. Sie werden bei der Analyse der Wirkung von Flugzeugtrümmern auf Gebäude bzw. Behälter zugrunde gelegt.

Die mechanischen Analysen, z. B. zum Durchstanzverhalten und zum Penetrationsverhalten der Gebäudestrukturen, wurden mit unterschiedlichen Berechnungsverfahren unter Verwendung von Computersimulationen mit Finite-Elemente-Rechenmodellen und ingenieurtechnischen Methoden durchgeführt.

Bei der Analyse thermischer Einwirkungen auf das Gebäude wird zunächst betrachtet, wieviel Kerosin in das Lagergebäude eindringen und zu thermischen Einwirkungen auf die Transport- und Lagerbehälter führen könnte. Für die Auswahl ungünstiger Brand Szenarien sind neben der Anfliegbarkeit und der eindringenden Brandlast (Kerosin und feste Flugzeugteile) auch der ausfließende Kerosinanteil sowie die Brandfläche, die Brandraumgröße und die Ventilation (Lüftungsverhältnisse) relevant.

Abhängig von der Wanddicke und Widerstandsfähigkeit der Zwischenlagerhalle bzw. des Eingangsgebäudes beim Tunnelkonzept werden die Wände bei einem Aufprall unterschiedlich stark beschädigt. Bei den STEAG-Hallen mit Wandstärken von 1,2 m bleibt bei einem gezielten Absturz mit einer großen Verkehrsmaschine die Gebäudestandsicherheit erhalten; es kommt lediglich zu einem lokalen Eindringen von Flugzeugteilen und zu einem geringen Kerosineintrag.



... und WTI-Lagergebäude

Bei den in Süddeutschland geplanten WTI-Hallen mit Wandstärken von 0,7 m bzw. 0,85 m kann ein gezielter Flugzeugabsturz zu größeren Schäden mit einem Einsturz von Wänden und des Daches führen. Damit ist das Eindringen größerer Mengen von Kerosin in die Hallen möglich. Bei diesen Zwischenlagerhallen können Kerosin oder andere Flüssigkeiten jedoch über Abflussöffnungen ausfließen. Dadurch wird der Entwicklung eines lang anhaltenden Kerosinbrandes entgegengewirkt.

Beim Tunnelkonzept in Neckarwestheim bleiben sowohl die Standsicherheit des oberirdisch angelegten Eingangsgebäudes als auch der unterirdischen Tunnelröhren erhalten. Das Eingangsgebäude verfügt über Wand- und Deckenstärken von 1,5 m und widersteht dem Anprall eines großen Verkehrsflugzeuges. Kerosin kann nur in begrenztem Umfang über bestehende Öffnungen (z. B. für die Lüftung) eindringen.

Welche mechanischen und thermischen Einwirkungen können sich für die Behälter ergeben und wie verhalten sich die Behälter unter diesen mechanischen und thermischen Lasten?

Für alle Standort-Zwischenlager und alle Konzepte wurde für den Kerosinbrand eine Dauer von ca. 15 Minuten mit Spitzentemperaturen von bis zu 1.100 °C ermittelt. Die sonstigen Brandlasten (z. B. Sitze, Verkleidungen, Gepäck) führen zu einem nachfolgenden Mischbrand mit Temperaturen unter 700 °C, der innerhalb von 25 Minuten abklingt. Die thermischen Einwirkungen auf die Behälter können bei diesem Brand zu einer Erhöhung der Standard-Helium-Leckagerate von $\leq 10^{-8} \text{ Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s}$ (Pascal x Kubikmeter pro Sekunde) auf maximal $10^{-4} \text{ Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s}$ führen. Dies bedeutet keinen gravierenden Verlust der Dichtigkeit der Transport- und Lagerbehälter.

Beim STEAG-Konzept prallt das Flugzeug an der massiven Gebäudestruktur ab und kann höchstens lokal

begrenzt zu einem kleinen Teil eindringen, so dass nur kleinere Trümmerteile des Flugzeugs mit abgebremster Geschwindigkeit oder kleinere Gebäudetrümmerteile auf die Behälter einwirken können. Dies hat keinen Einfluss auf die Behälterintegrität; die spezifiziertere Dichtheit (Standard-Helium-Leckagerate von $\leq 10^{-8} \text{ Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s}$) bleibt erhalten.

Beim WTI-Konzept kann – bei einem ungünstigen Auftreffen schnell fliegender harter Trümmerteile oder eines beschleunigten Dachbinders – das Decksystem einzelner Behälter direkt getroffen werden. Dies kann zu einer Erhöhung der Leckagerate bei wenigen Behältern führen. Die Behälterintegrität bleibt auch in diesen Fällen erhalten.

Beim Tunnelkonzept entsteht in Folge des Flugzeuganpralls keine direkte mechanische Belastung für die Behälter. Die möglichen Einwirkungen auf die Behälter durch umherfliegende Trümmerteile sind so gering, dass damit kein Nachlassen der spezifizierten Dichtheit (Standard-Helium-Leckagerate von $\leq 10^{-8} \text{ Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s}$) verbunden ist.

Für jedes Zwischenlager wird ermittelt, wie viele Behälter maximal den zuvor beschriebenen mechanischen und/oder thermischen Belastungen ausgesetzt sein können. Die möglichen Freisetzungen und die damit verbundenen radiologischen Auswirkungen werden unter Verwendung der für den jeweiligen Fall ermittelten Leckageraten berechnet. Die vom BfS beauftragten Gutachter kommen zu dem Ergebnis, dass sich für die Bevölkerung in der Umgebung hier-

aus keine unzulässigen radiologischen Belastungen ergeben. Das BfS hat die Gutachtensergebnisse geprüft und sich deren Bewertung angeschlossen.

Die betrachteten Ereignisse führen nicht zu einer Gefährdung von Leben und Gesundheit infolge Direktstrahlung oder infolge der Freisetzung einer erheblichen Menge radioaktiver Stoffe (SEWD-Richtlinie). Die Eingreifrichtwerte für den Katastrophenschutz von 100 Millisievert (mSv) effektiver Dosis für eine Evakuierung und die entsprechenden Werte für die Ausgabe von Jodtabletten von 250 mSv (Erwachsene) bzw. 50 mSv (Kinder bis zu 12 Jahren sowie Schwangere) für die Schilddrüsendosis würden nicht erreicht. Das Schutzziel der SEWD-Richtlinie wird damit erfüllt. Sogar die Störfallplanungswerte nach § 49 Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) würden unterschritten. Damit ist die erforderliche Sicherheit für die Aufbewahrung von Kernbrennstoffen für die untersuchten Zwischenlager an den Kraftwerksstandorten auch bei einem terroristischen Angriff mit einem großen, vollbetankten Verkehrsflugzeug gegeben.

Die Prüfung ist für die zwölf Standort-Zwischenlager und die Interimslager bereits abgeschlossen. Ebenfalls laufen die Begutachtungen für die zentralen Zwischenlager Gorleben und Ahaus sowie für das Zwischenlager Nord in Lubmin. Bislang haben sich für diese über bestandskräftige Genehmigungen verfügbaren Zwischenlager keine Anhaltspunkte für zusätzliche notwendige Maßnahmen in Bezug auf die Sicherheit bei einem gezielten Anschlag mit einer großen Passagiermaschine ergeben.

ENDLAGERUNG RADIOAKTIVER ABFÄLLE

SUCHE NACH EINEM ENDLAGERSTANDORT

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

Bis zum Jahr 2030 soll nach den Planungen der Bundesregierung ein Endlager für alle Arten von radioaktiven Abfällen zur Verfügung stehen. Der Standort eines Endlagers sowie die Eigenschaften der Gesteine im tiefen Untergrund bestimmen maßgeblich die Langzeitsicherheit eines Endlagers. Der Arbeitskreis Auswahlverfahren Endlagerstandorte (AkEnd) hat dem Bundesumweltminister Ende 2002 Empfehlungen für Kriterien und Verfahren zur Suche nach einem Endlagerstandort überreicht (www.akend.de).

1. Implementierung des Auswahlverfahrens

Mit der Kostenschätzung und den Forschungsarbeiten zu geowissenschaftlichen Grundlagen liefert das BfS wesentliche Grundlagen für die von der Bundesregierung angestrebte gesetzliche Regelung von Zuständigkeits- und Verfahrensfragen einschließlich der Standortentscheidung für ein Endlager. Die Erarbeitung der Grundlagen für die gesetzliche Regelung und ihre Diskussion sollen im Jahr 2004 abgeschlossen werden.

2. Sicherheitsstandards und Zukunft der Endlagerung

Durch die Arbeit des AkEnd, die am Ende des Jahres 2002 in Empfehlungen zur Auswahl eines bestmöglichen Endlagerstandortes mündeten, wurde ein Diskurs über die Sicherheit der Endlagerung begonnen. Dieser muss im Hinblick auf die zu schaffenden gesetzlichen Grundlagen für die Auswahl von Endlagerstandorten und der Verpflichtung des Bundes, die Eignungskriterien für die Endlagerung radioaktiver Abfälle weiterzuentwickeln, fortgeführt werden.

Die heutige Generation hat mit der Nutzung der Kernenergie die Verantwortung für eine sichere und nachhaltige Entsorgung der dabei anfallenden radioaktiven Abfälle übernommen. Das BfS tritt dafür ein, dass die Lösung der Probleme im eigenen Land zügig anzugehen und sie nicht auf spätere Generationen oder gar in andere Länder abzuschieben sind. Die Zwischenlagerung ist nur für die Zwischenzeit bis zur Inbetriebnahme eines Endlagers eine vertretbare Lösung.

Die Voraussetzungen hierfür sind geschaffen. Der Ausstieg aus der Nutzung der Kernenergie zur Stromerzeugung ist geregelt, die Transporte bestrahlter Brennelemente aus Kernkraftwerken zur Wiederaufarbeitung werden im Juni 2005 beendet, die Entsorgung ist auf die direkte Endlagerung beschränkt. Fer-

ner ist sichergestellt, dass die abgebrannten Brennelemente aus den Kernkraftwerken in dezentralen Zwischenlagern gelagert werden, bis ein sicheres Endlager um das Jahr 2030 in Betrieb genommen wird.

Die Definition, was eine „sichere Endlagerung“ heißt, ist allerdings keine rein wissenschaftliche Fragestellung, wie die Debatte um die Bewertung der Sicherheitstechnischen Zweifel an Gorleben zeigt. Die Sicherheitskriterien für die Endlagerung radioaktiver Abfälle in einem Bergwerk aus dem Jahr 1983 entsprechen nicht mehr den heutigen Anforderungen und werden deshalb überarbeitet.

3. Von einem Endlager darf kein erhebliches Risiko ausgehen

Als zentraler Punkt ist festzulegen, wie heutige und nachfolgende Generationen sowie die Umwelt vor schädlichen Auswirkungen radioaktiver Abfälle geschützt werden sollen. Die dafür zu entwickelnden Kriterien müssen dem Umstand gerecht werden, dass mit der Endlagerung radioaktiver Abfälle im tiefen Untergrund eine Lösung angestrebt wird, deren Auswirkungen von zukünftigen Generationen kaum beeinflusst werden können. Das von einem Endlager ausgehende Risiko muss deshalb möglichst niedrig und im bestmöglichen Fall unerheblich sein. Hierfür erarbeitet das BfS eine „Sicherheitsphilosophie“, die eine wissenschaftlich und technisch bestmögliche Lösung aus heutiger Sicht und mit den heutigen Mitteln beschreibt.

4. Die Finanzierung der Endlagerung muss langfristig gesichert sein

Von wesentlicher Bedeutung für die Neugestaltung der Endlagersuche wie auch für größtmögliche Sicherheit und Strahlenschutz bei der Endlagerung ist eine gesicherte Finanzierung, die von den Verursachern der radioaktiven Abfälle getragen wird. Bundesumweltminister Trittin hat hierzu anlässlich des 12. Deutschen Atomrechtssymposiums in Köln am 7. Oktober 2003 ausgeführt, dass das Verbandslastmodell ein tragfähiges und verlässliches Finanzierungsmodell für das Auswahlverfahren und die eigentliche Endlagerung ist.

5. Kosten für die Auswahl eines Endlagerstandortes

Auf der Basis der Empfehlungen des AkEnd hat das BfS die Kosten für die geowissenschaftlichen Erkundungsmaßnahmen abgeschätzt. Das Auswahlverfahren des AkEnd besteht aus fünf Verfahrensschritten. Während der ersten drei Verfahrensschritte fallen nur geringe Kosten an, da hier im Wesentlichen vor-

handene Kenntnisse ausgewertet werden. Erhebliche Kosten fallen mit dem vierten Verfahrensschritt an, wenn die Standorte mit Maßnahmen von Übertage (z. B. durch Seismik, Tiefbohrungen) und im fünften Verfahrensschritt von Untertage (Bergwerk) erkundet werden.

Die Kosten für ein solches Auswahlverfahren werden auf 500 bis 700 Mio. Euro geschätzt, wenn eine über-tägige Erkundung an drei bis fünf und eine unter-tägige Erkundung an zwei Standorten durchgeführt wird. Da zumindest einer der beiden untertägig erkundeten Standorte nach der Standortentscheidung rückgebaut, verschlossen und rekultiviert werden muss, sind die Kosten für die Stilllegung eines Standortes mit betrachtet worden.

Für die Kostenschätzung wurden Erkundungsmaß-nahmen nicht nur für Salzstrukturen sondern auch für Tonstein- und Tonformationen durchgeplant, um eine möglichst realistische Bandbreite der Kosten zu erhalten.

Im Ergebnis sind die Kosten für das reine Auswahlverfahren deutlich geringer als die bisher ausgegebenen Mittel in Höhe von ca. 1,4 Mrd. Euro für Gorleben. Im Auswahlverfahren sind die Maßnahmen auf eine reine Standorterkundung und Standortentscheidung für ein Endlager ausgerichtet. Das vom AkEnd vorgeschlagene Auswahlverfahren für einen Endlagerstandort, welches sicherheitstechnisch und sozialwissenschaftlich begründete Zwischenschritte vor-sieht, entspricht dem internationalen Stand. Hierzu gehört insbesondere, dass größere Investitionen an einem Standort erst dann erfolgen, wenn die Standortentscheidung im Prinzip gefallen ist. Im Unter-schied dazu wurden in Gorleben die Schächte im Hinblick auf ihre mögliche spätere Nutzung als End-lagerschächte endgültig dimensioniert und ausge-baut.

Kostenposition	Gorleben in Mio. Euro	Erkundungsbergwerk in Mio. Euro
Gesamte Anlagen über Tage	162	40
Gesamte Anlagen unter Tage	660	100
davon zwei Schächte	482	ca. 62
Erkundungsbereich	178	ca. 14
Erkundung unter Tage	43	17
Summe	865	157

Gegenüberstellung der Kosten für Gorleben und für ein Erkundungsbergwerk an einem anderen Standort

AKTUELLE INFORMATIONEN ZU MORSLEBEN, KONRAD UND GORLEBEN

Das Erkundungsbergwerk Gorleben und die Schachtanlage Konrad befinden sich im sogenannten Offenhaltungsbetrieb. Im Jahr 2003 wurden lediglich Instandhaltungs- bzw. Reparaturmaßnahmen durchgeführt, die der Sicherheit und dem Werterhalt der Anlagen dienen. Die Arbeiten zur Stilllegung des Endlagers Morsleben wurden mit Priorität weiterverfolgt.

Bergbauliche Maßnahmen zur Gefahrenabwehr im Zentralteil des Endlagers Morsleben (ERAM)

Ansprechpartner: Wilhelm Hund (0 18 88/3 33-18 30)

Das BfS als Betreiber und das Landesamt für Geologie und Bergwesen (LAGB) des Landes Sachsen-Anhalt als zuständige Bergaufsichtsbehörde sind gemeinsam zur Überzeugung gelangt, dass im sogenannten Zentralteil des ERAM, in dem keine radioaktiven Abfälle endgelagert sind, eine akute Gefahr für die Standsicherheit vorliegt, die ihre Ursache in einem seit langem laufenden und sich weiter fortsetzenden Sicherheitsverzehr hat. Das BfS hat dem LAGB im Februar 2002 entsprechende Planungen zu einer vorgezogenen Ertüchtigung dieses Grubenteils zur Zulassung vorgelegt. Das LAGB hat entschieden, dass das BfS schnellstmöglich mit den geplanten Verfüllmaßnahmen im Zentralteil beginnen muss.

Die Maßnahmen sind vom BfS im März 2003 eingeleitet worden. Nach Abschluss der bergmännischen und anlagentechnischen Vorbereitungsarbeiten konnte die Verfüllanlage im Oktober 2003 durch den Bundesumweltminister Jürgen Trittin und den Präsidenten des BfS Wolfram König in Betrieb genommen werden. Nach Abschluss der Startphase wird eine tägliche Verfüllmenge von 300 m³ angestrebt.

Nach umfangreichen geotechnischen Berechnungen wurden 20 Abbaukammern in einer Tiefe zwischen 253 m und 305 m und mit einem Hohlraumvolumen von ca. 670.000 m³ ausgewählt, die mit einem erstmals eingesetzten Salzbeton aus Salz, Steinkohlenfilterasche und Zement verfüllt werden. Diese Abbauhohlräume, die seit 60 bis 70 Jahren nicht mehr betrieblich genutzt wurden, müssen neu zugänglich gemacht werden, um Verschlüsse einbauen zu können, die ein ungewolltes Ausfließen des Verfüllbaustoffs in Nachbarbereiche verhindern. Diese Arbeiten sind auch Voraussetzung, um Bohrungen herstellen zu können, durch die der Beton in die zu verfüllenden Abbaue gepumpt werden kann. Es sind bergmännische Sicherungsarbeiten, Erweiterungen und



Pumpenanlage über Tage



Vorbereitung der Verfüllung eines Abbauhohlraums

Neuauffahrungen von Grubenräumen erforderlich. Für die Verfüllung sind Bohrungen mit einer Gesamtlänge von über 2 km geplant.

Das Verfüllmaterial wird außerhalb des ERAM-Betriebsgeländes angemischt und dann angeliefert. Auf dem Betriebsgelände ist eine zunächst mobile dieselgetriebene Hochdruckpumpe im Einsatz (Abbildung oben links), die den Salzbeton in einer über 1000 m langen Rohrleitung durch den Schacht Bartensleben bis in die Abbauhohlräume (Abbildung oben rechts) pumpt. Die Pumpanlage wird im 1. Halbjahr 2004 durch eine leistungsfähigere stationäre Anlage ersetzt, mit der dann täglich bis zu 580 m³ Salzbeton nach unter Tage gefördert werden können. Dies ist notwendig, um der bestehenden Gefahr so schnell wie möglich entgegenwirken zu können.

Der zunächst zugelassene Verfüllbetrieb läuft bis Mitte 2005 und umfasst ein Versatzvolumen von 214.000 m³. Die restlichen Verfüllarbeiten in den betreffenden Abbaukammern im Zentralteil des ERAM werden voraussichtlich bis 2008 abgeschlossen werden. Die Gesamtkosten der im Rahmen der bergbaulichen Gefahrenabwehr im Zentralteil des ERAM vorgezogenen Verfüllung von Hohlräumen (bGZ) belaufen sich auf schätzungsweise 100 Millionen Euro.

Das Verhalten des Gebirges im Zentralteil wird mittels geotechnischer Messungen überwacht. Die Messungen konzentrieren sich auf Bereiche, in denen in

Folge der Verfüllung Änderungen der Belastungs- und Beanspruchungszustände zu erwarten sind. Insbesondere werden mechanisch besonders belastete Tragelemente, wie Salzpfiler, überwacht, um in Abhängigkeit von den Messergebnissen ggf. differenzierte Maßnahmen einleiten zu können. Weiterhin wird mit den geotechnischen Messungen die Wirksamkeit der Verfüllmaßnahmen überprüft.

Klärung sicherheitstechnischer Einzelfragen zur Endlagerung

Ansprechpartner: Peter Brennecke (0 18 88/3 33-19 00)
Jürgen Wollrath (0 18 88/3 33-19 64)

In der Vereinbarung zwischen der Bundesregierung und den Energieversorgungsunternehmen (EVU) vom 14. Juni 2000 wurde festgelegt, dass die Erkundung des Salzstocks Gorleben für mindestens drei und längstens zehn Jahre unterbrochen wird. Die Bundesregierung sieht die Notwendigkeit, die Einkunskriterien für ein Endlager fort zu entwickeln und die Konzeption für die Endlagerung radioaktiver Abfälle zu überarbeiten. Der Stand von Wissenschaft und Technik und die allgemeine Risikobewertung haben sich in den letzten Jahren erheblich weiterentwickelt. Das Moratorium wird mit der laufenden in-

ternationalen Diskussion über die Endlagerung sowie mit grundsätzlichen konzeptionellen und sicherheitstechnischen Fragestellungen begründet, welche die Eignung des Salzstocks Gorleben zweifelhaft erscheinen lassen.

Folgende sicherheitstechnische Fragestellungen wurden identifiziert: Rolle von Naturbeobachtungen und Sicherheitsindikatoren für den Langzeitsicherheitsnachweis, Einfluss chemotoxischer Stoffe im Abfall auf den Sicherheitsnachweis, Vermeidung der Ansammlung kritischer Spaltstoffmassen, Einfluss der Rückholbarkeit der Abfälle aus einem Endlager auf seine Sicherheit, Definition von Isolations- und Nachweiszeitraum, Auswirkungen menschlicher Einwirkungen, Einfluss einer Gasentwicklung auf die Sicherheit des Endlagers, Einsatz von Modellrechnungen im Sicherheitsnachweis, Rolle geochemischer Prozesse auf die Langzeitsicherheit, Einfluss von Safeguards-Konzepten auf die Endlagersicherheit, Stellung des Mehrbarrierenkonzepts im Sicherheitsnachweis und Zusammenfassung der Ergebnisse der vorgenannten Aufgaben in der Aufgabe „Wirtsgesteine im Vergleich – Synthese“. Die Klärung dieser sicherheitstechnischen Einzelfragen wurde dem BFS übertragen.

Die Bearbeitung der Aufgabe Safeguards (Internationale Kernmaterialüberwachung von spaltbarem Material (Uran und Plutonium) gemäß Atomwaffensperrvertrag durch die Internationale Atomenergie-Organisation, IAEA, und gemäß EURATOM-Vertrag durch Euratom, Luxemburg) in einem Endlagerbergwerk erfolgt durch das zuständige Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (BMWA, www.bmwa.de).

Die sicherheitstechnischen Einzelfragen sind verzahnt mit den Ergebnissen des Arbeitskreises Auswahlverfahren Endlagerstandorte (AkEnd, www.akend.de), der im Dezember 2002 seinen Abschlussbericht vorgelegt hat, sowie der Überarbeitung der Sicherheitskriterien aus dem Jahr 1983 für die Endlagerung radioaktiver Abfälle in tiefen geologischen Formationen, die im Auftrag des BMU durch die Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS), Köln, erfolgte.

Die Klärung der sicherheitstechnischen Einzelfragen soll die Wirtsgesteinstypen Salz, Ton bzw. Tonstein, sonstige Gesteine unter Tonbedeckung und kristalline Gesteine als potenzielle Wirtsgesteine für ein Endlager für alle Arten radioaktiver Abfälle in Deutschland umfassen.

Klagen gegen den Planfeststellungsbeschluss Konrad – Sachstand

Ansprechpartner:

Albrecht Kleinfeld (0 18 88/3 33-17 27)

Gegen den am 22. Mai 2002 erteilten Planfeststellungsbeschluss und die dem Beschluss beigefügten wasserrechtlichen Erlaubnisse des Niedersächsischen Umweltministeriums wurden fristgemäß acht Klagen beim zuständigen Oberverwaltungsgericht (OVG) Lüneburg eingereicht.

Ein Privatkläger sowie die Stadt Wolfenbüttel und der Landkreis Wolfenbüttel haben ihre Klage im September bzw. November 2002 zurückgenommen. Die von der Landeskirche Braunschweig vertretenen Pfarren und Pfarrwitwentümer in den Ortsteilen Engenstedt, Beddingen und Sauingen der Stadt Salzgitter haben im Juli 2003 ihre Klage ebenfalls zurückgenommen.

Die Klage einer Anwohnerfamilie und die Klagen der Gemeinden Lengede und Vechelde und der Stadt Salzgitter sind weiterhin anhängig. Die Kläger haben inzwischen zum Teil umfangreiche Klagebegründungen eingereicht.

Das beklagte Land Niedersachsen hat im September 2002 einen Antrag auf Klageabweisung gestellt. Ein Antrag des Energieversorgungsunternehmens E.ON auf Beiladung in allen Verfahren wurde durch gerichtlichen Beschluss vom 30.01.2003 abgelehnt.

Die Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch den Präsidenten des Bundesamtes für Strahlenschutz, ist in allen Verfahren beigeladen worden.

Die noch anhängigen Klagen haben aufschiebende Wirkung. Das bedeutet, dass mit der Umrüstung der Schachanlage Konrad in ein Endlagerbergwerk nicht begonnen werden darf. Der Eintritt der aufschiebenden Wirkung war möglich, weil das BFS seinen Antrag auf Sofortvollzug im Jahr 2000 zurückgenommen hat.

FORSCHUNG FÜR MEHR SICHERHEIT UND STRAHLENSCHUTZ

Zur Durchführung seiner gesetzlichen Aufgaben und für die geordnete und sichere Beendigung der Nutzung der Atomenergie im Rahmen einer neuen Energiepolitik 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 und komplexe Sachverhalte zu bewerten, 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, Forschungsinstituten, 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 2003 wurden rund 160 Untersuchungsvorhaben fachlich und etwa 220 Vorhaben verwaltungsmäßig durch das BfS betreut. Insgesamt standen der BMU-Ressortforschung im Jahr 2003 für den Strahlenschutz knapp 9 Millionen Euro und für die kerntechnische Sicherheit 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:

Dosisrekonstruktion von Milchzähnen mit EPR-Spektroskopie – Dosisrekonstruktion im Ereignisfall mit Hilfe von Lumineszenz- und EPR-Methoden an Umgebungsmaterialien

Ansprechpartner: Stefan Maaß (0 18 88/3 33-23 47)

Infolge verschiedener Unfälle, z. B. in kerntechnischen Anlagen, wurde in den letzten Jahrzehnten eine nicht unerhebliche Anzahl von Personen radioaktiver Strahlung in unterschiedlichem Ausmaß ausgesetzt. Jüngstes Beispiel ist der Unfall von Tokaimura/Japan (September 1999). Nach derartigen Ereignissen zeigt sich häufig, dass Radioaktivitäts- und Ortsdosis(leistungs)messungen nicht in ausreichendem Maße durchgeführt wurden, um die Unfallsituation hinreichend genau beschreiben zu können. Die retrospektive Abschätzung von Strahlenexpositionen ist somit von grundlegender Bedeutung für den medizinischen Notfallschutz und ist ein wichtiger Bestandteil vieler epidemiologischer Untersuchungen. Zur retrospektiven Ermittlung der individuellen Strahlendosis sind Messungen an körpereigenen Materialien von besonderem Interesse. Eine Möglichkeit zur Bewertung zurückliegender Strahlenexpositionen ist die paramagnetische Elektronenresonanz (EPR)-Spektroskopie von Zähnen. Bei der EPR-Dosimetrie wird in der mineralischen Zahnkomponente die durch ionisierende Strahlung erzeugte Konzentration an Radikalen gemessen. Durch die hohe Stabilität der Radikale kann die Methode zur Dosimetrie von lange zurückliegenden Expositionen verwendet werden.



Labor zur Ermittlung der absorbierten Dosis von Milchzähnen mittels EPR-Dosimetrie

Das Thema des ersten Forschungsvorhabens war die Weiterentwicklung der EPR-Spektroskopie von Milchzähnen zur Dosisrekonstruktion bei Kindern. Dies ist von besonderer Bedeutung, da Kinder im Vergleich zu Erwachsenen das größte Strahlenrisiko je Einheitsdosis haben. Sie sind also von den Auswirkungen unkontrollierter Strahlenexpositionen bei Unfällen, unsachgemäßer Anwendung und Entsorgung von Strahlenquellen oder erhöhten natürlichen Expositionen am stärksten betroffen.

Neben der Kalibrierung der EPR-Spektroskopie für die Dosisrekonstruktion wurden die geeigneten Verfahrensschritte zur Aufbereitung der Zahnproben, EPR-Messung und Spektrenauswertung zur Bestimmung der absorbierten Dosis im Zahnschmelz der Milchzähne ermittelt und in einem Anwendungsprotokoll für den Notfall zusammengestellt. Die Nachweisgrenze für absorbierte Strahlendosen von Milchbackenzähnen beträgt 22 Milligray (mGy).

Eine weitere Möglichkeit, mit der Informationen über Dosen retrospektiv ermittelt werden können, stellt die Dosisrekonstruktion anhand von Umgebungsmaterialien und persönlich getragenen Materialien mit Hilfe von Lumineszenz-Methoden dar. Im Rahmen eines Forschungsvorhabens wurden u. a. Materialien untersucht, die betroffene Personen während einer Unfallsituation mit sich führen. Eine Dosisrekonstruktion anhand dieser Materialien würde einen Rückschluss auf die jeweilige Personendosis erlauben. Untersucht wurden Perlmutterknöpfe, Cash-Chips von Kredit- oder Telefonkarten, sowie für die deutsche Population typische Zahnfüllungen, künstliche Zähne, Tabletten und künstliche Rubine in Uhren. Diese Untersuchungen hatten das Ziel, die dosimetrischen Eigenschaften der Materialien mittels Lumineszenz- und EPR-Verfahren zu bestimmen.

Als Lumineszenz bezeichnet man allgemein die Abgabe der Energie eines Atoms im angeregten Zustand in Form von Licht beim Übergang in seinen Grundzustand. Entscheidend für die Eignung der untersuchten Materialien zur Dosisrekonstruktion ist ihre Fähigkeit, angeregte Zustände zu stabilisieren und sich somit zurückliegende Strahlenexposition „merken“ zu können. Durch Erwärmung oder optische Anregung kehren diese angeregten Elektronenzustände unter Aussendung von Licht in den Grundzustand zurück.

Durch die Untersuchungen wurde festgestellt, dass Cash-Chips aus Telefon- und Kreditkarten und einige der untersuchten Zahnfüllungsmaterialien für die Ermittlung der externen Dosen sehr gut geeignet sind. Aktuell wird u. a. der Einfluss der unterschiedlichen Produktionsarten der Cash-Chips auf die Spektren analysiert. Dies erfolgt mit dem Ziel, ein Protokoll für



Verschiedene Materialien, hier Schneidezähne aus Porzellan, wurden überprüft, ob sie zur retrospektiven Ermittlung der Dosen in einer Unfallsituation geeignet sind.

die Anwendung von Lumineszenz-Messungen zur Dosisrekonstruktion mit Cash-Chips zu entwickeln.

Die gewonnenen Ergebnisse aus beiden Forschungsvorhaben dienen der Entwicklung einer bestmöglichen medizinischen Notfallversorgung nach einem Strahlenunfall.

Ermittlung von Anforderungen an die experimentelle Nachweisführung zur Brennstabsicherheit unter Störfallbedingungen für UO₂- und MOX-Brennstäbe mit hohen Abbränden in Leichtwasserreaktoren

Ansprechpartner: Thomas Fröhmel (0 18 88/3 33-15 43)

Im Rahmen von Genehmigungsverfahren muss vor jedem Einsatz neu ausgelegter Brennelemente für jede Kernbeladung und jeden Betriebszyklus gleichermaßen nachgewiesen werden, dass die sich aus den kerntechnischen Regeln und Richtlinien ergebenden sicherheitstechnischen Anforderungen eingehalten werden. Ein wesentlicher Bestandteil der Nachweisführung besteht in der Bewertung des Brennstabverhaltens im bestimmungsgemäßen Betrieb und unter Störfallbedingungen. Hierbei ist nachzuweisen, dass die thermische und mechanische Auslegung der Brennstäbe den Anforderungen an die sicherheitstechnische Funktion der Hüllrohre als Barriere gegen eine Aktivitätsfreisetzung aus dem Brennstoff mit hinreichendem Sicherheitsabstand genügt.

In deutschen Kernkraftwerken mit Druck- und Siedewasserreaktoren (DWR, SWR) kommt im Rahmen der etwa jährlich durchzuführenden Kernnachladungen zunehmend höher angereicherter Brennstoff zum Einsatz, um dadurch eine größere Energiemenge pro Brennstoffeinheit über die Einsatzzeit (sog. „Brennstoffabbrand“ in Megawatttagen pro Kilogramm_{Brennstoff} (MWd/kg_{Brennstoff})) zu erzielen und ins-

gesamt die Brennstoffausnutzung zu optimieren sowie die Menge abgebrannter Brennelemente zu verringern.

Diese Hochabbrandstrategien führen im Vergleich zu früheren Abbrandstrategien zu erhöhter Beanspruchung des Hüllrohrmaterials der Brennstäbe und zu Veränderungen der thermomechanischen Eigenschaften des Brennstoffs, die bei der Bewertung der Brennstabsicherheit berücksichtigt werden müssen. Neben den chemischen und mechanischen Wechselwirkungen zwischen Brennstoff und Hüllrohr sind hierbei als wichtigste abbrandabhängige Phänomene (sog. Hochabbrandeffekte) für den Brennstoff die Ausbildung einer Hochabbrandstruktur und die daraus resultierenden Veränderungen der Wärmeleitfähigkeit und des Spaltgasfreisetzungsverhaltens aus der Brennstoffmatrix von Bedeutung.

Die bisher kumulierte sicherheitsrelevante Betriebserfahrung, insbesondere für Vorläufer- und Testbrennelemente, hat keine Brennstab-Defektursachen aufgrund höherer Abbrände erkennen lassen. Neuere experimentelle Störfalluntersuchungen, z. B. in Frankreich und Japan, haben hingegen Anzeichen dafür ergeben, dass sich die veränderten Brennstabeigenschaften auch auf das Versagensverhalten unter Störfalllasten auswirken und zur Verschiebung von Versagensgrenzen führen können.

In den kommenden Jahren sind weitere internationale Versuchsprogramme zur Brennstabsicherheit unter Störfallbedingungen (z. B. Frankreich, USA) geplant, an denen sich auch deutsche Kernkraftwerksbetreiber und Brennelement-Hersteller beteiligen werden.

Im Rahmen eines Vorhabens waren Anforderungen an durchzuführende Experimente für Kühlmittelverlust- und Reaktivitätsstörfälle zu ermitteln und zusammenzustellen, die aus gutachterlicher Sicht erforderlich sind, um eine hinreichende experimentelle Nachweisbasis für die Brennstabsicherheit von UO_2 und MOX-Brennstäben unter Hochabbrandbedingungen erbringen zu können.

Anhand einer umfangreichen Auswertung des weltweiten Kenntnisstandes hinsichtlich der Einflussgrößen und Hochabbrandeffekte sowie einer Bewertung ihrer jeweiligen Bedeutung für das Störfallverhalten wurden eine Reihe von Empfehlungen vorgeschlagen. Diese sind sowohl bei der Festlegung der experimentellen Randbedingungen als auch bei der Auswahl der Konfiguration der Testbrennstäbe hinsichtlich ihrer Repräsentativität primär zu beachten, damit die Übertragbarkeit der experimentellen Ergebnisse auf reale Störfallbedingungen im Reaktorkern gewährleistet ist.

Die Ergebnisse des Vorhabens liefern einen wichtigen fachlichen Beitrag für die Arbeit der zuständigen behördlichen Gremien und der den BMU beratenden Reaktorsicherheitskommission im Hinblick auf die

Fortschreibung der Anforderungen an die Brennelementensicherheit, die den im Rahmen von Genehmigungsverfahren zu erbringenden Nachweisen zugrunde liegen.

Einsatz von Thermoelementen im Rahmen der Betriebsüberwachung von Kernkraftwerken

Ansprechpartner: Burkhard Ernst (0 18 88/3 33-15 42)

Mit einem seit mehreren Jahrzehnten angewendeten Standardverfahren werden in Kernkraftwerken die Temperaturmessungen mit Thermoelementen durchgeführt. Neue Berechnungsmethoden und die Entwicklung der Messwerterfassung und der Messwertspeicherung haben eine Verbesserung bei der Erfassung schneller Temperaturänderungen ermöglicht. Die Rohrleitungen in Kernkraftwerken unterliegen einer Werkstoffermüdung durch Temperaturbeanspruchungen wie z. B. Thermoschocks und Temperaturschichtungen. Zur Überwachung werden im allgemeinen Thermoelemente verwendet, die auf den Rohraußenoberflächen durch unterschiedliche Befestigungsmethoden angebracht werden. Obwohl alle Messanordnungen zeitlich konstante Temperaturen korrekt erfassen, unterscheiden sie sich bei der Ermittlung sehr schneller Temperaturänderungen. Aufgrund der unterschiedlichen Wärmeleitvorgänge in den verschiedenen Befestigungssystemen ergeben sich Differenzen zwischen der wahren und der gemessenen Temperatur der Rohroberfläche. Diese Fehler in der Temperaturmessung haben zur Folge, dass in Rohrleitungen mit großen, schnellen Temperaturänderungen die realen Spannungen im Wandmaterial faktisch bis zu einem Faktor 2 größer sein können als die aus den falschen Temperaturen berechneten. Insbesondere bei hohen Ermüdungsgraden kann dieses zu relevanten Fehlbeurteilungen führen.

In einem Untersuchungsvorhaben wurden in einem Versuchsrohr entsprechende Temperaturschocks erzeugt und die auftretenden Temperaturdifferenzen sowohl messtechnisch als auch mit einem rechnerischen Modell in Abhängigkeit von der Befestigungsmethode ermittelt. Anschließend wurden die Auswirkungen auf die Spannungs- und Ermüdungsanalyse bewertet, um Aussagen zum Gültigkeitsbereich von Ermüdungsnachweisen machen zu können.

Für fünf Installationen wurden Berechnungsmodelle mit finiten Elementen erstellt, die einen rechnerischen Vergleich mit den durchgeführten Thermoschockversuchen ermöglichten. Die Rohrwand, das darauf befestigte Thermoelement mit den Schellen, Spannbändern, Isolierkissen und die äußere Ge-

	Die Thermoelemente sind auf einem Spannband vorbefestigt. Die über dieses Spannband hinausragenden Köpfe der Thermoelemente werden mit kleinen punktgeschweißten Schellen einzeln auf dem Rohr befestigt. Die Installation wird direkt ohne Schutzschelle isoliert.
	Die Thermoelemente sind mit kleinen Schellen auf einem breiten Spannband befestigt. Sie ragen aber nicht über, sondern der Kopf ist ebenfalls mit einer Folie außen auf dem Spannband befestigt. Die Installation wird außen durch eine massive Schutzschelle abgedeckt.
	Die Thermoelemente werden mit kleinen Schellen auf einem Spannband vorbefestigt. Die Köpfe ragen über dieses Band hinaus und werden mit einem zweiten Spannband auf die Rohroberfläche gedrückt. (Häufigste Installationsart in deutschen KKW).
	Die Thermoelemente werden auf einem Spannband vorbefestigt. An den Messpositionen befindet sich unter dem Spannband jeweils ein Glasfaserpolster, mit dem das Thermoelement auf die Rohroberfläche gedrückt wird. Die Installation wird ohne weiteren Schutz direkt isoliert.
	Die Thermoelemente werden mit Spannbändern auf die Rohroberfläche gedrückt. Zwischen Aufnehmer und Spannband befindet sich ein Isolierkissen zur Wärmeisolation und zum mechanischen Schutz des Thermoelements.

Skizze und Beschreibung der verwendeten Installationsarten für die Thermoelemente

samtisolierung wurden in einem zweidimensionalen Modell abgebildet, in dem zusätzlich der innere Aufbau der Mantelthermoelemente mit der Schweißperle, der Isolation und dem Mantel berücksichtigt wurden. Das Berechnungsmodell enthält Luftschichten, deren Dicken als freie Parameter für die Anpassung an die gemessenen Werte zur Verfügung stehen. Während der Thermoschockversuche wurde 20 °C kaltes Wasser in die 200 °C bis 300 °C heißen Rohre geleitet. Bei der Ausgangstemperatur des Versuchsröhres von 200 °C wurden an der Rohroberfläche mit genau messenden (sogenannten schnellen) Temperaturmessfolien 13 Kelvin pro Sekunde (K/s) und mit den Installationen niedrigere Werte gemessen. Die in der Handhabung empfindlichen Temperaturmessfolien eignen sich jedoch nicht für den Einsatz in Kraftwerken. Mit einigen Installationsarten wird der maximale Wert des Temperaturgradienten nur zu 60 % seines tatsächlichen Wertes bestimmt. In Kernkraftwerken aufgenommene Messreihen wurden zur Prüfung der Modelle für die Installationen und zur Bestätigung der ermittelten Korrekturfaktoren herangezogen. Mit geeigneten Finite-Elemente-Modellen, die den inneren Aufbau der Installation berücksichtigen, können die Temperaturmesswerte derart umgerechnet werden, dass deren Trägheit eliminiert wird und die für die Bauteilermüdung relevanten thermischen Vorgänge im Rohr realitätsnah bestimmt werden. Somit kann eine Ermüdungsbeurteilung mit hinreichender Genauigkeit vorgenommen werden. Weiterhin ist eine Modifizierung der Berechnungsmodelle für die Auswertung von Messwerten aus anderen Installationsarten möglich.

Unterschiede bei der Ablagerung von Radionukliden auf verschiedenen Blattgemüsearten

Ansprechpartnerin:

Christine Willrodt (0 18 88/3 33-25 42)

Nach einer Radionuklidfreisetzung in die Umwelt dient Blattgemüse als Indikatorpflanze für die Höhe der Kontamination der gesamten einheimischen pflanzlichen Nahrungsmittel. In einem Forschungsvorhaben wurden die sich aufgrund artspezifischer Wuchsform und Oberflächenrauigkeit der Blätter ergebenden Einflüsse quantifiziert. Mit diesem Wissen lassen sich im Ereignisfall die radioökologische Bewertung von Messwerten und die darauf aufbauenden Empfehlungen verbessern, die im Rahmen des Strahlenschutzvorsorgegesetzes (StrVG) durchzuführen sind.



Depositionskammer (bestückt mit Spinat, Grün- und Weißkohl)
(Quelle: GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit GmbH, Institut für Strahlenschutz, 85764 Neuherberg)

In jeweils zwei Versuchsreihen wurde die trockene, homogene Ablagerung von elementarem Radiojod und partikulärem Radiocäsium auf erntereifen Frühlings- und Herbstblattgemüsearten untersucht. Spinat wurde als Referenz sowohl beim Frühlingsgemüse als auch beim Herbstgemüse beprobt. Bei Frühjahrsblattgemüse wies Spinat die signifikant höchsten und Kopfsalat die niedrigsten Radiojodkonzentrationen auf, während Endivie und Eichblattsalat im mittleren Bereich lagen. Die Radiocäsiumkonzentrationen waren bei Kopfsalat wiederum signifikant am niedrigsten, bei Spinat, Eichblattsalat und Endivie ergab sich bei beiden Versuchsläufen keine eindeutige Reihung. Bei Versuchen mit Herbstblattgemüse waren die Radiojodkonzentrationen bei Spinat am höchsten, gefolgt von Grünkohl und dann mit deutlichem Abstand Weißkohl. Die Radiocäsiumkonzentrationen bei Grünkohl waren bei beiden Versuchen etwa doppelt so hoch wie beim Spinat, während die mittleren Radiocäsiumkonzentrationen beim Weißkohl wiederum deutlich geringer ausfielen.

Insgesamt unterschieden sich die mittleren Aktivitätskonzentrationen bei den einzelnen Gemüsearten um einen Faktor von etwa 2–9. Lediglich bei Weißkohl sind die innenliegenden Blätter so geschützt, dass sowohl die Jod- als auch die Cäsiumaktivitätskonzentrationen der gesamten Pflanze um bis zu zwei Größenordnungen niedriger waren als bei Grünkohl und Spinat. Die im Falle einer trockenen Deposition gemessenen bzw. prognostizierten Aktivitätskonzentrationen sollten somit für Kohlköpfe separat ausgewiesen werden, da sie aufgrund ihrer Wuchsform deutlich geringere Werte aufweisen als andere Blattgemüsearten.

Testsystem für radonrückhaltende Maßnahmen

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

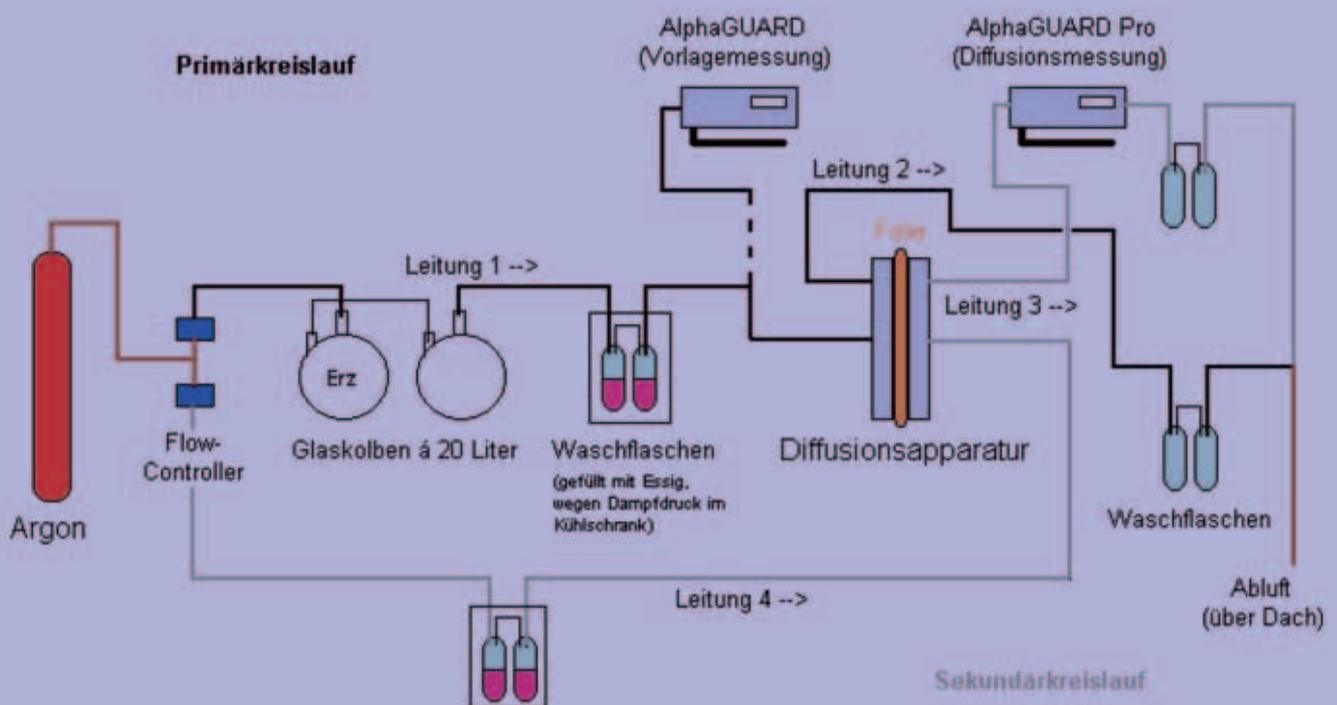
Ziel des Forschungsvorhabens war die Entwicklung eines Testsystems zur quantitativen Bewertung der radonrückhaltenden Wirkung von Materialien wie Dämmschäumen, Beschichtungen und Folien. Dieses Testsystem sollte neben Materialien mit ebener Geometrie auch die Untersuchung von Rohrmaterialien und deren Verbindungen ermöglichen.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurde ein „dynamisches“ Verfahren entwickelt, das sich in sei-

nem physikalischen Prinzip grundsätzlich von der bisher gebräuchlichen Untersuchungsmethodik unterscheidet.

Ein Trägergas (z. B. Argon) durchströmt, kontrolliert von Durchflussreglern, ein Radon freisetzendes Volumen (V) und gelangt über Leitung 1 in die Vorlagekammer (V). Gleichzeitig gelangt radonfreies Argon über Leitung 4 in die Diffusionskammer (D) der Diffusionsapparatur. Beide Kammern sind als Spiralen mit sehr kleinen aktiven Volumina ausgebildet, die durch das zu untersuchende Material (z. B. Folie) getrennt sind. In Abhängigkeit von der Materialart und der Materialdicke diffundiert Radon aus der Vorlage in die Diffusionskammer. Das sich verändernde Verhältnis der Radonkonzentration in den beiden Hälften der Diffusionskammer ist ein Maß für die Diffusionseigenschaften des Materials. Alternativ zu Radon kommen auch die radioaktiven Edelgase ^{41}Ar , $^{85\text{m}}\text{Kr}$ oder ^{125}Xe zur Anwendung.

Mit der Untersuchungsmethodik können das Verständnis des Diffusionsprozesses durch Materialien unterschiedlicher Gruppeneigenschaften grundlegend qualifiziert und die strukturellen Voraussetzungen für die Radondichtheit von Materialien (z. B. von Kunststofffolien) ermittelt werden. So wurde z. B. festgestellt, dass Folien auf Siloxan-Basis das Radon vergleichsweise schnell hindurch diffundieren lassen. Die Ermittlung von Gruppeneigenschaften gestattet es im Weiteren, zielgerichtet radondichte Materialien zu entwickeln.



Schematische Darstellung der Messeinrichtung

INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT

Ansprechpartner: Michael Thieme (0 18 88/3 33-21 30)

Das BFS arbeitet auf allen im Amt vertretenen Bereichen – Strahlenschutz, Sicherheit in der Kerntechnik, Transport und Zwischenlagerung radioaktiver Stoffe sowie Sicherheit bei der Endlagerung radioaktiver Abfälle – auch auf internationaler Ebene mit anderen Organisationen und Gremien zusammen. Diese Zusammenarbeit dient im Wesentlichen zwei Zielen, zum einen dem Informationsaustausch, zum anderen der Erarbeitung von hohen, international anerkannten Standards. In beiden Fällen geht es um den aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik, der bei der Fortschreibung internationaler Sicherheitsstandards eine besondere Rolle spielt.

Die große Plattform für den Erfahrungsaustausch, für Diskussionen und für gegenseitiges Hinterfragen der nationalen Vorgehensweisen bieten vor allem die verschiedenen Gremien der Nuclear Energy Agency (NEA) der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) [www.nea.fr]. Dies ist eine wichtige Möglichkeit den Stand von Wissenschaft und Technik zu verfolgen.

Die Internationale Atomenergieorganisation IAEO [www.iaea.org] nimmt viele Aufgaben wahr. Neben der Überwachung des spaltbaren Materials im Rahmen des Atomwaffensperrvertrages dient die Zusammenarbeit mit den Mitgliedsstaaten der Informationssammlung im nuklearen Bereich und ganz wesentlich auch der Erstellung und Fortentwicklung von Sicherheitsstandards. Diese Regelungen stellen den im Konsens erreichten Stand der Anforderungen an die Sicherheit im Strahlenschutz, in der Kerntechnik, beim Transport und bei der Entsorgung radioaktiver Abfälle dar. Das augenscheinlichste Beispiel für international erarbeitete und beachtete Regeln ist der Transportbereich. Radioaktive Quellen und abgebrannte Brennelemente werden über nationale Grenzen hinweg mit verschiedenen Verkehrsträgern transportiert. Die zugehörigen Regelungen greifen alle auf die von der IAEO verabschiedeten Transportstandards zurück.

Im Bereich der Europäischen Union [http://europa.eu.int/comm/energy/nuclear/safety/index_en.htm] bildet der EURATOM-Vertrag den Rahmen für die internationale Zusammenarbeit. Dabei ergeben sich für die verschiedenen Bereiche unterschiedliche Umsetzungen: Für den Strahlenschutz besteht in den EU-Mitgliedsländern eine unmittelbare Rechtsfolge, d. h. die Richtlinien der EU sind in nationales Recht umzusetzen. Speziell im Strahlenschutz

gibt die EU obere Grenzen vor, die im nationalen Recht eingehalten werden müssen aber auch unterschritten werden können. Die Berücksichtigung der ICRP Empfehlung 60 aus dem Jahre 1990 in den novellierten „EURATOM-Grundnormen“ (Richtlinie 96/29/EURATOM vom 13. Mai 1996) führte daher zur Erweiterung und zu Neufassungen der deutschen Strahlenschutzverordnung und der Röntgenverordnung in den Jahren 2001 bzw. 2002. Anders als im Strahlenschutzbereich gibt nach der derzeitigen deutschen Auslegung der EURATOM-Vertrag der EU-Kommission keine darüber hinausgehenden Befugnisse im Bereich der nuklearen Sicherheit. Allerdings laufen derzeit, von der Kommission angestoßen, Diskussionen über die Ausweitung von Zuständigkeiten. Zwei Richtlinien zu allgemeinen Grundsätzen im Bereich der kerntechnischen Sicherheit und zur Entsorgung abgebrannter Brennelemente wurden in diesem Zusammenhang von der Kommission vorgeschlagen (sog. Nuklearpaket). Entscheidungen wurden bis Ende 2003 noch nicht getroffen. Im Rahmen der Diskussionen um eine EU-Verfassung hat die Bundesregierung eine grundlegende Überarbeitung des EURATOM-Vertrags befürwortet, über inhaltliche Änderungen konnte jedoch innerhalb des Europäischen Konvents kein Konsens erzielt werden. Die unterschiedlichen Verfahrensvorschläge reichten von einer Integration des EURATOM-Vertrags in die Verfassung bis zu Forderungen nach einer ersatzlosen Abschaffung. Schlussendlich einigte man sich darauf, dass der EURATOM-Vertrag nicht Bestandteil der Verfassung wird, sondern als eigenständiger Vertrag mit eigener Rechtspersönlichkeit bestehen bleibt. Damit ergibt sich die Möglichkeit, zu einem späteren Zeitpunkt eine inhaltliche Überprüfung anzustreben.

Dieses Ergebnis wurde während der Beratungen der Regierungskonferenz Ende 2003 beibehalten. Über ein Änderungsprotokoll werden nunmehr technische Anpassungen an die Verfassung vorgenommen, die hauptsächlich im institutionellen Bereich liegen.

Zusätzlich zu den großen internationalen Organisationen und Gremien gibt es noch eine Reihe bilateraler und multilateraler Abkommen und Verträge, mit denen die Bundesrepublik Deutschland Verpflichtungen eingegangen ist. So haben etwa die wesentlichen Grundprinzipien der nuklearen Sicherheit, z. B. formuliert in den Standards der IAEO, Eingang gefunden in das internationale Übereinkommen über nukleare Sicherheit sowie in das internationale Übereinkommen über nukleare Entsorgung (www-ns.iaea.org/conventions.htm, s. a. Seite 25). Mit diesen völkerrechtlichen Verträgen haben sich die Unterzeichnerstaaten verpflichtet, hohe Anforderungen

einzuhalten, über ihre Umsetzung regelmäßig zu berichten und entsprechende Nachfragen der anderen Staaten zu beantworten.

Weitere Organisationen und Gremien, in denen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des BfS vertreten sind, sind u.a. die Weltgesundheitsorganisation WHO [www.who.int], UNSCEAR (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, www.unscear.org), die internationalen Strahlenschutzkommissionen für ionisierende und nicht-ionisierende Strahlen ICRP [www.icrp.org] und ICNIRP [www.icnirp.de] sowie die Organisation, die den Vertrag über das umfassende Verbot von Nuklearversuchen überwacht, CTBTO [www.ctbto.org].

Die Mitarbeit des BfS in internationalen Gremien erfolgt zum einen in persönlicher Mitgliedschaft, zum anderen in Unterstützung des BMU, das in solchen Gremien die Bundesrepublik Deutschland vertritt. An einigen konkreten Beispielen wird im Folgenden dargestellt, wie die internationale Zusammenarbeit abläuft und welche Ergebnisse im Jahr 2003 erzielt worden sind.

Übergreifende Aktivitäten im Bereich Schutz vor ionisierender und nicht-ionisierender Strahlung

Die Schwerpunkte der internationalen Aktivitäten im Bereich des Schutzes vor den Risiken und Gefahren ionisierender Strahlung lagen im Berichtsjahr auf der Erarbeitung der neuen Empfehlungen der ICRP zur Fortentwicklung des Systems des Strahlenschutzes. Sie haben zum Ziel, das inzwischen doch recht komplexe System transparenter sowie in der Begründung durchgängiger und einfacher zu gestalten. Einige wesentliche Punkte sind die Neudefinition des Prinzips der Rechtfertigung, die Fokussierung der Strahlenschutzbemühungen auf den einzelnen Menschen, die Betonung der Notwendigkeit von beteiligungsorientierten Entscheidungsprozessen („stakeholder involvement“) bei der Optimierung von Maßnahmen des praktischen Strahlenschutzes sowie die Etablierung eines Systems, das auf den Schutz der Umwelt abzielt. Die ICRP hat zu den neuen Überlegungen einen offenen und breit angelegten Diskurs mit nationalen und internationalen Organisationen etabliert, um frühzeitig die Erkenntnisse der im Strahlenschutzvollzug tätigen Institutionen in die Überlegungen einzubeziehen. Insbesondere die OECD/NEA hat sich diesem Diskussionsprozess durch entsprechende Gestaltung ihrer Beratungstätigkeit mit Nachdruck gewidmet. Die Fragen der Sicherheit radioaktiver Quellen wurden im Berichtsjahr sowohl durch die IAEA als auch durch die EU intensiv beraten. Aufgrund unterschiedlicher Interessenslagen und Zielsetzungen von IAEA und EU sind die erarbeiteten fachlichen Positionen aber leider nicht in allen Punkten deckungsgleich.

Im Bereich der nicht-ionisierenden Strahlung stand die Beratung der ICNIRP zur Erarbeitung von Leitfäden im Vordergrund. Schwerpunkte betrafen 2003 die statischen und die niederfrequenten elektrischen und magnetischen Felder, die optische Strahlung sowie die Anwendung nichtionisierender Strahlen in der Medizin. Die Leitfäden bilden die Grundlage der in Teilbereichen bestehenden Strahlenschutzregelungen in vielen Staaten der Europäischen Union und darüber hinaus. Ihnen kommt besonders auch vor dem Hintergrund fehlender durchgängiger Strahlenschutzgesetze in diesem Bereich große Bedeutung zu.

ICNIRP hat für die Bewertung der wissenschaftlichen Befunde bei Exposition durch niederfrequente elektrische und magnetische Felder einen Review publiziert, der die Bereiche Dosimetrie, Biologie und Epidemiologie umfasst. Dieser Review stellt einen wesentlichen Beitrag zur Risikobewertung durch die WHO dar und wird für ICNIRP die Grundlage zur Überarbeitung der Empfehlungen zur Begrenzung der Exposition von Personen sein.

Lange Zeit kontrovers diskutiert wurde ein EU-Richtlinienentwurf zum Arbeitsschutz im Bereich der nieder- und hochfrequenten elektromagnetischen Felder (EMF). Die nunmehr verabschiedete Richtlinie entspricht den Empfehlungen der ICNIRP, die auch Grundlage einer Ratsempfehlung zum Schutz der Bevölkerung sind.

Im Rahmen des Internationalen EMF Programms der WHO [<http://www.who.int/peh-emf/en/>] wurde vor allem der Forschungsbedarf im Bereich der hochfrequenten elektromagnetischen Felder diskutiert. Hier konnte das BfS, auch vor dem Hintergrund des Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramms [www.emf-forschungsprogramm.de], wesentliche Beiträge leisten.

Zusammenarbeit mit der IAEA

Die Anstrengungen der IAEA zur Erstellung international anerkannter Sicherheits-Standards werden vom BfS aktiv unterstützt. Die Mitarbeit in den Regelungsgremien der IAEA bietet dem BfS die Möglichkeit, die deutsche Sichtweise in die internationalen Regelungen einzubringen und damit auch den internationalen Stand von Wissenschaft und Technik mit zu gestalten.

Das BfS unterstützt die fachliche Arbeit der deutschen Vertretung in den entsprechenden Gremien. Die hier entworfenen und verabschiedeten Regeln stellen Dokumente dar, die auch für Deutschland eine wichtige Quelle zur Ermittlung des Standes von Wissenschaft und Technik bilden. Die Entwürfe dieser Regeln durchlaufen einen umfassenden Beteili-

gungsprozess während ihrer Entstehung. Es besteht z. B. in einigen Mitgliedsländern der IAEO, so auch in Deutschland, die Möglichkeit zur Kommentierung durch jedermann. Im BfS werden diese Beteiligungen für Deutschland im Bereich der kerntechnischen Sicherheit und der nuklearen Entsorgung durchgeführt. Eine große Zahl der Regelungstexte wurde diesem Prozess bereits unterworfen. Die verabschiedeten Sicherheits-Standards sind frei zugänglich und können auf der Webseite der IAEO abgerufen werden.

Im Bereich Strahlenschutz, Sicherheit der Endlagerung radioaktiver Abfälle und Transportsicherheit wirkt das BfS bei der Erarbeitung von zur Zeit 23 Sicherheitsstandards mit, die 2004 bzw. 2005 fertiggestellt und veröffentlicht werden. Diese Mitwirkung erlaubt es, deutsche Normen und Erfahrungen in die Gestaltung internationaler Standards mit einfließen zu lassen. Sie ist ein wichtiger Beitrag zur Verbesserung der Sicherheit auf diesen Gebieten weltweit.

Für den Erfolg eines nachhaltigen IAEO-Programms zur Aus- und Weiterbildung im Bereich Strahlenschutz und Sicherheit radioaktiver Abfälle ist neben der Verbesserung der Zusammenarbeit innerhalb der IAEO vor allem die Unterstützung dieser Aktivitäten durch die Mitgliedsstaaten entscheidend, insbesondere durch Bildung von regionalen Trainingszentren bzw. von sog. Collaborating Centres. Das sind Zentren, die selbst keine regelmäßigen Trainingskurse durchführen, aber das Fachwissen und die Expertise haben, um Trainingsaktivitäten in jeglicher Form unterstützen zu können.

Das BfS hat als Collaborating Centre in den letzten 10 Jahren einen wesentlichen Beitrag zu zahlreichen IAEO-Trainingsaktivitäten geleistet. Es nimmt eine Koordinierungsfunktion wahr und kann dadurch die langjährige Erfahrung zahlreicher Weiterbildungsstätten in Deutschland und das dort vorhandene Wissensspektrum der Dozenten bündeln und international besser nutzbar machen.

Ein weiteres Tätigkeitsfeld war die Mitarbeit bei der Erstellung eines Bewertungssystems, das der IAEO und ihren Mitgliedsstaaten hilft, anhand bestimmter Kriterien und sog. Performance Indicators den jeweiligen Stand der Aus- und Weiterbildung im Strahlenschutz zu bestimmen. So können Stärken und Schwächen von Infrastrukturen erkannt und gezielt verbessert werden. Durch die Entwicklung von Richtlinien, Methoden und Verfahren zur Bewertung von Aus- und Weiterbildungsstrukturen wird ein einheitlicher internationaler Standard für die Qualität der Aus- und Weiterbildung im Strahlenschutz festgelegt. Diese Entwicklung ist angesichts der Problematik des Kompetenzerhalts auch für die Staaten der Europäischen Union von großer Bedeutung.

Zusammenarbeit mit der OECD/NEA

Der Nuclear Energy Agency (NEA), einer speziellen Organisation innerhalb der OECD mit Sitz in Paris, gehören derzeit 28 Länder an. Der Schwerpunkt der Arbeit liegt darin, ein Forum zu bieten, innerhalb bzw. mit Hilfe dessen Informationen und Erfahrungen ausgetauscht werden und die internationale Zusammenarbeit gestärkt wird.

Das BfS arbeitet u.a. in den folgenden wichtigen Gremien der NEA mit:

1. Committee on Nuclear Regulatory Activities (CNRA)

Kernbestandteil der Arbeit ist ein intensiver Austausch zu nationalen regulatorischen Entwicklungen und Ereignissen in kerntechnischen Anlagen. Im CNRA werden weiterhin alle Fragestellungen besprochen, die aus dem Bereich der Genehmigung und Aufsicht über kerntechnische Anlagen derzeit weltweit aktuell sind, wie z. B. Sicherheitsmanagement, Sicherheitsindikatoren, Kompetenzerhalt und Effektivität der atomrechtlichen Behörden, Auswirkungen der liberalisierten Strommärkte und die resultierenden Herausforderungen auf die Überwachung der Anlagen.

Seit 1992 hat das CNRA eine Arbeitsgruppe, in der speziell die praktischen Fragen der atomrechtlichen Aufsicht über Nuklearanlagen behandelt werden. In dieser Working Group on Inspection Practices WGIP arbeitet das BfS seit 1993 mit und stellt derzeit den Vorsitzenden. 2003 wurden die Themen Aufsicht über Forschungsreaktoren und über Anlagen der Ver- und Entsorgung abgeschlossen. Die aktuell bearbeiteten Themen behandeln die Aufsicht bei der Durchführung größerer Anlagenänderungen, beim Einsatz von Fremdfirmen in Bereichen mit Bedeutung für die nukleare Sicherheit sowie die der Aufsicht zur Verfügung stehenden Maßnahmen zur Durchsetzung behördlicher Maßnahmen und sicherheitstechnischer Anforderungen. Für 2004 ist wiederum – nunmehr zum siebten Mal – ein Workshop mit relevanten Themen zur Aufsichtspraxis vorgesehen, zu dem Aufsichtsbeamte aus allen Mitgliedsländern erwartet werden.

2. Committee on the Safety of Nuclear Installations (CSNI)

In der Fuel Cycle Safety Group, einer Arbeitsgruppe im Rahmen des Austausches von Betriebserfahrungen, arbeitet das BfS seit 1993 mit. Arbeitsthemen im Jahre 2003 waren das Internationale Berichtswesen über bedeutsame Ereignisse sowie Randbedingungen der Kritikalitätssicherheit bei Lagerung und Transport von abgebrannten Brennelementen. Die Arbeitsgruppe pflegt darüber hinaus ein Handbuch über Sicherheitsfragen von Anlagen der nuklearen Ver- und Entsorgung.

3. Die Working Party on Decommissioning and Dismantling (WPDD) des Radioactive Waste Management Committee (RWMC)

WPDD beschäftigt sich mit den Fragen der Stilllegung kerntechnischer Anlagen. Das BfS arbeitet hier seit der Gründung dieser Gruppe im Jahr 2001 aktiv mit und stellt derzeit den stellvertretenden Vorsitzenden, der auch die WPDD-Belange im RWMC vertreten hat.

Im Jahr 2003 lag ein Schwerpunkt der Arbeiten auf dem Thema „Stilllegungs-Strategie“, zu dem Anfang September ein internationales Seminar in Tarragona, Spanien, stattgefunden hat. Nach der Publikation der Broschüre „The Decommissioning and Dismantling of Nuclear Facilities – Status, Approaches, Challenges“, die sich an die interessierte Öffentlichkeit und Entscheidungsträger, insbesondere auch auf lokaler Ebene, richtet, wird jetzt an einem Faltblatt gearbeitet, das die breite Öffentlichkeit über die Stilllegung informieren soll.

Informationen über die Situation der Stilllegung in einzelnen OECD/NEA-Mitgliedsländern werden jährlich aktualisiert und auf der NEA-Internetseite vorgehalten.

Die Arbeit zur Vorbereitung eines internationalen Workshops, der eine aktuelle Bilanz über die Stilllegung geben und im September 2004 in Rom stattfinden soll, ist aufgenommen worden. Ein erstes Konzept für diesen Workshop liegt vor.

Zusammenarbeit im Rahmen der CTBTO

Das BfS unterstützt das Auswärtige Amt in Fragen der Überwachung des Umfassenden Verbotes von Nuklearversuchen (Comprehensive Test-Ban Treaty – CTBT). Als deutsche Fachbehörde für den Bereich Radionuklidmesstechnik arbeitet das BfS sehr eng mit der Vertragsorganisation in Wien beim Aufbau und der Fortentwicklung des internationalen Messsystems zur Überwachung des Teststopps zusammen. Das BfS betreibt hierzu auf dem Schauinsland oberhalb von Freiburg eine von weltweit 80 Messstationen zum Nachweis von aerosolgebundenen Radionukliden und radioaktivem Edelgas in der Luft. Für den Nachweis unterirdischer Tests kommt dem radioaktiven Xenon eine Schlüsselrolle zu. In einem auf mehrere Jahre angelegten internationalen Vergleichsexperiment werden mehrere automatische Xenon-Messsysteme in sog. regionalen Clustern (Europa, Nordame-

rika, Südostasien) im Probetrieb getestet, darunter auch auf der Station Schauinsland. Dem Edelgaslabor des BfS wurde dabei die Rolle eines Referenzlabors übertragen, das Zweitmessungen an Proben bzw. Qualitätssicherungsmessungen vornimmt. Die langjährigen Messreihen des BfS bilden eine wichtige Datengrundlage für die Charakterisierung des anthropogenen Untergrundes von Xenon-133. Ferner unterstützt das BfS das Technische Sekretariat der CTBTO bei der Entwicklung von Auswertesoftware von Gammaskpektren mit dem Ziel, die Nachweisempfindlichkeit und die Genauigkeit von Datierungen zu verbessern.

Neben Xenon ist auch das radioaktive Edelgas Krypton-85 interessant für die Erkennung von ziviler oder militärischer Aufarbeitung von Kernbrennstoffen. Das Edelgaslabor des BfS analysiert regelmäßig Kryptonproben nicht nur aus Deutschland, sondern aus Madrid, Tsukuba (Japan), Jungfrauoch (Schweiz), Wien, Guernsey und der Antarktis, die von internationalen Partnerinstitutionen gesammelt und nach Freiburg verschickt werden. Die Kenntnis des Untergrundes und dessen zeitliche und geographische Variabilität sowie der Korrelation von Quellen und Probennahmeorten bilden eine wichtige Grundlage für die Abschätzung der Aussagekraft solcher Messungen für die Verifikation von Rüstungskontrollabkommen.



Messcontainer auf dem Schauinsland für die Überwachung des Kernwaffenteststoppsabkommens mit Satellitenantenne zur Datenübertragung an das Internationale Datenzentrum in Wien

AUSGEWÄHLTE EINZELTHEMEN

STRAHLENEXPOSITION DER BEVÖLKERUNG DURCH NATÜRLICHE RADIONUKLIDE IN BAUMATERIALIEN

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

Natürliche Radionuklide in Baumaterialien

Seit mehr als 25 Jahren werden in Deutschland Untersuchungen und Bewertungen der Strahlenexposition

durch natürliche Radionuklide in Natursteinen, Baumaterialien und Rückständen industrieller Prozesse mit zwei Zielstellungen durchgeführt:

1. Ermittlung des Beitrages natürlicher Radionuklide in Baumaterialien zur gesamten Strahlenexposition der Bevölkerung,

Material	Ra-226 in Bq•kg ⁻¹ Mittelwert (Bereich)		Th-232 in Bq•kg ⁻¹ Mittelwert (Bereich)		K-40 in Bq•kg ⁻¹ Mittelwert (Bereich)	
Baustoffe natürlichen Ursprungs						
Granit	100	(30 - 500)	120	(17 - 311)	1000	(600 - 4000)
Gneis	75	(50 - 157)	43	(22 - 50)	900	(830 - 1500)
Diabas	16	(10 - 25)	8	(4 - 12)	170	(100 - 210)
Basalt	26	(6 - 36)	29	(9 - 37)	270	(190 - 380)
Granulit	10	(4 - 16)	6	(2 - 11)	360	(9 - 730)
Grauwacke	41	(26 - 51)	35	(13 - 46)	760	(700 - 780)
Quarzporphyr	54	(15 - 86)	77	(53 - 98)	1300	(1000 - 2100)
Lamprophyr	17	(6 - 30)	12	(7 - 21)	270	(130 - 330)
Kalkstein/Marmor	24	(4 - 41)	5	(2 - 20)	90	(< 40 - 240)
Sandstein, Quarzit	20	(13 - 70)	25	(15 - 70)	500	(< 40 - 1100)
Kies, Sand, Kiessand	15	(1 - 39)	16	(1 - 64)	380	(3 - 1200)
Gips, Anhydrit	10	(2 - 70)	7	(1 - 100)	70	(6 - 380)
Lava	42	(20 - 70)	42	(25 - 60)	720	(490 - 890)
Tuff, Bims	100	(<20 - 200)	100	(30 - 300)	1000	(500 - 2000)
Finalbaustoffe, Bindemittel						
Ziegel/Klinker	50	(10 - 200)	52	(12 - 200)	700	(100 - 2000)
Beton	30	(7 - 92)	23	(4 - 71)	450	(50 - 1300)
Kalksandstein, Porenbeton	15	(6 - 80)	10	(1 - 60)	200	(40 - 800)
Leichtbetonsteine mit Zuschlag aus Bims	80	(20 - 200)	90	(30 - 300)	900	(500 - 2000)
Holzwohle-Leichtbauplatten	21	(19 - 25)	12	(11 - 14)	210	(50 - 360)
Zement (nicht spezifiziert)	97	(23 - 330)	20	(11 - 37)	320	(110 - 500)
Portlandzement	30	(10 - 50)	20	(10 - 40)	200	(100 - 700)
Hüttenzement	60	(20 - 100)	80	(30 - 200)	100	(< 40 - 200)
Tonerdenschmelzzement	150	(100 - 200)	150	(100 - 200)	40	
Kalk, Kalkhydrat	30	(13 - 60)	41	(2 - 93)	150	(20 - 600)
Fertigmörtel, Fertigputz	30	(< 20 - 100)	30	(< 20 - 100)	300	(< 40 - 500)
Rückstände						
Schlacken						
Cu-Schlacke, alte Produktion	1500	(860 - 2100)	48	(18 - 78)	520	(300 - 730)
Cu-Schlacke, neue Produktion	770	(490 - 940)	52	(41 - 60)	650	(530 - 760)
P-Schlacke	53	(32 - 86)	74	(65 - 82)	170	(58 - 270)
Stahlschlacke	10	(6 - 13)	4	(1 - 7)	11	(1 - 21)
Hochofenschlacke	100	(40 - 200)	100	(30 - 300)	500	(200 - 1000)
Bergbauabraum	700	(36 - 5900)	70	(27 - 100)	700	(40 - 1200)
Aufbereitungsrückstände (Nichturanindustrie)	170	(9 - 310)	84	(3 - 250)	130	(1 - 280)
Chemiegips aus:						
Apatit	60	(40 - 70)	< 20		-	
Phosphorit	550	(300 - 1100)	20	(< 4 - 160)	110	(< 40 - 300)
Rauchgasentschwefelung	8	(3 - 70)	6	(4 - 20)	50	(< 20 - 80)
Hüttenbims	170	(110 - 230)	43	(24 - 62)	190	(180 - 190)

Spezifische Aktivitäten natürlicher Radionuklide in Baustoffen und Industrieprodukten

- Identifikation von Materialien, die aus Gründen des Strahlenschutzes nur eingeschränkt oder nicht verwendet werden sollten.

Im Jahre 2003 konzentrierte sich die Aufmerksamkeit der Bevölkerung besonders auf die sich im Angebot befindlichen Fliesen und Werksteine aus Naturstein. Die vom Bundesamt für Strahlenschutz an solchen Proben gemessenen spezifischen Aktivitäten natürlicher Radionuklide ordnen sich in die in der vorangegangenen Tabelle genannten materialspezifischen Variationsbreiten aus früheren Untersuchungen ein. Insgesamt liegen aus mehr als 1500 Proben bestimmte spezifische Aktivitäten des Radium-226, Thorium-232 und Kalium-40 vor, die für die wichtigsten Materialien in o. g. Tabelle zusammengestellt sind.

Strahlenexposition durch natürliche Radionuklide in Baumaterialien

Wie auch in den vorhergehenden Jahren wurden 2003 im Bfs Arbeiten zur Verbesserung der Abschätzung der durch natürliche Radionuklide in Baustoffen verursachten Strahlenexposition durchgeführt.

Die durch natürliche Radionuklide in Baumaterialien bedingte Gamma-Ortsdosisleistung (ODL) wird bestimmt durch

- die spezifische Aktivität der natürlichen Gammastrahler,
- die stoffliche Zusammensetzung der Baumaterialien,
- geometrische Faktoren, wie z. B. Dicke der Wände, Raumabmessungen.

Auf befestigten Plätzen im Freien mit Deckschichten aus Beton oder Asphalt liegen die Zahlenwerte der

terrestrischen ODL in der Regel unter $100 \text{ nSv}\cdot\text{h}^{-1}$ (Nanosievert pro Stunde). Über Granitpflaster wird eine ODL meist zwischen 100 und $250 \text{ nSv}\cdot\text{h}^{-1}$ gemessen, in Einzelfällen bis ca. $400 \text{ nSv}\cdot\text{h}^{-1}$.

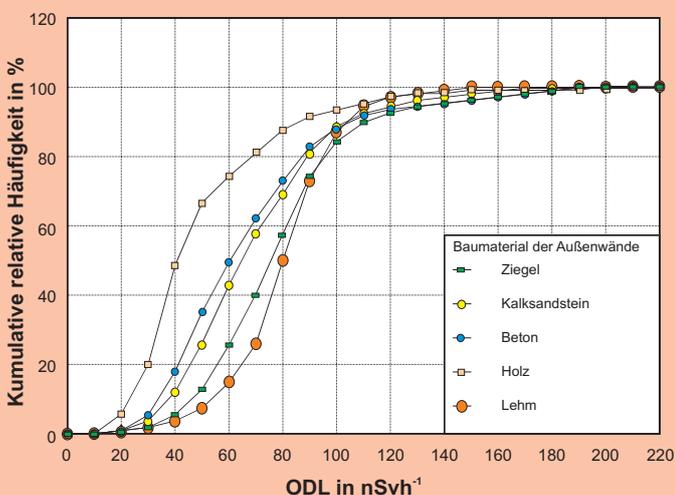
In der Abbildung unten links sind die Häufigkeitsverteilungen der terrestrischen Komponente der ODL dargestellt, die in Bauten mit unterschiedlichem Außenwandmaterial gemessen wurden.

Das in Baumaterialien durch radioaktiven Zerfall entstehende radioaktive Edelgas Radon-222 (Radon, Rn) gelangt nach der Freisetzung in die Porenräume des Materials und durch Ausbreitung im Materialgefüge an dessen freie Oberfläche und wird dort in die Umgebungsluft freigesetzt.

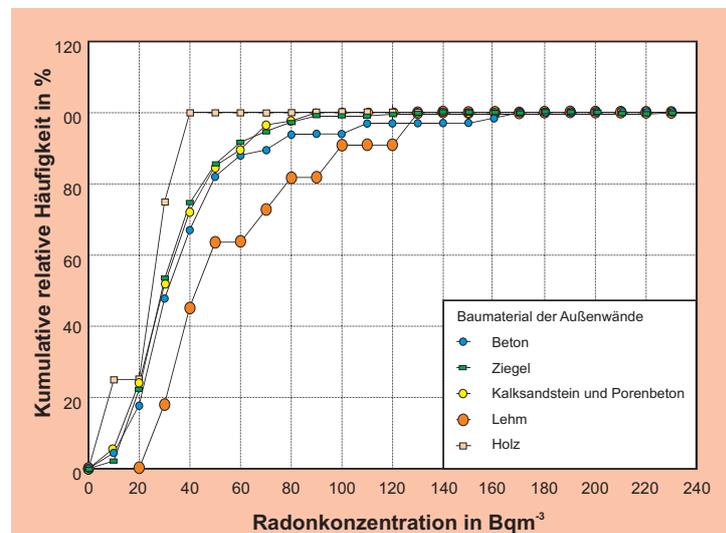
Die Konzentration des Radon-222 in Räumen wird wesentlich durch den Außenluftwechsel* bestimmt. Besonders bei Werten unter $0,3$ pro Stunde (d. h. 30% des Raumluftvolumens werden gegen Außenluft ausgetauscht) kann das aus Baumaterialien austretende Radon wesentlich zur Radonkonzentration in Gebäuden beitragen.

Wie die Abbildung unten rechts zeigt, kann die Radonfreisetzung aus dem Baustoff Ziegel in der Regel zu Radon-Raumlufkonzentrationen bis ca. $50 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ und aus Betonen bis ca. $70 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ führen. Die Messungen in Häusern zeigten, dass die Rn-Freisetzung aus herkömmlichen Baumaterialien in der Regel nicht die Ursache für Überschreitungen der von der Europäischen Kommission empfohlenen Richtwerte für die Radonkonzentration in Wohnungen ist.

* Unter Außenluftwechsel ist der Volumenanteil der Raumluf zu verstehen, der je Stunde gegen Außenluft ausgetauscht wird.



Gamma-Ortsdosisleistung in Räumen in Abhängigkeit vom Baumaterial der Außenwände



Gemessene Radonkonzentrationen in umbauten Räumen in Abhängigkeit vom Baumaterial der Außenwände

Gemäß dieser Empfehlung sollen im Jahresmittel in Wohnräumen neu zu errichtender Häuser $200 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ und in existierenden Häusern $400 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ nicht überschritten werden.

Die vom BfS im Jahre 2003 untersuchten Produkte aus Naturstein ergaben keine Hinweise darauf, dass von diesen ausgehend erhöhte Expositionen durch Gammastrahlung oder durch von den Materialien exhaliertes (austretendes) Radon zu erwarten sind.

Regelungen der Strahlenexposition durch natürliche Radionuklide in Baumaterialien in Deutschland

Im Gebiet der Europäischen Union müssen Bauprodukte die im Anhang 1 der europäischen Bauproduktenrichtlinie genannten wesentlichen Anforderungen erfüllen. Unter anderem darf die Gesundheit der Bewohner und der Anwohnerinnen und Anwohner durch das Vorhandensein gefährlicher Teilchen oder Gase in der Luft oder die Emission gefährlicher Strahlen nicht gefährdet werden.

Gemäß Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) Teil 3 Kapitel 3 § 97 sind Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung zu ergreifen, wenn bei Arbeiten überwachungsbedürftige Rückstände anfallen, durch deren Verwertung oder Beseitigung für Einzelpersonen der Bevölkerung der Richtwert der effektiven Dosis von 1 mSv im Kalenderjahr überschritten werden kann. Die Rückstände, die in Betracht zu ziehen sind, werden in Anlage XII Teil A explizit genannt. Keine Rückstände im Sinne des § 97 sind Materialien, deren spezifische Aktivität für jedes Radionuklid der Nuklidketten U-238sec und Th-232sec unter $0,2 \text{ Bq}\cdot\text{g}^{-3}$ liegt.

Von der Europäischen Kommission wurden 1999 „Strahlenschutzprinzipien bezüglich der natürlichen Radioaktivität von Baumaterialien“ verabschiedet, mit denen Grundlagen für eine Harmonisierung der Kontrolle und Bewertung der Radioaktivität in Baustoffen geschaffen und im Sinne der Bauproduktenrichtlinie ein möglichst ungehinderter Verkehr mit Bauprodukten in den Mitgliedsländern gewährleistet werden soll. Im Gegensatz zu den Festlegungen der StrlSchV, die sich auf die Verwertung und Deponierung bestimmter Rückstände beziehen, sind die Regelungen in dieser Empfehlung auf die fertigen Bauprodukte anzuwenden, unabhängig davon, ob Rückstände oder natürliche Rohstoffe zu deren Herstellung verwendet wurden.

Grundprinzipien dieser Empfehlung sind: Höhere Dosiswerte als $1 \text{ mSv}\cdot\text{a}^{-1}$ (Millisievert pro Jahr), resultierend aus der Gammastrahlung der natürlichen

Radionuklide in Baumaterialien, sollten im Bereich der Europäischen Union nur in Ausnahmefällen akzeptiert werden, z. B. wenn die Verwendung der Materialien lokal begrenzt ist. Die spezifische Aktivität des Radium-226 in Baustoffen soll so niedrig gehalten werden, dass ein dadurch bedingtes Überschreiten des Planungsniveaus für die Konzentration des Radon-222 in Wohnräumen ($200 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$) unwahrscheinlich ist.

SICHERHEITSÜBERPRÜFUNG KERN-TECHNISCHER ANLAGEN - STAND UND ENTWICKLUNG

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

Durch die Novelle des Atomgesetzes (AtG) vom 22. April 2002 wurde die Ausstiegsvereinbarung zwischen Bundesregierung und Energieversorgungsunternehmen rechtlich umgesetzt. § 19 a AtG regelt die Sicherheitsüberprüfung (SÜ) für die Kernkraftwerke während ihrer Restlaufzeit.

Damit die Sicherheitsüberprüfung bundeseinheitlich durchgeführt werden kann, entwickelt der Bund unter Beteiligung der Ländergenehmigungs- und Aufsichtsbehörden Leitfäden für die SÜ auf der Basis der bestehenden Leitfäden für die periodische Sicherheitsüberprüfung (PSÜ) fort (siehe auch BfS-Jahresbericht 2002).

Unterhalb der Ebene dieser behördlichen Leitfäden, welche die wesentlichen Vorgaben bezüglich Analyseumfang, Ergebnisdarstellung und -bewertung umfassen, werden technische Unterlagen zu Details der Analysen vom Facharbeitskreis „Probabilistische Sicherheitsanalyse“ (PSA) erstellt, in dem Hersteller, Gutachter, Betreiber und beratende Firmen unter Leitung des BfS mitwirken. Im Bereich der probabilistischen Sicherheitsanalyse ist dies der „Methoden- und Datenband PSA“. 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 herausgearbeitet 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.

Unter der Leitung des BfS erarbeitet der Facharbeitskreis PSA zeitlich parallel die zugehörigen technischen Unterlagen der Methoden und Daten für die PSA. Die durchgeführten Arbeiten umfassen die Einbeziehung moderner 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 Jahre 2003 wurden insbesondere die wichtigen Bereiche der Einwirkungen von Außen (EVA) – dazu gehören z. B. Explosionsdruckwellen, Erdbeben, Hochwasser und der Flugzeugabsturz – und der Analysen der Stufe 2 (d. h. die Analyse endet mit Art und Menge freigesetzter radioaktiver Stoffe und geht damit über die Stufe 1, die mit einem Schaden am Reaktorkern endet, hinaus) in Angriff genommen. Der damit verbundene hohe Aufwand ist dadurch gerechtfertigt, dass aus dem erweiterten und genauer beschriebenen Analyseumfang ein präziseres Bild der Sicherheit der Anlagen resultiert und somit zielgerichtet der Frage erforderlicher Sicherheitsverbesserungen nachgegangen werden kann.

Der Dialog zwischen Bund, Ländern und Betreibern zu den Leitfäden und zugehörigen ausführungstechnischen Unterlagen wird auch 2004 fortgesetzt. Das BfS wird bis Mitte 2004 die überarbeiteten Versionen von Methoden- und Datenband PSA vorlegen. Die Beschlussfassung zum PSA-Leitfaden sowie zum Methoden- und Datenband PSA durch den Fachausschuss Reaktorsicherheit des Länderausschusses für Atomkernenergie ist für die zweite Jahreshälfte 2004 geplant.

DIGITALE LEITTECHNIK IN KERN- TECHNISCHEN ANLAGEN - STATUS UND SICHERHEITSNACHWEIS

Ansprechpartner: Freddy Seidel (0 18 88/3 33-15 48)

Die Sicherheitsleittechnik überwacht und begrenzt automatisch die Werte der Sicherheitsparameter (Drücke, Temperaturen, Neutronenflussdichte etc.) und löst bei Grenzwertüberschreitung Sicherheitsmaßnahmen wie Leistungsabsenkung, Turbinenschnellschluss oder Reaktorschnellabschaltung aus. Beim Bau der Kernkraftwerke wurden fest verdrahtete leittechnische Einrichtungen mit analoger Relais- und Transistortechnik eingesetzt. Diese Bauteile sind heute nur noch sehr aufwendig instandzusetzen oder herzustellen. Die Umrüstung der Leittechnik auf Digitaltechnik, mit der Messwerte und Betriebsdaten rechnergestützt verarbeitet werden, hat deshalb auch in den derzeit in Betrieb befindlichen Kernkraftwerken begonnen.

Einem Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit entsprechend legte das BfS im Juli 2003 anhand eines Statusberichtes die grundsätzlichen Qualifizierungs- und Genehmigungsanforderungen zum Einsatz rechnergestützter Sicherheitsleittechnik in kerntechnischen Anlagen sowie den Forschungsbedarf zur Ermittlung bundeseinheitlicher Anforderungen für die atomrechtliche Genehmigung dieser Technik in den kommenden Jahren dar.

Die Ergebnisse des Statusberichtes können wie folgt zusammengefasst werden:

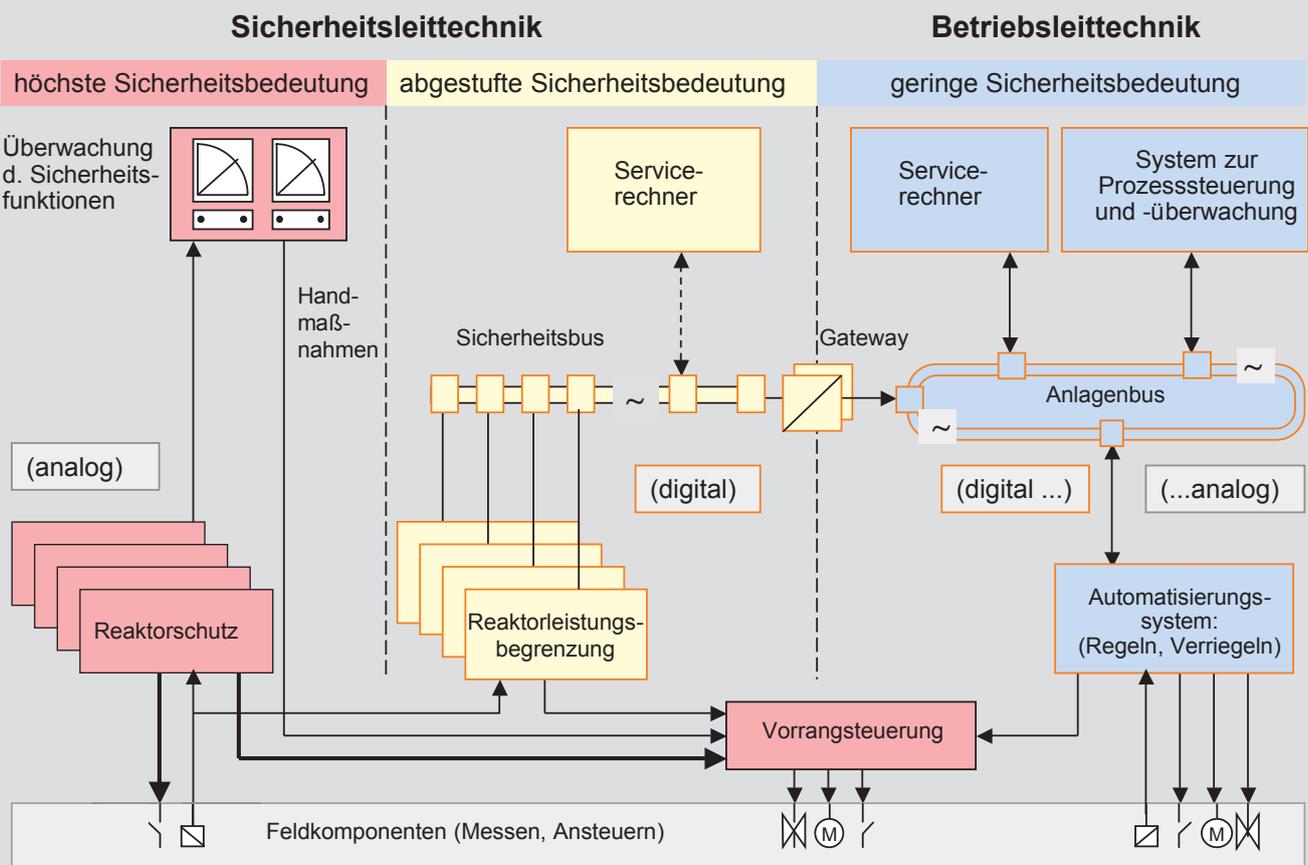
Rechnergestützte Leittechnik, die anwendungsspezifisch für Sicherheitsfunktionen entwickelt wird, ist in mehreren in- und ausländischen Kernkraftwerken im Einsatz. Die Umrüstung bestehender Anlagen mit neuer Leittechnik erfolgt zumeist schrittweise, beginnend mit leittechnischen Einrichtungen ohne oder mit nur geringer Sicherheitsbedeutung, wie z. B. Leittechnik zur Leistungsregelung und -begrenzung (Abb. S. 51 oben). Für den Reaktorschutz mit sicherheitskritischen Funktionen wurde die rechnergestützte Leittechnik in Deutschland bisher nur peripher (u. a. für intelligente Feldkomponenten zur Aufnahme und Verarbeitung von Messwerten wie Druck und Temperatur) und bei älteren Anlagen im Notstandssystem als zusätzliches und unabhängiges Leittechnik-Teilsystem eingesetzt.

Die Umrüstprojekte unterscheiden sich aber auch hinsichtlich der zeitlichen Staffelung (Umrüstung in einem oder mehreren Schritten) oder hinsichtlich des Probetriebes (temporärer Parallelbetrieb von alter und neuer Technik oder sofortiger Umschluss).

Hauptentwicklungsrichtung der Industrie ist der Einsatz vorgefertigter Hardware- und Software-Komponenten. In Abhängigkeit von der sicherheitstechnischen Bedeutung sowie des Umfanges der verfügbaren Dokumentation sind vor dem Einsatz vorgefertigter Komponenten zusätzliche Prüfungen zum Nachweis der Sicherheit erforderlich.

Die bisherige Betriebserfahrung zeigt, dass die rechnergestützte Leittechnik im Normalbetrieb anforderungsgemäß funktioniert. Aus der Betriebserfahrung lassen sich ggf. zusätzliche Hinweise zum Sicherheitsnachweis für weitere Anwendungen ableiten. Insbesondere ist der Beitrag von Instandhaltungsmaßnahmen zu meldepflichtigen Ereignissen zu bewerten.

Im Genehmigungsverfahren werden die Nachweisanforderungen für den sicherheitskritischen Einsatz im Reaktorschutz aus systemtechnischer und leittechnischer Sicht sowie unter Berücksichtigung des Soft-



Beispiel für ein Leittechnikschema in KKW

warentwicklungsprozesses betrachtet. Dabei ist besonders nachzuweisen, dass der systematische Ausfall der Komponenten eines Leittechnikteilsystems – etwa infolge eines Softwarefehlers – vom Gesamtsystem beherrscht wird.

Aus heutiger Sicht erscheint es zweckmäßig, den Sicherheitsnachweis für rechnergestützte Leittechnik der höchsten Sicherheitsklasse (für den Reaktorschutz) auf Argumente aufzubauen, die durch voneinander unterschiedliche Sachverhalte gestützt werden (*multiple leg approach*). So könnten deterministische Aussagen zur Auslegung und Qualifizierung des Systems (etwa ein zyklisches Betriebsverhalten der Leittechnik, das von Eingangsparametern nicht bestimmt wird) ergänzt werden durch Aussagen, die aus Betriebserfahrungen abgeleitet werden.

Im Statusbericht werden die aus Sicht des BfS noch erforderlichen Untersuchungen zum Nachweis der Sicherheit dieser Technik im Einzelnen abgeleitet.

Das BfS unterstützt das BMU bei der Weiterentwicklung bundeseinheitlicher Sicherheitsvorgaben für rechnergestützte Sicherheitsleittechnik. So hat das BfS bis zum Abschluss im September 2003 ein Vorhaben betreut, bei dem das Institut für Sicherheitstechnologie in Garching (ISTec) für digitale Sicherheitsleittechnik die Anforderungen an die Instandhaltung sowie die Kriterien und Daten zur Sammlung von Betriebserfahrungen zusammengestellt hat [ISTec-A-686, ISTec-A-684]. Derzeit recherchiert das BfS die Kriterien und Methoden zum Nachweis der Sicherheit von vorgefertigter digitaler Leittechnik. Dabei werden nationale wie internationale Forschungsergebnisse (Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit bzw. EU) mit dem Ziel einbezogen, bundeseinheitliche Vorgaben für den Sicherheitsnachweis zu entwickeln.

QUANTITATIVE PROBABILISTISCHE SICHERHEITSKRITERIEN FÜR GENEHMIGUNG UND BETRIEB KERntechnischer ANLAGEN – STATUS UND ENTWICKLUNG IM INTERNATIONALEN VERGLEICH

Ansprechpartner:

Edgar Schimetschka (0 18 88/3 33-15 46)

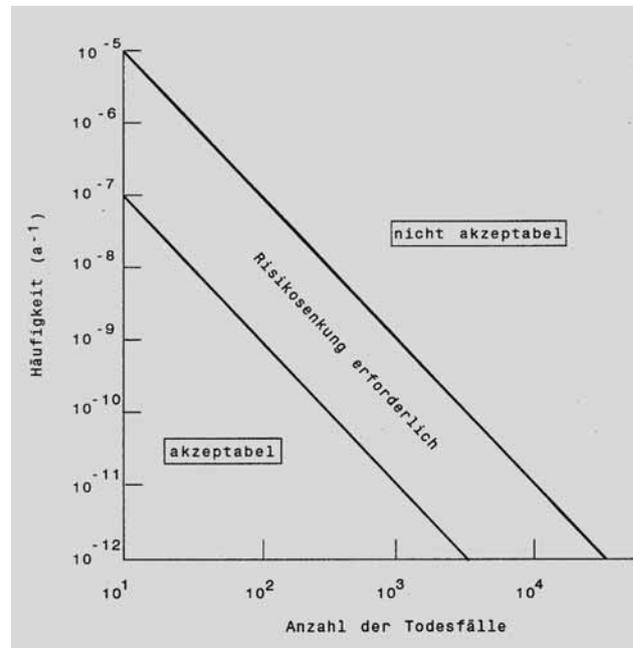
Bei der gesetzlich vorgeschriebenen regelmäßigen Sicherheitsüberprüfung wird eine Anlage auf jede die Sicherheit berührende Funktion hin geprüft und untersucht. Zusätzlich wird noch eine probabilistische Sicherheitsanalyse erstellt.

Eine probabilistische Sicherheitsanalyse ist eine Analyse, bei der das gesamte Geschehen, das zu einem schweren Störfall führen kann, gedanklich durchgespielt wird, und zwar 'rückwärts'. Ausgehend von der Prämisse, ein schwerer Störfall sei eingetreten, werden im Wechselspiel zweier Fragen alle denkbaren Ursachen zurückverfolgt. Eine Frage lautet: „Was kann unmittelbare Ursache für dieses Ereignis gewesen sein?“ Die andere Frage lautet: „Wie wahrscheinlich ist es, dass genau diese unmittelbare Ursache eintreten kann?“. So wird ein angenommener schwerer Störfall Schritt für Schritt zurückverfolgt bis zu vielfältigen denkbaren Kombinationen von einfachen und überschaubaren Fehlerereignissen, die aber, kommen sie in ganz bestimmter Kombination vor oder zusammen mit einem zusätzlich einwirkenden Ereignis, wie z. B. einem Blackout im nationalen Hochspannungsnetz, gravierende Folgen verursachen können. Aus den Wahrscheinlichkeiten, mit denen für jedes dieser einfachen Fehlerereignissen zu rechnen ist, wird über eine aufwendige mathematische Analyse die Wahrscheinlichkeit berechnet, mit der – trotz aller gerade überprüfter Sicherheitsvorkehrungen – ein schwerer Störfall eintreten kann.

Die erste ausführliche probabilistische Sicherheitsanalyse für ein Kernkraftwerk hat vor ca. 30 Jahren ein Analystenteam um Prof. Norman C. Rasmussen in den USA unternommen; seine Ergebnisse wurden unter der Bezeichnung 'Rasmussen-Report' bekannt. Seitdem sind solche Analysen verbreitet und in vielen Ländern, in denen Kernkraftwerke arbeiten, Pflicht.

Mit der mathematischen Analyse ist es jedoch nicht getan. Sie liefert nur die Antwort auf die Frage, ob mit einem schweren Störfall einmal in zehntausend, fünfzigtausend oder zweihunderttausend Betriebsjahren zu rechnen ist. Die Internationale Atomenergiebehörde (IAEO) in Wien hat dazu Empfehlungen ausgesprochen. Jedes Land, in dem probabilistische Sicherheitsanalysen für Kernkraftwerke erarbeitet werden, hat seine eigene Antwort darauf gefunden und seine eigene Vorgehensweise festgelegt. Über diese unterschiedlichen Ansätze wurden Informationen gesammelt, aufbereitet, ausgewertet und in einem Bericht zusammengestellt.

Dieser Bericht „Quantitative probabilistische Sicherheitskriterien für Genehmigung und Betrieb kern-technischer Anlagen – Status und Entwicklung im internationalen Vergleich“ liegt jetzt vor. Er ist Informationsquelle sowohl für die Diskussion in Fachkreisen als auch für die derzeit laufende Überarbeitung der einschlägigen deutschen Vorschriften.



Begrenzung des Risikos infolge von Unfällen in allen Arten von Industrieanlagen in den Niederlanden. Das Individualrisiko, also das Risiko für den einzelnen Anwohner, durch einen Unfall der Industrieanlage zu Tode zu kommen, muss kleiner als 10⁻⁶ (Dies entspricht in etwa 1% des Risikos, in einem Jahr durch einen Verkehrsunfall zu Tode zu kommen.) pro Jahr sein.

STILLEGUNG KERntechnischer ANLAGEN IN DEUTSCHLAND UND INTERNATIONAL: STRATEGIEN UND FINANZIERUNG

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

Bernd Rehs (0 18 88/3 33-15 51)

Die atomrechtlichen Bestimmungen und das kern-technische Regelwerk in Deutschland geben dem Betreiber keine bestimmte Strategie für die Stilllegung einer kern-technischen Anlage nach dem Ende ihrer Betriebszeit vor. Vielmehr trifft der Anlagenbetreiber im Rahmen seiner unternehmerischen Verantwortung selbst die Entscheidung, welche Stilllegungsstrategie realisiert werden soll.

Vor dem Hintergrund der in den vergangenen zwei Jahrzehnten in Deutschland gesammelten umfangreichen Erfahrungen bei der Stilllegung von kern-technischen Anlagen haben sich zwei übergeordnete Varianten herausgebildet:

Variante 1: Unmittelbare Beseitigung.

Variante 2: Beseitigung nach einem sicheren Einschluss.

Gemeinsam ist beiden Varianten, dass vor dem Abbau der Anlage die Brennelemente abtransportiert und die Betriebsmedien und -abfälle im Rahmen der noch geltenden Betriebsgenehmigung entsorgt werden. Spätestens in dieser Zeit beantragt der Betreiber die Genehmigung für die Stilllegung. Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens wird dann von der zuständigen Behörde auch die vom Betreiber vorgeschlagene Stilllegungsvariante geprüft. Die konkreten Stilllegungs- und Abbautätigkeiten können erst nach Erteilung der Stilllegungsgenehmigung beginnen.

Erfahrungsgemäß dauern die Arbeiten zur Stilllegung einer Anlage mindestens ein Jahrzehnt. Sie enden mit der Entlassung der ggf. verbleibenden Gebäude und des Standortes aus der atomrechtlichen Überwachung.

Bei Variante 2 wird die Anlage nach einer Periode des sicheren Einschlusses abgebaut und beseitigt. In Deutschland werden ca. 30 Jahre für den Einschlusszeitraum veranschlagt, daran schließt sich dann der Abbau der Anlage mit dem selben Endziel wie bei Variante 1 an.

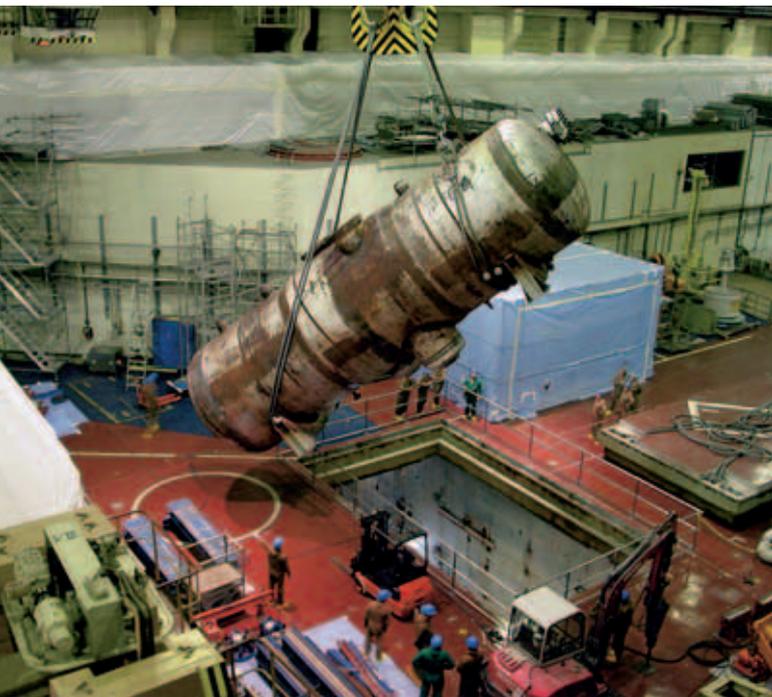
Beide Varianten weisen Vor- und Nachteile auf, die im konkreten Einzelfall gegeneinander abzuwägen sind. In Deutschland wird heute die unmittelbare Beseitigung (Variante 1) favorisiert, da dies finanzielle Vorteile sowie Vorteile hinsichtlich der Planung und Implementierung (vorhandene Fachkenntnisse und technische Einrichtungen nutzen), der Finanzierung (Sicherheit der Finanzierung) und der sozialen Belange (Erhalt von Arbeitsplätzen, Minimierung lokaler wirtschaftlicher Probleme) hat. Der früher wegen des Abklingsens von Radionukliden oder aus Gründen der Finanzierung oft gewählte sichere Einschluss (Variante 2) hat seine Bedeutung u. a. durch neu entwickelte Techniken zur Dekontamination und zum (fernbedienten) Abbau weitgehend verloren.

Im Ausland wird zurzeit noch der sichere Einschluss favorisiert. Aber auch dort zeichnet sich aus den oben genannten Gründen ein Trend der Expertenmeinung hin zur unmittelbaren Beseitigung der stillgelegten kerntechnischen Anlagen ab. Dies war eines der Ergebnisse der internationalen IAEO-Konferenz über die Stilllegung von Nuklearanlagen im Oktober 2002 in Berlin, welche durch das BfS organisiert wurde.

Es muss in diesem Zusammenhang darauf verwiesen werden, dass im internationalen Bereich das Fehlen ausreichenden Kapitals für die Stilllegung sowie die Nichtverfügbarkeit geeigneter Endlager für die radio-



Luftaufnahme der acht Blöcke des seit 1995 in Stilllegung befindlichen Kernkraftwerks in Greifswald (KGR), eines der größten Stilllegungsprojekte weltweit. Die Blöcke 1-4 waren bis 1990 zur Stromerzeugung in Betrieb, Block 5 befand sich seit 1989 in der nuklearen Inbetriebnahme. Für die Blöcke 6-8 wurde der Endausbau 1990 eingestellt. Die Stilllegungsarbeiten sollen nach derzeitiger Planung im Jahr 2012 mit der Entlassung der Anlage aus der atomrechtlichen Überwachung beendet werden (Quelle: EWN GmbH).



Ausbau eines Dampferzeugers im Kernkraftwerk in Greifswald (KGR) zum Transport in das benachbarte Zwischenlager Nord (ZLN) zur Abklinglagerung. (Quelle: EWN GmbH)

aktiven Abfälle aus der Stilllegung als Argumente gegen einen unmittelbaren Abbau von stillgelegten Anlagen angeführt werden.

Während in Deutschland die Finanzierung der Stilllegung und des Rückbaus von Anlagen der öffentlichen Hand, z. B. Forschungsreaktoren, aus Mitteln des laufenden Etats erfolgt, werden die Stilllegungskosten für Anlagen der privatrechtlichen Energieversorgungsunternehmen (EVU) durch während der Betriebszeit gebildete Rückstellungen erbracht. Aufgrund der öffentlich-rechtlichen Beseitigungspflicht der deutschen EVU besteht eine sogenannte „ungewisse Verbindlichkeit“, die nach dem Handelsrecht als Rückstellung bilanziert werden muss. Die Finanzierung der Stilllegung über Rückstellungen, die während der Betriebszeit angesammelt werden, hat zur Folge, dass die Nutzer der Atomenergie, also die heutigen Stromkunden, entsprechend belastet werden. Insofern sind die deutschen Unternehmen in der Lage, die unmittelbare Beseitigung ihrer stillgelegten Anlagen ohne eine vorlaufende Überführung in den sicheren Einschluss zu finanzieren.

Die Kosten für die Stilllegung eines großen Leistungsreaktors liegen in Deutschland in der Größenordnung von etwa 300 Mio. Euro für einen Druckwasserreaktor und etwa 350 Mio. Euro für einen Siedewasserreaktor. Nicht berücksichtigt sind hierbei die Kosten, die für die Endlagerung der radioaktiven Stilllegungsabfälle und für den Abriss der freigege-

benen Gebäudestrukturen anfallen. Die genannten Beträge liegen etwa im Mittelfeld der von der OECD/NEA im Jahr 2003 veröffentlichten Bandbreite.

Bei einem Blick über die Grenzen Deutschlands hinaus zeigt sich, dass sich die Situation in den Nachbarländern von der in Deutschland unterscheidet. In Frankreich wird neuerdings ebenfalls die unmittelbare Beseitigung favorisiert, das gilt auch für die Gas-Graphit Reaktoren. Für die Gas-Graphit Reaktoren in Großbritannien wurde wegen der Größe der Reaktoren eine Stilllegungsstrategie vorgesehen, die erst nach einer Zeitspanne von größenordnungsmäßig 100 Jahren den endgültigen Abbau vorsieht. Diese Stilllegungsstrategie gliedert sich in drei Phasen: Zuerst wird die Anlage mit geringen baulichen Veränderungen in einem überwachten sicheren Einschluss gehalten (ca. 30 Jahre). Daraufhin wird die Anlage zum Teil abgebaut, und es wird eine verstärkte Baustruktur um den Reaktorblock errichtet, die es erlaubt, den Reaktorblock für lange Zeit bei geringem Überwachungsaufwand sicher eingeschlossen zu halten (ca. 100 Jahre). Erst danach beginnt der vollständige Abbau der Anlage. Die Niederlande streben ebenfalls einen etwa 100-jährigen sicheren Einschluss ihres einzigen verbliebenen Leistungsreaktors an und lagern auch die radioaktiven Abfälle über diesen langen Zeitraum, da kein Endlager vorhanden ist. Italien hat alle Kernkraftwerke nach dem Reaktorunglück in Tschernobyl aufgrund eines Referendums abgeschaltet. Diese sollten über einen längeren Zeitraum im sicheren Einschluss verbleiben. Diese Planung wurde inzwischen zu Gunsten der unmittelbaren Beseitigung aufgegeben. In Spanien wurde der Gas-Graphit Reaktor Vandellós-1 im Jahr 2003 in den sicheren Einschluss nach weitgehendem Abbau der übrigen Anlagenbereiche überführt. Die Staaten Mittel- und Osteuropas sowie die Gemeinschaft Unabhängiger Staaten streben für ihre stillzulegenden Anlagen meist einen sicheren Einschluss an, u. a. weil Finanzierungsfragen offen sind bzw. die notwendigen Mittel derzeit nicht zur Verfügung stehen.

Es lässt sich feststellen, dass nicht alle europäischen Nachbarn den Weg des sofortigen Abbaus einer Anlage gewählt, sondern aus unterschiedlichen Gründen den sicheren Einschluss verwirklicht haben. In Deutschland hingegen ist man zunehmend der Auffassung, dass es Ausdruck verantwortlichen Handelns ist, die Beseitigung stillgelegter Reaktoren nicht unnötig an zukünftige Generationen weiterzuleiten. Deshalb wird die unmittelbare Beseitigung von stillgelegten kerntechnischen Anlagen gegenüber dem sicheren Einschluss favorisiert. So wurde auch bei den im Jahr 2001 beantragten Stilllegungen der Kernkraftwerke Stade (KKS) und Mülheim-Kärlich (KMK) von den jeweiligen Betreibern die Stilllegungsstrategie der unmittelbaren Beseitigung gewählt.

DETEKTIERUNG VON THORIUM- UND RADIUM- STRAHLUNGSANOMALIEN MIT HUBSCHRAUBERGESTÜTZTEN MESSSYSTEMEN IM STADTGEBIET VON ORANIENBURG

Ansprechpartner:

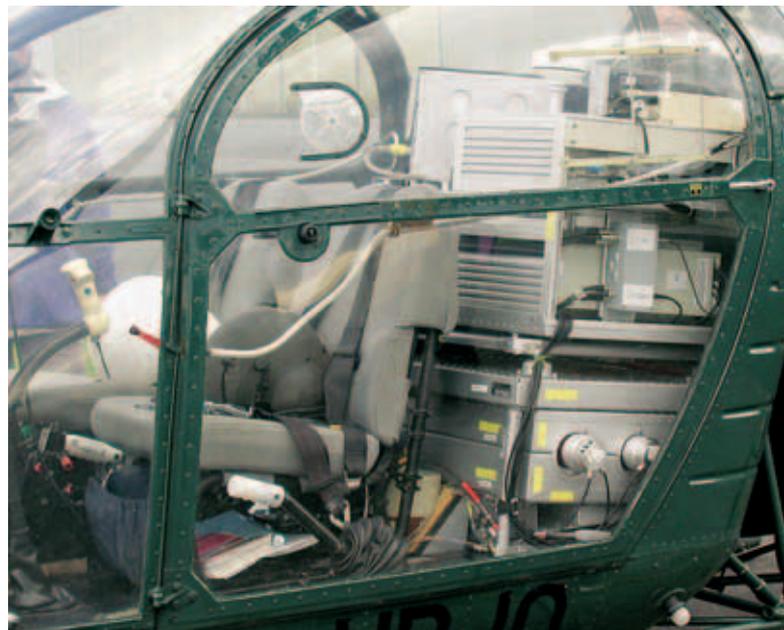
Ingolf Winkelmann (0 18 88/3 33-43 00)

Neben der schnellen und großräumigen nuklidspezifischen Messung der Umweltradioaktivität nach nuklearen Störfällen mit Freisetzungen radioaktiver Stoffe in die Umwelt kann die Aerogammaspektrometrie auch für das Aufspüren und Kartieren von Strahlungsanomalien durch natürliche Radionuklide eingesetzt werden. Als Beispiel hierfür werden die Ergebnisse von Messflügen über dem Stadtgebiet von Oranienburg dargestellt.

In Oranienburg, ca. 20 km nördlich von Berlin, waren bis zum Ende des 2. Weltkrieges zwei Betriebe angesiedelt (Firma Goetschke, Auer-Werke), in denen natürlich vorkommende radioaktive Materialien (Monazitsand) zu Produktions- und Forschungszwecken verarbeitet wurden. Durch großflächige Bombardierungen des Stadtgebiets von Oranienburg wurden die Produktionsanlagen der Auerwerke nahezu vollständig zerstört. Dadurch gelangten sowohl das zu verarbeitende Ausgangsmaterial (Monazitsand) als auch die Rückstände aus den einzelnen Verarbeitungsschritten des Monazitsandes sowie die Rückstände aus der Verarbeitung von Erzen zur Urangewinnung in die Umwelt.

Im Jahre 1991 wurden durch die Strahlenmessstelle des Landesumweltamtes Brandenburg erste Messungen der Gamma-Ortsdosisleistung auf den Verdachtsflächen der beiden Industrieanlagen und deren Umgebung durchgeführt. Auch ehemalige Bombentrichter wurden untersucht, da diese eventuell mit radioaktiv kontaminiertem Erdmaterial aufgefüllt worden sein konnten. Die Messungen der Landesmessstelle Oranienburg ergaben, dass im Stadtgebiet von Oranienburg einzelne Gebiete bis zu 1000 Mal höhere Gamma-Ortsdosisleistungen aufwiesen als der für diese Region typische Wert von etwa 100 nSv/h (Nanosievert pro Stunde).

Um einen Überblick über die radiologischen Verhältnisse im gesamten Stadtgebiet Oranienburgs zu erhalten, hatte das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) in Absprache mit der Umweltbehörde des Landes Brandenburg erstmals im Juli 1997 Messungen der Umweltradioaktivität vom Hubschrauber aus durchgeführt. Hierbei wurde eine Fläche von etwa 45 km² in parallelen Flugbahnen mit einem Abstand von



Hubschrauber des Bundesgrenzschutzes mit integriertem Gammaskpektrometrie-Messsystem des Bundesamtes für Strahlenschutz

200 m befliegen. Bei diesen Messungen konnten im Stadtgebiet von Oranienburg insgesamt vier Strahlungsanomalien detektiert und lokalisiert werden, die im Wesentlichen durch erhöhte Gehalte von Thorium-232 (Th-232) im Boden charakterisiert sind. Diese vier Gebiete weisen darüber hinaus erhöhte Gehalte von Radium-226 (Ra-226) auf. Basierend auf den aerogammaspektrometrischen Messungen konnten von der Strahlenmessstelle des Landesumweltamtes Brandenburg gezielt zusätzliche bodengestützte Messungen durchgeführt werden.

Im Anschluss an diese Messungen wurden in den radiologisch auffälligen Gebieten Sanierungsmaßnahmen eingeleitet. Um den Erfolg dieser Sanierungsmaßnahmen zu überprüfen, fanden im Mai 2003 auf den Flugbahnen des Jahres 1997 erneut aerogammaspektrometrische Messungen statt. Das Ergebnis dieser Befliegung war, dass zwei der ursprünglich vier Anomalien nicht mehr detektiert werden konnten und die beiden verbliebenen Anomalien eine deutlich geringere Strahlungsintensität aufwiesen. Auch die flächenmäßige Ausdehnung dieser beiden kontaminierten Flächen war geringer als bei der Befliegung im Jahre 1997.

Die Messungen im Stadtgebiet Oranienburgs haben gezeigt, dass die Aerogammaspektrometrie eine effektive Methode darstellt, um Strahlungsanomalien zu lokalisieren und sich in Sanierungsgebieten einen schnellen Überblick über die Wirksamkeit der durchgeführten Maßnahmen zu verschaffen.

STRAHLENBELASTUNG DURCH ARBEIT AN MILITÄRISCHEN RADARGERÄTEN

Ansprechpartner: Michael Thieme (0 18 88/3 33-21 30)
Klaus Gehrcke (0 18 88/3 33-42 40)

Ausgehend von der Möglichkeit einer Gesundheitsgefährdung durch die frühere Tätigkeit an militärischen Radargeräten haben mehrere Tausend erkrankte, meist ehemalige Soldaten der Bundeswehr und der Nationalen Volksarmee (NVA) sowie Zivilangestellte Anträge auf Anerkennung einer durch die Berufsausübung verursachten Krankheit gestellt.

Nachdem es in der Vergangenheit eine Reihe von, zum Teil öffentlich ausgetragenen Kontroversen über die Durchführung der Anerkennungsverfahren gegeben hatte, wurde auf Ersuchen des Verteidigungsausschusses des Deutschen Bundestages durch das Bundesministerium der Verteidigung die unabhängige Expertenkommission zur Frage der Gefährdung durch Strahlung in früheren Radareinrichtungen der Bundeswehr und der NVA (Radarkommission) eingesetzt. Sie sollte

- zur Aufklärung der früheren Arbeitsplatzverhältnisse unter Einbeziehung der dafür bereits vorliegenden Zwischenergebnisse beitragen,
- eine Expertise zu den Belastungswerten abgeben, die in den Dienstbeschädigungsverfahren zu Grunde gelegt werden,
- ggf. zusätzliche und neue Erkenntnisse zur gesundheitlichen Auswirkung bei Strahlenbelastung durch Radargeräte aufbereiten sowie

- den wissenschaftlichen Sachstand zur Möglichkeit einer Gesundheitsgefährdung durch ionisierende Strahlung und Hochfrequenzstrahlung (Radarstrahlung) feststellen und die versorgungsmedizinischen Aspekte von Strahlenschäden untersuchen.

Die Kommission konstituierte sich am 26. September 2002 unter der Leitung des Präsidenten des BfS, Wolfram König. Die insgesamt 17 Mitglieder repräsentierten ein breites Spektrum wissenschaftlicher Disziplinen und Lehrmeinungen. Die Kommission leistete keine eigenständige wissenschaftliche Forschungsarbeit, sondern konzentrierte sich auf die Bewertung des Vorgehens in den Anerkennungsverfahren, und zwar vor allem unter den Gesichtspunkten

- der Konformität der Risikobewertung mit dem Stand der Wissenschaft und
- der Richtigkeit bzw. Plausibilität des Vorgehens angesichts der bestehenden Unsicherheiten bei der Rekonstruktion der zum Teil Jahrzehnte zurück liegenden Expositionen.

Zur Erfüllung ihres Auftrags hat die Radarkommission eine große Zahl von Daten, Dokumenten und wissenschaftlichen Publikationen ausgewertet sowie eine Reihe von Anhörungen durchgeführt – im Einzelnen mit an den Wehrdienstbeschädigungsverfahren im Geschäftsbereich des Bundesministeriums der Verteidigung beteiligten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, mit Soldaten und Offizieren der Bundeswehr und der ehemaligen Mitgliedern der NVA, mit Vertretern des Bundesministeriums für Gesundheit und Soziale Sicherung und mit Vertretern der Berufsgenossenschaften sowie des TÜVs. Die Kommission hat Vertreter des Bundes zur Unterstützung Radargeschädigter in ihre Ermittlungen einbezogen, insbesondere bei Vor-Ort-Besuchen der wenigen noch existierenden alten Radaranlagen sowie bei den Anhörungen. Nach 9 Kommissionssitzungen neben fast eben so vielen Arbeitsgruppen-Sitzungen und vier jeweils mehrtägigen Besichtigungstouren in neun Monaten hat die Kommission ihre Empfehlungen in einem Bericht niedergelegt, der am 02. Juli 2003 dem Vorsitzenden des Verteidigungsausschusses des Deutschen Bundestages, Reinhold Robbe, sowie dem Parlamentarischen Staatssekretär des Bundesministeriums der Verteidigung, Walter Kolbow, übergeben wurde. Das Bundesministerium der Verteidigung hat angekündigt, die Empfehlungen weitgehend umzusetzen. Der gesamte Bericht und somit die Ergebnisse und Empfehlungen können unter http://www.bfs.de/bfs/fue_beitraege/radar/abschlussbericht.html/radar_abschlussbericht.pdf abgerufen werden.



Arbeitsplatz eines Technikers an einem früheren Radargerät der Bundeswehr

Bfs: FAKTEN UND ZAHLEN

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

Aufgaben, Aufbau und Organisation

Am 1. November 1989 wurde das Bundesamt für Strahlenschutz (Bfs) als selbständige wissenschaftlich-technische Bundesoberbehörde im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) durch Errichtungsgesetz eingerichtet.

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).

In konsequenter Weiterführung der Modernisierung des Bfs wurde die durch die Einrichtung der Stabsstelle „Informationstechnik“ (St-IT) begonnene Neu-

ordnung der IT-Technik im Bfs fortgesetzt. Als neues Führungsinstrument wurden Zielvereinbarungen verbindlich eingeführt.

Der Bundesrechnungshof hat im Rahmen der Prüfung des Einsatzes von Leitbildern und Zielvereinbarungen in der Bundesverwaltung nach einer Teilprüfung im Bfs diesem schriftlich mitgeteilt, dass die Entwicklung eines Leitbildes im Bfs „zielführend und grundsätzlich geeignet“ erscheint, die Behördenwirklichkeit im Bfs widerzuspiegeln und die Identifikation der Beschäftigten mit dem Leitbild zu erreichen.

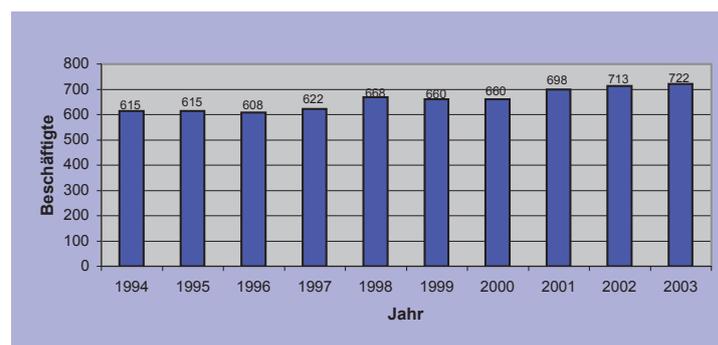
Standorte, Beschäftigte, Haushalt

Das Bundesamt für Strahlenschutz hat seinen Sitz in Salzgitter-Lebenstedt. Der Fachbereich „Strahlenschutz und Gesundheit“ (SG) hat seinen Sitz in Neuherrberg bei München, der Fachbereich „Strahlenschutz und Umwelt“ (SW) in Berlin-Karlsdorf. Weitere Außenstellen sind in Freiburg, Hanau, Bonn, Rendsburg und in Gorleben (auf dem Gelände des Erkundungsbergwerkes Gorleben).

Das Bfs hatte in 2003 im Jahresdurchschnitt 722 Beschäftigte. Die Verteilung der Beschäftigten auf die Dienstorte und die Zuordnung zu den Laufbahnen ist der Tabelle auf Seite 58 oben zu entnehmen.

Die Entwicklung der Beschäftigtenzahl von 1994 bis 2003 zeigt die Abbildung unten. Der Anstieg der Beschäftigtenzahl ist zurückzuführen auf die Teilung von Stellen für Teilzeitkräfte, auf zusätzliche Zeitkräfte für Sonderaufgaben (insbesondere für die Genehmigungsverfahren für dezentrale Zwischenlager) und auf zusätzlich Beschäftigte infolge der Inanspruchnahme der vorgezogenen Altersteilzeit.

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 Grafik). Der Stellenzuwachs in 1998 be-



Entwicklung der Beschäftigtenzahl im Bfs

Dienstort	Höherer Dienst	Gehobener Dienst	Mittlerer Dienst	Einfacher Dienst	Auszubildende	Gesamt
Salzgitter	154	72	105	12	3	346
Berlin	39	16	40	9	-	104
Neuherberg	77	43	48	9	3	180
Freiburg	11	6	9	4	-	30
Hanau	-	4	2	-	-	6
Bonn	26	3	13	3	-	45
Gorleben	-	1	1	-	-	2
Rendsburg	1	1	5	2	-	9
	308 (43 %)	146 (20 %)	223 (31 %)	39 (5 %)	6 (1 %)	722 (100 %)

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

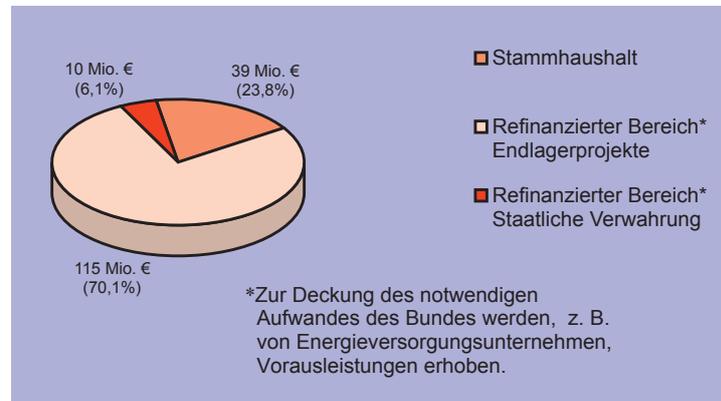
ruht auf der Übernahme des Ortsdosisleistungs-Messnetzes vom ehemaligen Bundesamt für Zivilschutz und entsprechender Umsetzung von Planstellen/ Stellen in den Haushalt des BfS. Im Haushaltsjahr 2003 stand der jährlichen Stelleneinsparung ein Stellenzuwachs aufgrund neu bewilligter Stellen für Aufgaben im Rahmen der Novellierung der Röntgenverordnung und der Strahlenschutzverordnung sowie der Genehmigung dezentraler Zwischenlager gegenüber.

Dem BfS standen 2003 zur Erfüllung seiner Aufgaben ca. 164 Millionen Euro zur Verfügung, die sich wie folgt verteilen:



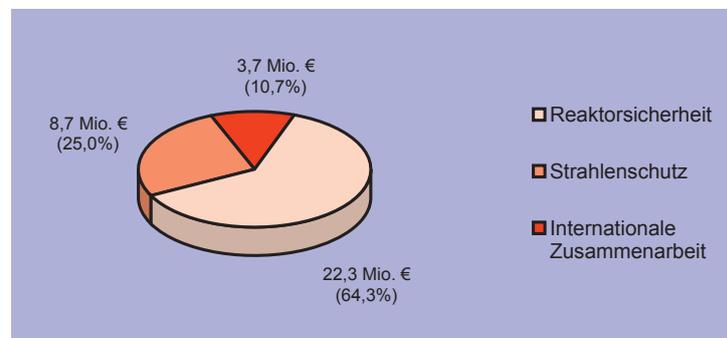
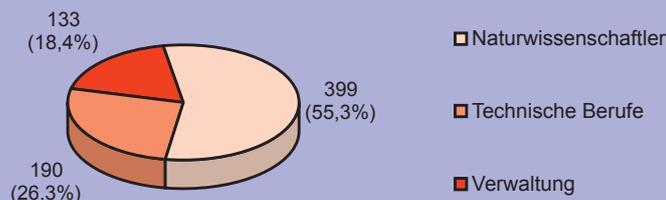
Planstellen/Stellen für Beamte, Angestellte und Arbeiter im BfS (Die Anzahl der Planstellen/Stellen ist in der Regel nicht identisch mit der Zahl der Beschäftigten, da sich u. a. mehrere Beschäftigte eine Planstelle/Stelle teilen können [Teilzeit].)

Die Abbildung unten zeigt, welchen Berufsgruppen die Bediensteten im BfS anteilmäßig angehören.



Haushaltsausgaben 2003 im BfS

Auf dem Gebiet der Ressortforschung (Untersuchungen, Studien, Gutachten, die dem BMU als Entscheidungshilfen dienen) waren dem BfS im Jahr 2003 Haushaltsmittel in Höhe von 34,7 Millionen Euro für folgende Bereiche zugewiesen:



Ausgaben 2003 für Ressortforschung

Berufsgruppen im BfS

PRESSE- UND ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

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

Die Presse- und Öffentlichkeitsarbeit des BfS wurde in den letzten Jahren konsequent verstärkt und für unterschiedliche Zielgruppen ausgebaut. Anspruch ist es, Bürgerinnen und Bürger, Medien und die interessierte Öffentlichkeit transparent, schnell und kompetent über relevante Tätigkeiten und erzielte Ergebnisse des BfS zu informieren. Über einige Ereignisse im Bereich Öffentlichkeitsarbeit wird im Folgenden exemplarisch berichtet.

Zielgruppe: Kinder und Jugendliche

Kinder spielen in der Sonne, Jugendliche telefonieren mit dem Handy – auch in jungen Jahren sollte man erfahren, was für Strahlenquellen es gibt und wie man sich vor möglichen Gefahren schützen kann. Das BfS hat daher Broschüren für Kinder und Jugendliche herausgegeben, in denen zielgruppengerecht Wissen vermittelt wird.

Das Faltblatt „Mit heiler Haut durch den Sommer“ ist mit einer verteilten Auflage von 950.000 Stück auf großes Interesse gestoßen. Kindgerecht illustriert, mit kurzen, verständlichen Sätzen und leicht umzusetzenden Tipps wird Kindern nahegebracht, wie UV-Strahlung wirkt und wie man sich vor Haut- und Augenschäden schützen kann.

Zum Auftakt der Aktion verteilten Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des BfS das druckfrische Faltblatt an einem sonnigen Sommernachmittag im Berliner Strandbad Wannsee an die dort badenden und spielenden Kinder und konnten sich vor Ort von den positiven Reaktionen der Kinder und Eltern überzeugen.

Anschließend wurden die Faltblätter über Kinderarztpraxen, Seebäder und Kurbetriebe an der Nord- und Ostseeküste sowie über die Veranstalter von Ferienprogrammen der Landeshauptstädte verteilt. Viele Bestellungen gingen beim BfS ein, nachdem die Presse über die Aktion berichtet hatte.

Am beigefügten Preisrätsel haben sich knapp 9.000 Kinder beteiligt und ihre Antwortkarten zum Teil liebevoll bemalt. Die dreijährige Paula aus Erlangen konnte sich noch vor Weihnachten über ihren Hauptgewinn freuen.

Mit der Broschüre „Mobilfunk: Wie funktioniert das eigentlich? Tipps und Informationen rund ums Handy“ wendet sich das BfS in erster Linie an Jugendliche. Verständlich geschrieben und ansprechend illustriert erklärt die Broschüre Grundlagen der Mobilfunktechnologie („So funktioniert ein Telefonat von Handy zu Handy“), zeigt mögliche Risiken auf („Wie gefährlich ist die Strahlung?“) und stellt Vorsorgemaßnahmen



Das richtige Lösungswort des Preisrätsels war „Sonne“ - hier eine der vielen kreativ gestalteten Antwortkarten

vor („So kriege ich weniger Strahlung ab“). Durch das breite Echo in der Presse gingen innerhalb weniger Wochen Bestellungen in Rekordhöhe beim BfS ein.



Charly Strahlemann hat viele Fragen zum Thema Mobilfunk. In der BfS-Broschüre „Mobilfunk: Wie funktioniert das eigentlich? Tipps und Informationen rund ums Handy“ findet er die Antworten.

Die äußerst positive Resonanz bestätigt das BfS in seinem Vorhaben, die vielfältigen Aspekte des Strahlenschutzes verstärkt speziell für unterschiedliche Zielgruppen aufzubereiten.

Beginn der bergbaulichen Maßnahmen zur Gefahrenabwehr in Morsleben

Ereignisreich war das Jahr 2003 im Bezug auf das Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) – wichtigster Termin aus Sicht der Presse- und Öffentlichkeitsarbeit war dabei der 8. Oktober. Unter den Augen zahlreicher Medienvertreterinnen und -vertreter gaben an diesem Tag Bundesumweltminister Jürgen Trittin und der Präsident des BfS, Wolfram König, den Startschuss für den Beginn der bergbaulichen Maßnahmen zur Gefahrenabwehr, d. h. zur Verfüllung ausgewählter Grubenbaue im Zentralteil des ERAM, in denen keine radioaktiven Abfälle lagern. Mit der vorgezogenen Verfüllung soll der über die Jahrzehnte besonders beanspruchte Zentralteil stabilisiert werden (vgl. hierzu auch den Bericht auf Seite 35).

Der Beginn der Verfüllung wurde von der Presse- und Öffentlichkeitsarbeit intensiv begleitet. Das BfS informierte über Hintergründe, Maßnahmen und Ziele



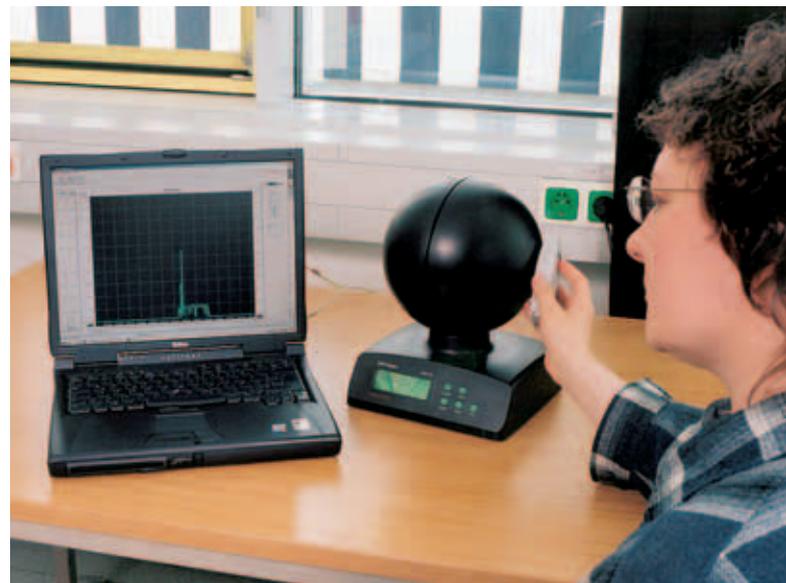
Bundesumweltminister Jürgen Trittin und BfS-Präsident Wolfram König starten die Verfüllung ausgewählter Grubenbaue des ERAM.

der Verfüllung. Zahlreiche Journalistinnen und Journalisten, darunter Vertreterinnen und Vertreter von Nachrichtenagenturen und Fernsehsendern, nutzten die Gelegenheit, um vor Ort über den Start der Verfüllung zu berichten. Zunächst nahmen Bundesumweltminister Jürgen Trittin und BfS-Präsident Wolfram König gemeinsam die Pumpanlage in Betrieb, mit der ein Spezialbeton in die Kammern befördert wird. Anschließend führten sie die Presse zur Besichtigung unter Tage durch Teile des Bergwerks und gaben auf einer abschließenden Pressekonferenz Auskunft über die geplanten Arbeiten sowie Antworten auf die Fragen der Journalistinnen und Journalisten.

Internationale Funkausstellung

Im Jahr 2003 hat sich das BfS auf drei Messen präsentiert: Bildungsmesse, Internationale Funkausstellung (IFA) und Entsorga. Als besonderer Publikumsmagnet erwies sich hierbei der BfS-Stand auf der IFA.

Die IFA ist die weltgrößte Messe für Consumer Electronics. Sie eröffnet den Zugang zum europäischen Fachhandel, zum interessierten Publikum sowie zu den Medien. Als Fach- und Publikumsmesse zugleich hat sie auch Eventcharakter. In der Halle „Personal Communication“ war der BfS-Stand sehr gut untergebracht – das Schwerpunktthema der Präsentation, elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder und Hochfrequenzstrahlung deckte sich ausgezeichnet mit dem Besucherinteresse. Besondere Aufmerksamkeit zog der Messkopf auf sich, mit dem man die Erwärmung des Körpergewebes durch den Gebrauch eines Handys messen kann. Mit diesem Gerät lässt sich der SAR-Wert (Wert der spezifischen Absorptions-Rate) eines Handys ermitteln. Dieses Angebot zog viele Besucherinnen und Besucher an, sie ließen das von ihnen mitgebrachte Handy als Strahlenquelle untersuchen.



Der Messkopf zur Messung des SAR-Wertes (Maß für die Erwärmung des Gewebes durch Felder des Mobilfunks).

Neuer Internet-Auftritt www.bfs.de

Der Internet-Auftritt des BFS wurde seit dem Start im Jahr 1996 Schritt für Schritt ausgebaut. Im Zuge der Leitbildentwicklung 2001/2002 wurde von der Projektgruppe Öffentlichkeitsarbeit angeregt, den Internet-Auftritt zu überarbeiten, um die gesamte fachliche Breite des BFS noch besser abzubilden. Darüber hinaus war die Optik der Dienstleistungsplattform überholt. Eine systematische Überarbeitung des Auftritts war daher sinnvoll.

Neben der Verbesserung des Layouts wurde insbesondere die Themenvielfalt und damit der Gesamtumfang der zur Verfügung gestellten Informationen vergrößert. Die im BFS bearbeiteten Fachinhalte werden in sieben aus der Perspektive von Nutzerinnen und Nutzern interessante Themen gegliedert. In den oberen Ebenen zu jedem Thema stehen weitgehend allgemeinverständliche Informationen zur Verfügung, in den tieferen Ebenen können auch Fachleute fündig werden. So sind beispielsweise auch die Dosiskoeffizienten zur Berechnung der Strahlenexposition nachschlagbar, das Tabellenwerk umfasst gut 1800 Seiten.

Zusätzlich zur reinen Informationsvermittlung sind weitere Funktionen verwirklicht worden: Neben der Möglichkeit, per E-Mail in Kontakt zum BFS zu treten, können Publikationen bestellt oder heruntergeladen werden. Weiterhin werden Formulare zu Zulassung-, Genehmigungs- und Zertifizierungsverfahren, für die das BFS zuständig ist, zur Verfügung gestellt.

Neues Corporate Design für das BFS

Die nachgeordneten Behörden des Bundesumweltministeriums (BMU) sowie das Ministerium selbst sind in der Vergangenheit in ihren Publikationen nicht immer als ein Ressort zu erkennen gewesen. Deshalb beauftragte das BMU eine Agentur mit der Gestaltung eines gemeinsamen Erscheinungsbildes für das BMU und seine drei nachgeordneten Behörden, in dem die jeweilige spezifische Identität gewahrt bleibt.

Für das BFS wurde dieses Corporate Design (CD) im Jahr 2003 entwickelt und verfeinert. Als wichtiges identifikationsstiftendes Element bleibt das Logo des BFS in seinen Kernelementen erhalten. Der Jahresbericht des BFS ist ein Beispiel für die neue Gestaltung. Das neue CD wird ab 2004 verstärkt in der Außenwirkung des BFS wahrnehmbar sein.



Der Internetauftritt des BFS im Wandel der Zeit.
1997, 1999 und 2003 (von oben nach unten)

PUBLIKATIONEN

BFS-BERICHTE

BfS-SE-01/03

Börst FM, Nitsche F.

Strahlungsmessungen an einem Transport- und Lagerbehälter vom Typ CASTOR HAW 20/28 CG
Salzgitter, Juli 2003

BfS-SE-02/03

Arens G, Beushausen M, Hagge H, Ranft M, Schubert-Engelschall N, Schulze C, Stier-Friedland G.

Kostenschätzung für geowissenschaftliche Erkundungsmaßnahmen im Auswahlverfahren bis zur Entscheidung für einen Endlagerstandort:
Abschlussbericht
Salzgitter, November 2003

BfS-SG-01/03

Frasch G, Almer E, Fritzsche E, Kammerer L, Karofsky R, Kragh P, Spiesl J.

Die berufliche Strahlenexposition in Deutschland 1999 bis 2001:
Auswertung des Strahlenschutzregisters
Salzgitter, Juli 2003

BfS-SG-02/03

Noßke D, Dalheimer A, Dettmann K, Frasch G, Hartmann M, Karcher K, König K, Scheler R, Strauch H.

Retentions- und Ausscheidungsdaten sowie Dosiskoeffizienten für die Inkorporationsüberwachung: Übergangsregelung bis zur In-Kraft-Treten der entsprechenden Richtlinie zur inneren Exposition
Salzgitter, Dezember 2003

BfS-SK-01/03

Berg HP, Fröhmel T, Görtz R, Schimetschka E, Schott H.

Quantitative probabilistische Sicherheitskriterien für Genehmigung und Betrieb kerntechnischer Anlagen: Status und Entwicklung im internationalen Vergleich
Salzgitter, Juni 2003

BfS-SK-02/03

Philippczyk F, Hutter J, Schneider M.

Statusbericht zur Kernenergie in der Bundesrepublik Deutschland 2001
Salzgitter, November 2003

BfS-SK-03/03

Berg HP, Görtz R, Schimetschka E.

Quantitative Probabilistic Safety Criteria for Licensing and Operation of Nuclear Plants: Comparison of the International Status and Development.
Salzgitter, November 2003

BfS-SW-01/03

Will W, Mielcarek J, Schkade UK.

Ortsdosisleistung der terrestrischen Gammastrahlung in ausgewählten Regionen Deutschlands
Salzgitter, Juni 2003

BfS-SW-02/03

Bittner S, Braun H, Dusemund HW, Gregor J, Raguse R, Voß W.

Einsatz des Entscheidungshilfesystems RODOS in Deutschland
Salzgitter, Juli 2003

BfS-SCHR-27/03

Trugenberger-Schnabel A, Peter J, Kanzlivius R, Bernhard C, Bergler I.

Umweltradioaktivität in der Bundesrepublik Deutschland 1998 bis 2001:
Daten und Bewertung
Bericht der Leitstellen des Bundes und des Bundesamtes für Strahlenschutz
Salzgitter, Januar 2003

BfS-SCHR-28/03

Walter H.

2. Fachgespräch SODAR, 19. u. 20. März 2003
Im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit:
Zusammenfassung der Vorträge
Salzgitter, Juni 2003

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: 0471/945440
Telefax: 0471/9454488
eMail: vertrieb@NW-Verlag.de

AUSGEWÄHLTE BEITRÄGE IN EXTERNEN FACHZEITSCHRIFTEN

Aumann S, Schoenberg SO, Just A, Briley-Saebo K, Bjornerud A, Bock M, Brix G.
Quantification of Renal Perfusion Using an Intravascular Contrast Agent: Results in a Canine Model.
Magn Reson Med 2003; 49: 276–287

Bayer A, Bühling A.
Bericht über das 12. Fachgespräch zur Überwachung der Umweltradioaktivität
Strahlenschutzpraxis 2003; 9 (4): 84–86

Barth I, Mielcarek J.
Berufliche Strahlexposition bei der medizinischen Applikation von Beta-Strahlern
Strahlenschutz in Forschung und Praxis 2003; 45: 177–186

Brennan PJ, Buffler PA, Reynolds P, Wu AH, Wichmann HE, Agudo A, Pershagen G, Jöckel KH, Benhamou S, Greenberg RS, Meretti F, Winck F, Fontham ETH, Kreuzer M, Darby SC, Forastiere F, Simonato L, Boffetta P.
Secondhand Smoke Exposure in Adulthood and Risk of Lung Cancer among Never-smokers. A Pooled Analysis of two Large Studies
Int J Cancer 2003; in press

Brix G, Nagel HD, Stamm G, Veit R, Lechel U, Griebel J, Galanski M.
Radiation Exposure in Multi-Slice versus Single-Slice Spiral CT: Results of a Nationwide Survey.
Eur Radiology 2003; 13: 1979–1991

Dushe C, Kümmel M, Schulz H.
Investigations of Enhanced Outdoor Radon Concentration in Johannegeorgenstadt (Saxony)
Health Physics 84; 655–663; May 2003

Jung T.
Der Risikobegriff in Wissenschaft und Gesellschaft
Bundesgesundheitsbl.-Gesundheitsforsch-Gesundheitschutz 7; 2003

Kreuzer M.
Lungenkrebsrisiko durch Passivrauchen am Arbeitsplatz – Evidenz aus epidemiologischen Studien
ErgoMed 2003; 1: 2–6

Kreuzer M, Gerken M, Heinrich J, Kreienbrock L, Wichmann HE.
Hormonal Factors and Risk of Lung Cancer among Women
Int J Epidemiol 2003; 32: 263–271

Kreuzer M, Heinrich J, Wölke G, Schaffrath-Rosario A, Wellman J, Keller G, Kreienbrock L, Wichmann HE.
Residential Radon and Risk of Lung Cancer in Eastern Germany
Epidemiology 2003; 14: 559–568

Regulla D, Griebel J, Noßke D, Bauer B, Brix G.
Erfassung und Bewertung der Patientenexposition in der diagnostischen Radiologie und Nuklearmedizin.
Z Med Physik 2003; 13: 127–135

Regulla D, Griebel J, Noßke D, Bauer B, Brix G.
Entwicklung der Patientenexposition in der diagnostischen Radiologie und Nuklearmedizin
Strahlenschutz in Forschung und Praxis, 2003, 45: 105–122

BEITRÄGE IN TAGUNGSBÄNDEN/ BROSCHÜREN

In:
Medizinische Physik 2003. Semmler W und Schad LR (Hrsg) Wiesloch: DGMP 2003

Veit R, Bauer B, Griebel J, Brix G.
Diagnostische Referenzwerte für die Röntgendiagnostik: Mehr Transparenz bei der Patientenexposition, S. 114–115

Minkov V, Nosske D, Viehl K, Hornik S, Karcher K, Brix G.
Strahlenexposition von Patienten nach Applikation F-18-markierter PET-Radiopharmaka: Einfluss des Blasenentleerungsintervalls, S. 330–331

Brix G, Nagel HD, Stamm G, Veit R, Lechel U, Griebel J, Galanski M.
Untersuchungspraxis in der Mehrschicht- im Vergleich zur Einzelschicht-CT: Ergebnisse einer bundesweiten Umfrage, S. 336–337

Nosske D, Minkov V, Brix G.
Diagnostische Referenzwerte in der Nuklearmedizin, S. 340–341

Griebel J, Nekolla E, Minkov V, Bauer B, Schwarz ER, Brix G.
Anwendung von Röntgenstrahlung oder radioaktiven Stoffen in der medizinischen Forschung: Risikoabschätzung gemäß der Atomrechtlichen Deckungsvorsorgeverordnung (AtDeckV), S. 342–343

In:
Strahlenschutz bei medizinischen Anwendungen.
 Ewen K, Schienbein K (Hrsg). Hilden: Fachverband für Strahlenschutz 2003

Brix G, Seebass M, Hellwig G, Griebel J.
 HF-Exposition bei MR-Untersuchungen: Abschätzung thermischer Gewebeparameter und des Temperatur-Zeit-Verlaufs, S. 254–257

Griebel J, Veit R, Brix G.
 Medizinische Strahlenexposition in der Röntgendiagnostik in Deutschland: Zeitliche Trends zwischen 1994 und 1997, S. 280–283

Brix G, Nosske D, Glatting G, Reske SN, Brix G.
 Ergebnisse einer bundesweiten Umfrage zu PET-Untersuchungen im Jahr 1999, S. 284–285

Stamm-Meyer A, Schnell-Inderst P, Hacker M, Nosske D, Weiss M, Hahn K.
 Häufigkeit und Dosis nuklearmedizinischer Untersuchungen in Deutschland. S. 295–298

In:
 12. Fachgespräch zur Überwachung der Umweltradioaktivität (8.-10. 4. 2003 in Bonn) Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.)

Beck TR, Dalheimer A.
 Qualitätsmanagement im Strahlenschutz – Stand und Perspektiven

Böhm G, Brummer Ch, Deller A.
 Die Bestimmung radioaktiver Edelgase in der Fortluft von Kernkraftwerken in Deutschland

Böhm G, Deller A.
 Ringversuche zur Qualitätssicherung bei der Bestimmung radioaktiver Stoffe in der Fortluft kerntechnischer Anlagen

Böhm G, Obrikat D, Winkelmann I.
 25 Jahre Qualitätssicherung bei der Überwachung radioaktiver Emissionen aus Kernkraftwerken

Dushe C, Kümmel M.
 Ergebnisse der Radonfreiluftmessungen in Bergbaugebieten

Gerler J, Kümmel M, Gehrcke K.
 Die Bedeutung des Radionuklids Ra-228 für die Strahlenexposition durch bergbauliche Hinterlassenschaften

Strobl C, Thomas M, Winkelmann I, Carloff G.
 Internationale Vergleichsmessungen in Schottland zum Strahlenmessen aus der Luft

Vogl K.
 Einfluss der Neufassung der KTA 1503.1 auf die Emissionsüberwachung

Vogl K.
 Ergebnisse der Untersuchungen zur Bestimmung von Aktivitätsableitungen und von Rohrfaktoren und Gesamtverlustfaktoren für Aktivität bei Probeentnahme-einrichtungen für an Luftschwebstoffen gebundene radioaktive Stoffe

Wildermuth H.
 Änderungen in der Strahlenschutzverordnung und Auswirkungen auf die Dosis der Referenzperson durch Kernkraftwerke über Fortluft

Winkelmann I, Strobl C, Thomas M, Carloff G.
 Aufspüren, Lokalisieren und Kartieren von Strahlungsanomalien durch natürliche Radionuklide mit aerogammaspektrometrischen Messungen vom Hubschrauber aus

In:
 Waste Management 2003 Proceedings, Feb. 23–27, 2003, Tucson, Arizona, WM Symposia, Inc, 2003

Eilers G, Mauke R, Gläß F, Preuss J, Fischle M, Linn M, Schmidt H, Müller-Hoeppe N, Schrimpf C.
 Sealing of the Morsleben Repository, Germany

Thomauske B.
 Realization of the German Concept for Interim Storage of Spent Nuclear Fuel – Current Situation and Prospects

In:
 Berichtsheft zur Fachsitzung Entsorgung/Stilllegung Jahrestagung Kerntechnik 2003, 20.–22. Mai 2003,

Brennecke P, Steyer S, Herzog C, Liebscher B, Schneider L.
 Chemotoxische Bestandteile radioaktiver Abfälle

Odoj R, Brennecke P, Hellwig U.
 Entsorgung von deutschen Forschungsreaktoren

Thomauske B.
 Genehmigungsverfahren für standortnahe Zwischenlager und Auswirkungen eines absichtlich herbeigeführten Flugzeugabsturzes

In:
Tagungsband zum 3. Symposium·Beförderung und Lagerung radioaktiver Stoffe·Hannover·8. Mai 2003, TÜV NORD AKADEMIE, 2003

Thomauske B.

Genehmigungsverfahren für die standortnahen Zwischenlager unter Berücksichtigung eines absichtlich herbeigeführten Flugzeugabsturzes

In:

Tagungsband zum 7. BergbauForum in Bad Helmstedt vom 02. bis 04. 04. 2003

Eilers G.

Mikroakustische Messungen und Ausblick auf ortungsseismische Untersuchungen im Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben

Mauke R, Handke N, Müller-Hoeppe N, Weise D.

Planung von Streckenabdichtungen

Preuss J, Heimer S.

Stand der Planungen für das Stilllegungskonzept

Rösel H.

Anforderungen an die Stilllegung von Endlagern aus atomrechtlicher Sicht

Schulze C, Müller-Hoeppe N.

Radarmessung zur Ermittlung und Bewertung der Schwebenintegrität im Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben

Simmer R, Hund W.

Stand des Planfeststellungsverfahrens für die Stilllegung

Storck R, Preuss J, Wollrath J.

Langzeitsicherheitsnachweis als Voraussetzung für die Stilllegung

Weidenbach J, Köster R.

Die Datenbasis der Stilllegungsplanung für das Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben – Bedarf, Verfügbarkeit, Bereitstellung

Wellmann P, Laske D.

Planung der Schachtverschlussysteme

In:

Tagungsband der KONTEC zum 6. Internationalen Symposium „Konditionierung radioaktiver Betriebs- und Stilllegungsabfälle“, Berlin, 19.–21. März 2003

Brennecke P, Steyer S, Kröger H, Spicher G, Wehmeier J.

Produktkontrolle radioaktiver Abfälle für die Endlagerung: Bisherige Erfahrungen, derzeitige Situationen und zukünftige Vorgehensweise

Thiel J, Ibach TM, Wittwer Ch, Westphal W.

Notwendigkeit der Konditionierung flüchtiger radioaktiver Stoffe in Endlagern, Erfahrungen aus dem Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben ERAM

In:

Tagungsband zum 15. Treffen des Arbeitskreises Bergbaufolgelandschaften in Magdeburg am 26./27. September 2003

Grüschow N, Ranft M.

Erfassung und Bewertung von Lösungs- und Ausfällungsprozessen bei einer unterstellten Flutung des Endlagers für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM)

In:

Tagungsband Abstracts of the 13th Annual V. M. Goldschmidt Conference in Kurashiki, Japan, September 7–12, 2003

Smellie JAT, Grundfelt B, Beushausen M, Wollrath J.

Natural Analogues and Scenario Development for Use in Repository Safety and Performance Assessments

In:

Tagungsband 9th European Meeting of Environmental and Engineering Geophysics vom 31. 08. bis 04. 09. 2003 in Prag

Weihnacht B, Schulze Ch, Börner F, Couvreur S, Richter Th.

Detection of Hydraulic Paths in the Morsleben Repository (Germany)

In:

International Conference on the Safety of Transport of Radioactive Material; 7–11 July 2003, Vienna, Austria (IAEA-CN-101/74)

Boerst FM, Nitsche F.

Contents Specification Criteria for Package Design Approvals in Germany

Fasten Ch, Nitsche F, Trepesch D.

Emergency Response in the Field of the Transport of Radioactive Material in Germany

Nitsche F, Fasten Ch.

Transport of Irradiated Nuclear Fuel in Germany:
Legal Basis, Status and Prospects

In:

*International Conference on Nuclear Criticality Safety,
20–24 Oct. 2003, Tokaimura, Japan*

Reiche I.

Review of Criticality Safety Assessments for Transport
Packages by the German Competent Authority

In:

*Clausthaler Kolloquium zur Endlagerung 2003
(und Ehrenkolloquium zum 65. Geburtstag von Prof.
Dr.-Ing. Klaus Kühn) in Schriftenreihe
Professur für Deponietechnik und Geomechanik
Institut für Aufbereitung und Deponietechnik TU Claus-
thal*

Preuss J.

Stilllegungskonzept ERA Morsleben: Stand der
Planung und Langzeitsicherheit

Rösel H.

Endlagerung radioaktiver Abfälle in Deutschland –
ein neuer Weg

In:

*4th International Seminar on Radioactive Waste Products,
Würzburg 22 to 26 September 2002, Schriften des
Forschungszentrums Jülich Reihe Energietechnik
Band 27, 2003*

Brennecke P.

Waste Acceptance Requirements in Germany:
Current Status and Future Developments

Rösel H.

Radioactive Waste Management in Germany, S. 19
bis 28

Steyer S, Sanden HJ.

Quality Assurance Measures for Radioactive Waste
Products to be Returned from Abroad

Kontakt:

Bundesamt für Strahlenschutz

Postfach 10 01 49

D - 38201 Salzgitter

Telefon: +49 (0) 1888 - 3 33 - 0

Telefax: +49 (0) 1888 - 3 33 - 18 85

Internet: www.bfs.de

E-Mail: ePost@bfs.de

Gedruckt auf Recyclingpapier aus 100 % Altpapier.



Bundesamt für Strahlenschutz