

JAHRESBERICHT 2011

Bundesamt für Strahlenschutz



/// Fukushima und die Folgen
Neue Stromtrassen quer durch Deutschland
Auf der Suche - Entsorgung radioaktiver Abfälle in Deutschland



Titelfoto: Michael Janssen / Photocase.de

Impressum

Herausgeber: Bundesamt für Strahlenschutz

Postfach 10 01 49

D-38201 Salzgitter

Telefon: +49 (0)3018 333-0

Telefax: +49 (0)3018 333-1885

E-Mail: ePost@bfs.de

Internet: www.bfs.de

Redaktion: Lutz Ebermann

Gestaltung: Quermedia

Querallee 38

34119 Kassel

Druck: MAREIS DRUCK GmbH

Zeissstraße 8

89264 Weißenhorn

Fotos: BfS und genannte Quellen

Bundesamt für Strahlenschutz (2012)

JAHRESBERICHT

2011

Bundesamt für Strahlenschutz

JAHRESBERICHT 2011



Seite 9

Fukushima und die Folgen

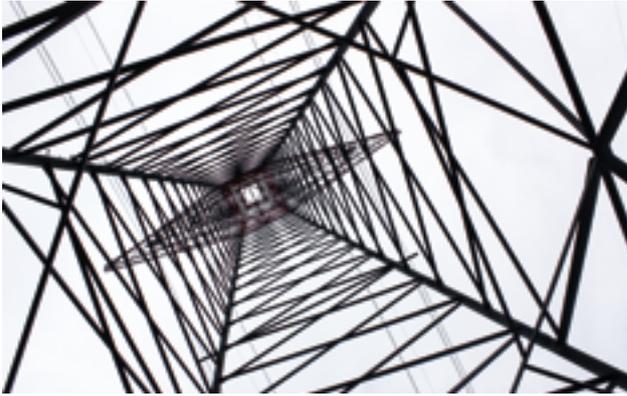
Am 11. März 2011 ereignete sich vor der Nordostküste der japanischen Hauptinsel Honshu ein schweres Erdbeben mit nachfolgendem Tsunami. Im unmittelbaren Einwirkungsbereich dieser Naturkatastrophe lagen 15 der insgesamt 54 japanischen Reaktoren. Der Beitrag geht ein auf Unfallablauf und -ursachen und gibt einen ersten Überblick über die Freisetzungen radioaktiver Stoffe und die Folgen in der Umgebung der Anlage für die Bevölkerung in und außerhalb von Japan.

97 WEITERE ARBEITSSCHWERPUNKTE DES BFS

- 97 "Sonne - Aber sicher!" - Das BfS engagiert sich für Hautkrebsprävention
- 101 Lungenkrebs-Früherkennung mittels Computertomographie
- 102 Berufliche Strahlenbelastung in der Medizin
- 103 Strahlenschutz beim Aufbau des digitalen Behördenfunks in Deutschland
- 106 Bedeutung von Ringversuchen für die Überwachung inkorporierter radioaktiver Stoffe
- 108 Nuklearspezifische Gefahrenabwehr: Zusammenarbeit und Übungen im Jahre 2011
- 110 Neue Entwicklungen auf dem Gebiet der Radioaktivität im Trinkwasser
- 111 Meldepflichtige Ereignisse in kerntechnischen Einrichtungen 2011
- 113 Stilllegung eines endgültig abgeschalteten Kernkraftwerks

117 DER UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES BUNDESUMWELTMINISTERIUMS - FORSCHUNG ZUR STÄRKUNG DER NUKLEAREN SICHERHEIT UND DES STRAHLENSCHUTZES

- 119 Die Wismut-Bioprobenbank: Folgen des Uranabbaus und Strahlenwirkungen



Seite 45

Neue Stromtrassen

Quer durch Deutschland

Niederfrequente elektrische und magnetische Felder der Stromversorgung sind seit langem Teil unserer zivilisatorisch beeinflussten Umwelt. Im Rahmen der Energiewende ist der Ausbau der Stromnetze unmittelbare Notwendigkeit für die Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien an der Stromversorgung. Fragen nach gesundheitsrelevanten Wirkungen niederfrequenter Felder sowie Aspekten der Risikokommunikation wird in diesem Beitrag nachgegangen.



Seite 57

Auf der Suche

Entsorgung radioaktiver Abfälle in Deutschland

Die in der Bundesrepublik Deutschland entstandenen radioaktiven Abfälle müssen sicher und geordnet beseitigt werden. Die Freisetzung und der Transport von Radionukliden aus einem Endlager bis in den Bereich der Biosphäre sollen verhindert werden. Zuständig für die Errichtung und den Betrieb von Endlagern für radioaktive Abfälle ist in Deutschland das Bundesamt für Strahlenschutz. Der gegenwärtige Stand der Entsorgung radioaktiver Abfälle in Deutschland wird in diesem Beitrag dargestellt.

- 120 Die deutsche Uranbergarbeiterstudie - Mehr als 60 Jahre Beobachtungszeitraum
- 121 Gesundheitliche Auswirkungen starker statischer Magnetfelder der Magnet-Resonanz-Tomographie
- 124 Strahlenbelastung durch nuklearmedizinische Untersuchungen
- 126 Bundesweiter Überblick über die Radiocäsiumkontamination von Wildschweinen

- 129 ZAHLEN UND FAKTEN**
- 129 Organisation und Aufgaben des BfS
- 130 Die Fachbereiche des BfS
- 132 Das BfS informiert
- 141 Zahlen und Fakten 2011

- 144 PUBLIKATIONEN**
- 148 ABKÜRZUNGEN**

ANNUAL REPORT 2011



Page 9

Fukushima and the consequences

On March 11th, 2011, a severe earthquake occurred near Japan's eastward coastline. The following Tsunami led to severe damages in several nuclear power reactors and to massive releases of radioactive substances into the environment. The article gives an overview on the course of the accident and the release of radioactive substances into the environs of the installation as well as the consequences for the population inside and outside of Japan.

97 FURTHER TOPICS OF BFS

97 „Sun - But Do It Safely!“ - BFS Stands up for Reasonable Exposure to Sun and for Skin Cancer Prevention

101 Individual Health Assessment of Lung Cancer with Low-dose Computed Tomography

102 Occupational Radiation Exposure in Medicine

103 Radiation Protection at Setting up Digital Radio of Security Authorities and Organisations

106 Importance of Laboratory Intercomparisons for Incorporation Monitoring

108 Defence against Nuclear Hazards: Cooperation and Exercises in 2011

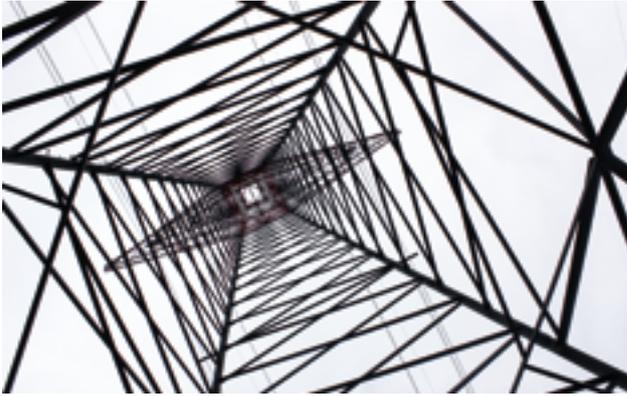
110 New Developments with Regard to Radioactivity in Drinking Water

111 Reportable Events in Nuclear Facilities in 2011

113 Decommissioning of a Permanently Shut Down Nuclear Power Plant

117 THE ENVIRONMENTAL RESEARCH PROGRAMME OF THE FEDERAL ENVIRONMENTAL MINISTRY - RESEARCH FOR STRENGTHENING NUCLEAR SAFETY AND RADIATION PROTECTION

119 The German Uranium Miners Biobank: Consequences of Uranium Mining and Radiological Impacts



Page 45

New Power Lines Across Germany

Low frequency electric and magnetic fields are part of our civilization. However, due to the increasing input of power from renewable energy sources into the electricity distribution grids many new 380-kV power lines have to be built until 2020. The main concern of the BfS in this context is the protection of man and the environment against detrimental effects of low-frequency fields. BfS recommends a protective system which includes both exposure limits and precautionary measures.



Page 57

Still in Search - Management of Radioactive Wastes in Germany

Radioactive wastes generated in the Federal Republic of Germany have to be safely and orderly removed and ought to be disposed of in deep geological formations. Release and transportation of radionuclides from a repository into the biosphere have to be prevented. According to the Atomic Energy Act the Federal Government is responsible for the final disposal of radioactive waste. The current status of management of radioactive wastes in Germany is reported in this article.

- 120 The German Uranium Miners Cohort Study - A More than 60-Year Period of Follow-up
- 121 Health Effects of Strong Static Magnetic Fields of Magnetic Resonance Imaging
- 124 Radiation Exposure due to Nuclear Medical Examinations
- 126 Nationwide Survey on the Radiocaesium Contamination of Wild Boars

- 129 FACTS AND FIGURES**
- 129 Organization and Tasks of BfS
- 130 Scientific Departments of BfS
- 132 BfS Providing Information to the Public
- 141 Facts and Figures 2011

- 144 PUBLICATIONS**
- 148 ABBREVIATIONS**



Greenpeace-Mitarbeiter bei der Entnahme von Bodenproben.
Foto: Markel Redondo, Greenpeace

// FUKUSHIMA UND DIE FOLGEN

Fukushima and the Consequences

Fachliche Ansprechpartner:

Bernhard Fischer (03018 333-1500)

Erich Wirth (03018 333-6710)

Thomas Jung (03018 333-2100)

On March 11th, 2011, a severe earthquake occurred near Japan's eastward coastline. The following Tsunami flooded a large coastal area including several nuclear power plants. This natural disaster triggered the events of the accident in the nuclear power plant Fukushima Dai-ichi, which led to nuclear meltdowns in units 1-3, severe damages in units 1-4 and to massive releases of radioactive substances into the environment.

The Federal Office for Radiation Protection (BfS) was involved in the evaluation of the technical and radiological consequences of the Fukushima accident from the German perspective. For instance, the radiological situation in Japan and Germany was evaluated daily, based on input data from various certified sources such as from own measuring facilities. One BfS expert directly supported the German Embassy in Japan. A huge amount of inquiries from media, domestic industry and the public had to be coped with by BfS.

As lessons learned, the calculation of the nuclear source term and the emergency planning for an accident with long-term radioactive release as well as the

expansion of the area of potential radioactive immision are topics which should be considered in more detail.

Die Reaktorkatastrophe in Fukushima im Jahr 2011 prüfte auch die Arbeit des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) im Jahr 2011. Am 11. März 2011 löste ein Erdbeben einen Tsunami aus. In den ersten Tagen und Wochen standen die Ereignisse in Japan im Mittelpunkt. Es galt, sich Kenntnisse über die Auslegung und technische Ausstattung der betroffenen Reaktoren zu verschaffen, die Vorgänge auf der Anlage nachzuvollziehen und einen ersten Überblick über die Freisetzungen radioaktiver Stoffe und die Folgen in der Umgebung der Anlage und für die Bevölkerung in Japan zu gewinnen.

Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), andere Regierungsstellen und nicht zuletzt die deutsche Botschaft in Japan griffen auf die Beratung und Unterstützung durch Lagedarstellungen und Lagebewertungen des BfS zurück. Darüber hinaus wurde schnell personelle Unterstützung in der deutschen Botschaft in Tokyo geleistet.

Nachdem am 25.03.2011 die ersten Spuren der in Fukushima freigesetzten radioaktiven Stoffe in Deutschland durch das BfS nachgewiesen werden konnten, gewann die Frage der möglichen Konsequenzen von Kontaminationen aus Fukushima in Deutschland und Europa eine größere Bedeutung. Während der gesamten Zeit wurden die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des BfS durch die Beantwortung von Anfragen, durch öffentliche Veranstaltungen und eine sehr intensive Pressearbeit massiv gefordert.

Bei der Bewältigung der Anforderungen im Zusammenhang mit dem Reaktorunfall in Fukushima hat sich die Bündelung der Kompetenzen im Strahlenschutz und in der Kerntechnik bewährt. Das BfS war in der Lage sowohl den Ablauf der Unfälle technisch als auch mögliche Ausbreitungen in Japan, in Asien und weltweit einschließlich möglicher Auswirkungen auf Deutschland zu bewerten. Die vom BfS erstellten Prognosen (z. B. ob und wenn ja wann und in welcher Größenordnung radioaktive Stoffe aus Japan in Deutschland eintreffen können) haben sich als zutreffend erwiesen. Die erhöhten Anforderungen an das Management einer Krise dieses Ausmaßes, insbesondere die ständige Lagebewertung und die Information der Öffentlichkeit haben umfangreiche personelle Ressourcen des BfS gebunden. Bei einem Unfall in Deutschland oder im benachbarten Ausland wären jedoch zusätzliche Anforderungen zu erfüllen, z. B. Messungen und Berichterstattungen in wesentlich größerem Umfang. In diesem Fall ist davon auszugehen, dass das BfS den stark gestiegenen Anforderungen von Medien und Bevölkerung nach Information nur beschränkt nachkommen könnte. An einer Verbesserung der personellen und materiellen Ressourcen muss weiterhin gearbeitet werden.

Als politische Reaktion in Deutschland wurde die Verlängerung der Laufzeiten der Kernkraftwerke in Frage gestellt und der Weiterbetrieb der sieben ältesten Kernkraftwerke durch ein dreimonatiges Moratorium vorläufig beendet. Die Reaktor-Sicherheitskommission (RSK) wurde vom BMU mit einer Sicherheitsüberprüfung der deutschen Kernkraftwerke beauftragt. Sie hat eine erste Stellungnahme am 17.05.2011 vorgelegt. Parallel wurde eine Ethikkommission „Sichere Energieversorgung“ eingesetzt, die ihren Abschlussbericht am 30.05.2011 an die Bundesregierung übergeben hat. Sie kommt darin zu der Überzeugung, dass

sich ein Ausstieg aus der Nutzung der Kernenergie innerhalb eines Jahrzehntes realisieren lässt. Daraufhin wurde am 06.08.2011 mit einer Novelle des Atomgesetzes die Verlängerung der Laufzeiten der Kernkraftwerke rückgängig gemacht. Die Berechtigung zum Leistungsbetrieb für die Kernkraftwerke Biblis A, Neckarwestheim 1, Biblis B, Brunsbüttel, Isar 1, Unterweser, Philippsburg 1 und Krümmel ist damit erloschen. Der Leistungsbetrieb der übrigen Kernkraftwerke wird gestaffelt zu gesetzlich festgelegten Daten bis 2022 beendet. Die Energieversorgung soll durch diese Energiewende stärker auf erneuerbare Energien gestützt werden.

Durch die Energiewende ergibt sich die Notwendigkeit eines Umbaus der Stromnetze. Die neu zu bauenden oder auszubauenden Stromversorgungsstrassen führen zu neuen Fragestellungen bezüglich des Strahlenschutzes bei nichtionisierender Strahlung, denen sich das BfS schon jetzt stellt. Auch der nach dem beschlossenen Ausstieg aus der Kernenergienutzung nunmehr möglich erscheinende Konsens bei der Entsorgung hochradioaktiver Abfälle (neue Standortsuche) wird zu neuen Anforderungen an das BfS führen.

Auf europäischer Ebene wurde für die Kernkraftwerke in den Mitgliedsstaaten der EU ein „Stresstest“ beschlossen und zu den Schwerpunktthemen „Externe Ereignisse“, „Ausfälle von Sicherheitsfunktionen“ und „Notfallmaßnahmen bei schweren Unfällen“ durchgeführt.

Bei der Fragestellung, zu welchen sicherheitstechnischen Konsequenzen und Modifikationen der nuklearen Notfallschutzplanung die Ereignisse in Japan Anlass geben können, geht es nur vordergründig darum, ob und inwieweit die konkreten Abläufe im Kernkraftwerk Fukushima in deutschen Kernkraftwerken ebenfalls möglich sind, also z. B. ob Erdbeben und Flutwellen mit ähnlichen Konsequenzen für Kernkraftwerke auch hier auftreten können.

Es ist vielmehr zu prüfen, auf welche Schwachstellen uns die Ereignisse in Japan aufmerksam machen, die in deutschen Kernkraftwerken zu ähnlichen Konsequenzen führen können. Vier Dinge seien beispielhaft genannt: Es ist in Japan deutlich geworden, dass Abläufe, die für die Auslegung von Kernkraftwerken bisher als unabhängig voneinander betrachtet wurden, zusammen auftreten können, z. B. ein Erdbeben zusammen mit einem

länger andauernden Ausfall des allgemeinen Stromnetzes. Ein zweites Beispiel ist die Fragestellung, wie sich die Anlagen bei einem längeren Ausfall der Infrastruktur (Stromversorgung, Verkehrswege, Versorgung mit Betriebsmitteln etc.) verhalten. Als drittes Beispiel sei die in Fukushima im Block 4 Realität gewordene Überlegung genannt, dass Anlagen, die bereits abgeschaltet sind, auch dann noch ein beträchtliches Unfallrisiko enthalten können, wenn die Brennelemente aus dem Reaktor entfernt sind und im Brennelemente-Lagerbecken aufbewahrt werden. Als letztes Bei-

spiel sind die über mehrere Wochen andauernden massiven Freisetzungen genannt, ein Szenario, das bislang in der nuklearen Notfallschutzplanung in Deutschland nicht berücksichtigt wurde.

Tiefer gehende Informationen zum Reaktorunfall in Fukushima finden Sie auch im umfangreichen BfS-Bericht „Die Katastrophe im Kernkraftwerk Fukushima nach dem Seebeben vom 11. März 2011: Beschreibung und Bewertung von Ablauf und Ursachen“ (doris.bfs.de/jspui/handle/urn:nbn:de:0221-201203027611).



Reaktorkatastrophe in Fukushima
(AP Photo/AIR PHOTO SERVICE)

DIE REAKTORKATASTROPHE IM MÄRZ 2011 IN FUKUSHIMA

The Reactor Accident in Fukushima in March 2011

Fachliche Ansprechpartner:

Matias Krauß (03018 333-1540)

Freddy Seidel (03018 333-1548)

On March 11th, 2011, a severe submarine earthquake occurred near Japan's eastward coastline. Caused by the earthquake a Tsunami flooded a large coastal area including the compounds of several nuclear power plants. This natural disaster triggered the accident scenario in the nuclear power plant Fukushima Dai-ichi, which led to nuclear meltdowns in units 1-3, severe damages in units 1-4 and to massive releases of radioactive substances into the environment.

This article recapitulates the intensive discussions related to the Fukushima accident, considering the accident analysis, nuclear plant's safety design shortcomings, measures for the long-term limitation of the accident's consequences, the release of radioactive substances into the environment and aspects of safety management and safety culture.

EINLEITUNG

Am 11. März 2011 um 14:46 Uhr Ortszeit ereignete sich vor der Nordostküste der japanischen Hauptinsel Honshu ein Erdbeben der Stärke 9. Das sogenannte Tohoku-Erdbeben war die viertstärkste jemals auf der Erde registrierte seismische Erschütterung und stärker als alle zuvor in Japan gemessenen.

Weniger als eine Stunde nach dem Erdbeben erreichte eine riesige Tsunami-Welle die Küste der im Norden der japanischen Hauptinsel Honshu gelegenen Region Tohoku. Diese wird von etwa 9,3 Mio. Einwohnern bewohnt und hat eine Fläche vergleichbar mit der von Bayern.

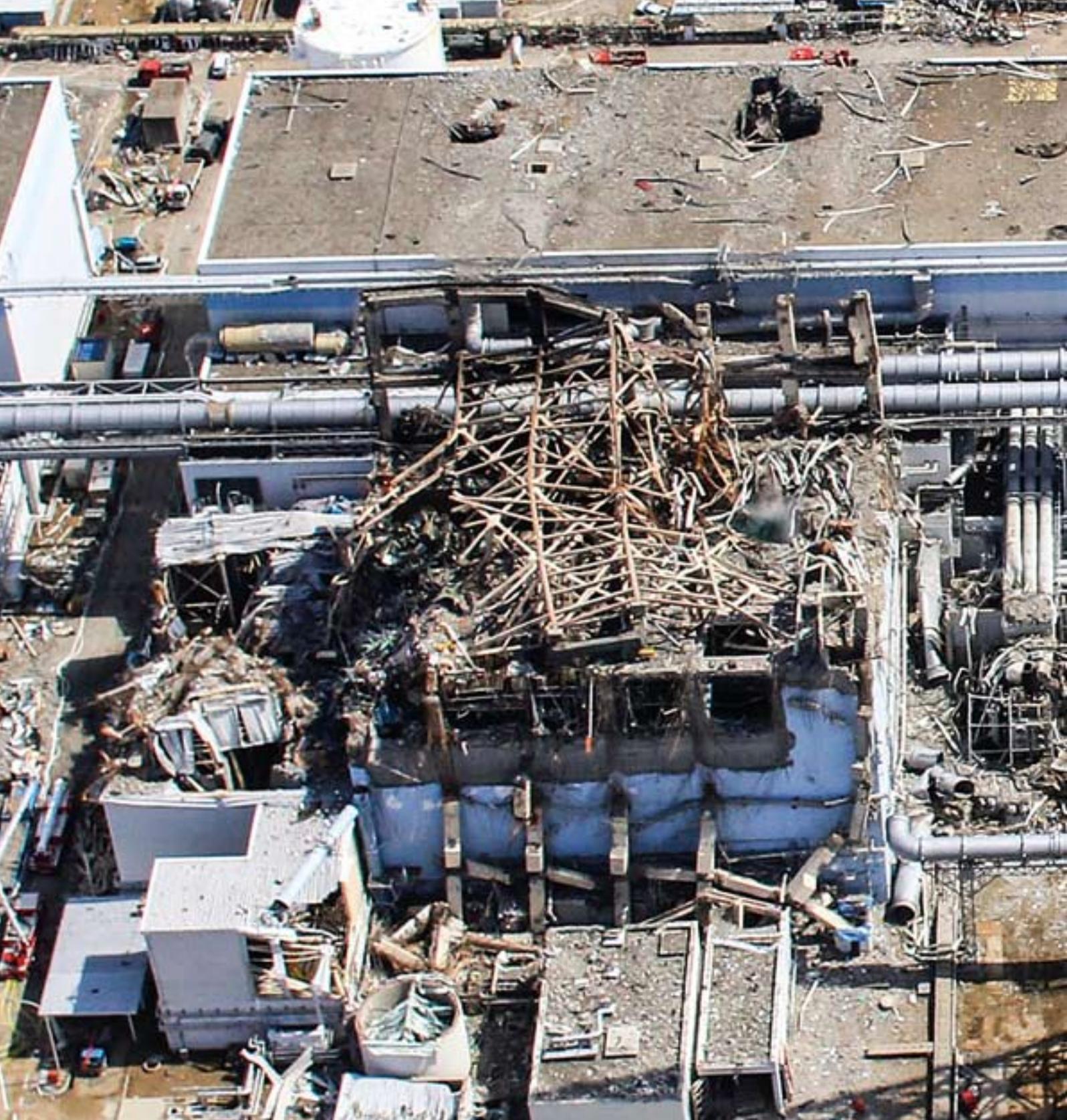
Aufgrund der Naturkatastrophe gab es nach Angaben der japanischen Regierung mehr als 20.000 Tote und Vermisste zu beklagen. Mehr als 320.000 Menschen mussten sofort in Notunterkünften untergebracht werden. Das Gesamtausmaß der Schäden durch das Seebeben wird durch folgende Fakten deutlich: Mehr als 560 km² Festland wurden

durch den Tsunami überflutet. Die Infrastruktur der betroffenen Gebiete wurde größtenteils zerstört oder unbrauchbar, so z. B. mehr als 4.000 Straßen und 6.600 Bahnverbindungen sowie große Teile der Strom-, Wasser-, Gas- und ca. 800.000 Telefonleitungen. Es traten an mehr als 120 Stellen erhebliche Murengänge, Dammbrüche und Bodenverschiebungen auf.

Im unmittelbaren Einwirkungsbereich dieser Naturkatastrophe lagen fünf der insgesamt 17 japanischen Kernkraftwerksstandorte und damit 15 der insgesamt 54 japanischen Reaktoren. Dabei handelt es sich um die Standorte Higashi-Dori (ein Reaktorblock), Onagawa (drei Blöcke), Fukushima Dai-ichi (sechs Blöcke), Fukushima Dai-ni (vier Blöcke) und Tokai (ein Block).

Am schwersten betroffen war der Standort des Kernkraftwerks (KKW) Fukushima Dai-ichi. Hier kam es in den Reaktoren der Blöcke 1 bis 3 zu partiellen Kernschmelzen und Wasserstoffexplosionen, die erhebliche Teile und Einrichtungen der Kernkraftwerksanlage zerstörten oder beschädigten. Das Gebäude des Blocks 4 wurde ebenfalls durch eine Wasserstoffexplosion beschädigt. Die Ereignisse führten über Monate hinweg zu einer massiven Freisetzung von Radioaktivität mit weitreichenden Folgen für Mensch und Umwelt. Neben dem Ereignis in Tschernobyl ist dies das zweite Ereignis in der Geschichte der Kernkraft, dem gemäß der Richtlinie der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) die höchste Stufe der 7-stufigen INES-Skala (Internationale Bewertungsskala für nukleare Ereignisse) zugeordnet wurde. In Stufe 7 werden nukleare Katastrophen mit erheblicher Freisetzung von radioaktiven Stoffen in die Umgebung eingeordnet.

Die Blöcke 5 und 6 der Anlage Fukushima Dai-ichi konnten, ebenso wie die Blöcke 1 bis 4 der Anlage Fukushima Dai-ni und die übrigen drei im



Block 2 des Kernkraftwerks Fukushima Dai-ichi nach einer Explosion (AP PHOTO / AIR PHOTO SERVICE)

Einwirkungsbereich der Naturkatastrophe gelegenen Kernkraftwerke Onagawa, Tokai Dai-ni und Higashi-Dori, in einen sicheren Zustand gebracht werden.

Zum Zeitpunkt des Erdbebens waren in Fukushima Dai-ichi die Blöcke 1 bis 3 im Leistungsbetrieb und die Blöcke 4 bis 6 außer Betrieb (Revisionsstill-

stand). Die Brennelemente im Block 4 waren aus dem Reaktor entladen und befanden sich vollständig im Brennelementlagerbecken innerhalb des Reaktorgebäudes. Die Reaktoren der Blöcke 5 und 6 waren in Vorbereitung des Wiederanfahrens nach der Revision bereits wieder mit Brennelementen beladen. In diesen Blöcken traten durch Erdbeben und Tsunami nur geringe Schäden auf.

BESCHREIBUNG DER ANLAGE

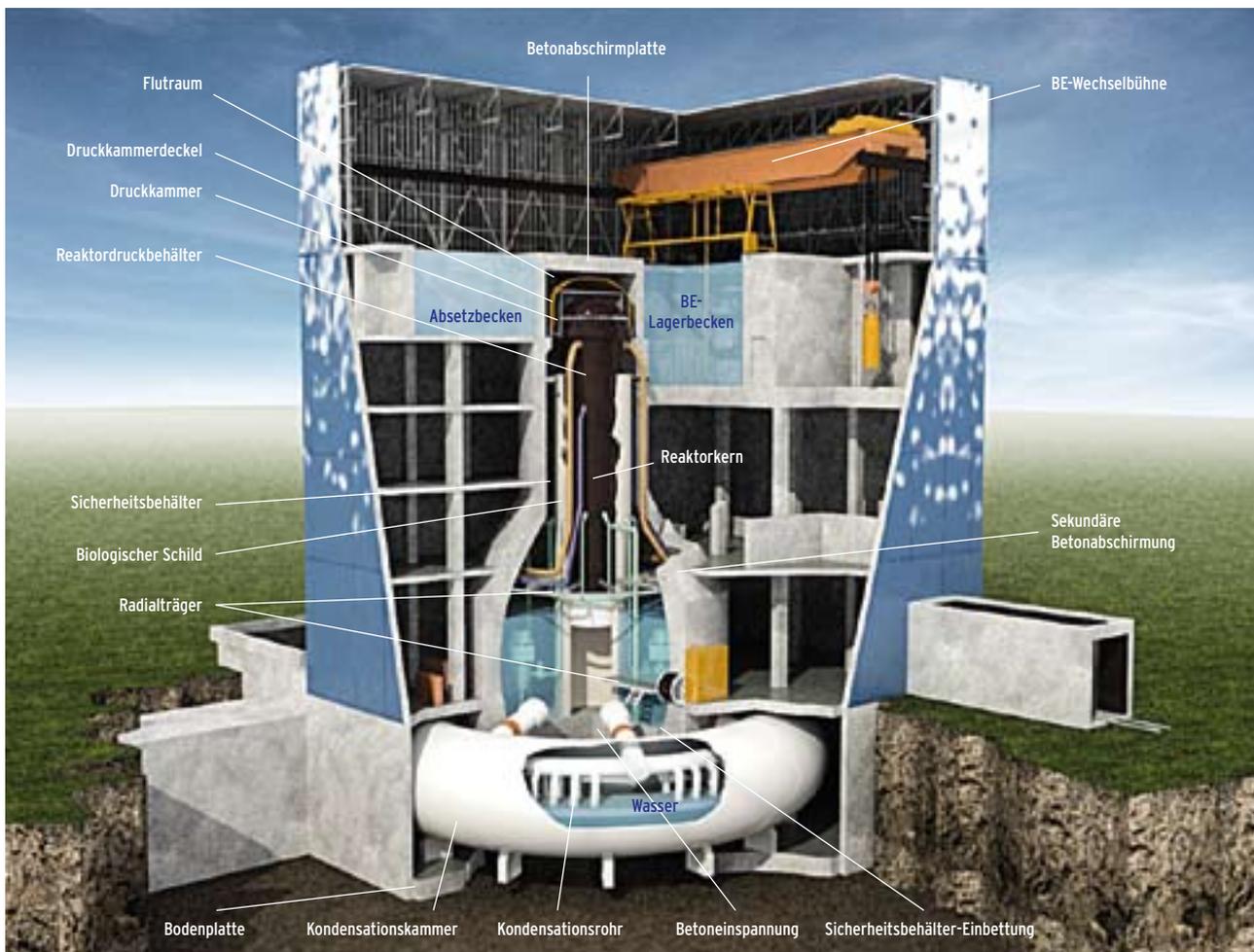
Für den Unfallablauf im KKW Fukushima sind der Sicherheitsbehälter und die Einrichtungen zur Not- und Nachkühlung des Reaktors einschließlich der dafür erforderlichen Energieversorgung besonders relevant und werden nachfolgend kurz beschrieben.

Sicherheitsbehälter

Eine wichtige Sicherheitseinrichtung in Kernkraftwerken ist der so genannte Sicherheitsbehälter (engl. Containment). Es handelt sich dabei um einen druckdichten Behälter, der den Reaktordruckbehälter mit dem Reaktorkern sowie wesentliche Teile des Kühlkreislaufs umschließt. Er ist für die Beherrschung von Leckstörfällen erforderlich und bildet darüber hinaus eine der Barrieren zum sicheren Einschluss des radioaktiven Inventars in der Anlage. Die Blöcke 1-5 in Fukushima Dai-ichi sind mit einem von der Firma General Electric (USA) in den frühen 1960er Jahren entwickelten Sicherheitsbehälter des Typs Mark I ausgestattet. Es war weltweit der erste kommerziell realisierte Sicherheitsbehälter für Siedewasserreaktoren. Der

Block 6 in Fukushima Dai-ichi ist mit einer sicherheitstechnischen Weiterentwicklung des Mark-I-Sicherheitsbehälters ausgestattet. Die Abbildung unten gibt einen schematischen Überblick über den Mark I-Sicherheitsbehälter. Die Kondensationskammer unterhalb des Sicherheitsbehälters ist mit einer Wasservorlage ausgestattet, die einerseits den Druckaufbau in der Druckkammer bei Leckstörfällen begrenzt und andererseits als Ersatzwärmenenke zur Aufnahme der vom Reaktor erzeugten Nachzerfallswärme dient. Langfristig sind jedoch weitere Systeme erforderlich, um die entstehende Nachzerfallswärme aus dem Sicherheitsbehälter abzuführen. Diese Systeme sind auf eine funktionierende Energieversorgung angewiesen (z. B. durch die auf der Anlage installierten Notstromdiesel). Das Versagen dieser Energieversorgung ist für den Unfallablauf in Fukushima wesentlich.

Der Infokasten auf der nächsten Seite enthält Details zur Funktion des Sicherheitsbehälters und dessen Einbauten zur Störfallbeherrschung wie Druckabbau und Maßnahmen gegen Wasserstoffexplosionen.



Schematischer Überblick über das Mark-I-Containment

AUFBAU UND FUNKTIONSWEISE DES SICHERHEITS-BEHÄLTERS IN DEN BLÖCKEN DES KKW FUKUSHIMA

Wie bei den meisten KKW mit Siedewasserreaktor sind auch die Blöcke des KKW Fukushima nicht mit einem Volldruck-Sicherheitsbehälter ausgestattet. Daher ist ein passiv wirkendes Druckabbausystem im Sicherheitsbehälter vorhanden, um z. B. bei einer Leckage der druckführenden Umschließung (z. B. an Frischdampfleitungen, an Stutzen des Reaktordruckbehälters (RDB) oder den Leitungen der Zwangsumwälzpumpen) den Druckaufbau auf zulässige Werte zu begrenzen. Zur Gewährleistung der Druckabbaufunktion ist der Sicherheitsbehälter in eine Druckkammer und in eine Kondensationskammer unterteilt.

Die birnenförmige Druckkammer (auch als Drywell bezeichnet) enthält den Reaktordruckbehälter mit dem Reaktorkern, die Zwangsumwälzpumpen, die Steuerstabantriebe sowie Teile des Kühlkreislaufs mit den zugehörigen Armaturen. Sie besteht aus einer Stahlbetonkonstruktion mit einer innen liegenden Stahl-Dichthaut. Aus dem unteren Teil der Druckkammer, dem sog. Sumpf, kann das sich dort z. B. bei einem Leckstörfall ansammelnde Kühlmittel in den Reaktor zurück gefördert werden.

Die Kondensationskammer (auch bezeichnet als Wetwell, Torus oder Suppression Chamber) ist beim Mark-I-Sicherheitsbehälter als Torus ausgebildet und liegt unterhalb der Druckkammer. Sie ist als eine auf Tragpratzen ruhende Stahlkonstruktion ausgeführt. Die Kondensationskammer ist im Normalbetrieb ungefähr zur Hälfte mit Wasser gefüllt.

Der Sicherheitsbehälter einschließlich der Druckkammer bildet zusammen mit der Kondensationskammer und deren Verbindungsrohren das so genannte primäre Containment (Primary Containment). Er dient zur Beherrschung von Leckstörfällen und bildet darüber hinaus eine der Barrieren zum sicheren Einschluss des radioaktiven Kerninventars. Das Gebäude, in dem das primäre Containment untergebracht ist, wird als sekundäres Containment (Secondary Containment) bezeichnet. Durch Unterdruckhaltung im Normalbetrieb bildet es eine weitere Barriere gegen den Austritt von Aktivität.

In die Wasservorlage der Kondensationskammer tauchen die von einer Ringleitung im Torus abgehenden und mit der Druckkammer verbundenen Kondensationsrohre hinein. Kommt es in der Druckkammer zu einem Leckstörfall, dringen Wasser und Dampf aus dem RDB oder dem Frischdampfsystem in die Druckkammer ein und bauen dort Druck auf. Dadurch wird der ausgetretene Dampf durch die Kondensationsrohre in die Wasservorlage der Kondensationskammer getrieben und dort kondensiert. Durch diese Kondensation wird der Druckaufbau im

Sicherheitsbehälter begrenzt (Druckabbausystem).

Darüber hinaus fungiert die Wasservorlage als Ersatzwärmesenke für die nach Abschaltung des Reaktors entstehende Nachzerfallswärme, falls im gestörten Betrieb die Hauptwärmesenke nicht zur Verfügung steht. Dazu tauchen vom Frischdampfsystem abgehende Abblaserohre in die Wasservorlage ein, die über die sog. Sicherheits- und Entlastungsventile mit dem Frischdampfsystem verbunden sind. Durch das Abblasen und Kondensieren des im Reaktor entstehenden Dampfes heizt sich die Kondensationskammer auf, daher ist langfristig eine Wärmeabfuhr durch weitere Systeme erforderlich. Ebenso ist zur Ergänzung des Füllstandes im Reaktor eine Nachspeisung von Wasser erforderlich. Hierzu werden Systeme benötigt, die auf eine externe Energieversorgung (z. B. durch externe Netzanbindungen oder Notstromdiesel) angewiesen sind. Ohne die Verfügbarkeit der Kühl- und Nachspeisesysteme (z. B. im Falle des langfristigen Ausfalls der Energieversorgung, sog. "Station Blackout") ist eine Bedeckung des Reaktorkerns mit Wasser nicht gewährleistet - es kommt zu Kernschäden mit einer Freisetzung von Aktivität zunächst in den Sicherheitsbehälter.

Bei Unfällen mit Kernschäden kann es durch Oxidation von metallischen Kernbauteilen bei hohen Temperaturen (Zirkon-Wasser-Reaktion) zur Bildung großer Mengen Wasserstoffs kommen, der sich dann im Sicherheitsbehälter als explosionsfähiges Knallgasgemisch ansammelt. Deshalb ist die Atmosphäre des Sicherheitsbehälters bereits im Normalbetrieb mit Stickstoff gefüllt, welcher eine explosive Reaktion verhindert (Inertisierung). Dadurch können Wasserstoffexplosionen allerdings nur verhindert werden, solange die Integrität des Sicherheitsbehälters erhalten bleibt.

Im Vergleich mit neueren Sicherheitsbehälter-Konzepten ist das freie Volumen in der Druckkammer des Mark I-Sicherheitsbehälters relativ klein (ca. 6.600 m³), weswegen es bei der Bildung von nichtkondensierbaren Gasen im Zuge von Kernschmelzungen zu einem vergleichsweise schnellen Druckaufbau im Sicherheitsbehälter kommen kann. Wird der Auslegungsdruck des Sicherheitsbehälters überschritten, steht als Notfallmaßnahme eine kontrollierte Druckentlastung in die Atmosphäre zur Verfügung (das sog. Venting). Im KKW Fukushima waren die systemtechnischen Voraussetzungen für eine Druckentlastung unzureichend, dies insbesondere unter den Bedingungen eines vollständigen Ausfalls der Energieversorgung. Darüber hinaus waren im Druckentlastungssystem keine Filter zur Rückhaltung von in der Sicherheitsbehälteratmosphäre befindlichen radioaktiven Stoffen vorgesehen.

Systeme zur Störfallbeherrschung und Nachkühlung

Die KKW-Blöcke von Fukushima sind zur Störfallbeherrschung und Nachkühlung mit folgenden Systemen ausgerüstet:

- Durchdringungsabschluss, der bei Anregung (z. B. Ausfall der Energieversorgung) alle Absperrarmaturen von betrieblich genutzten Rohrleitungen schließt, die den Sicherheitsbehälter durchdringen. Dazu gehören insbesondere die Frischdampf- und Speisewasserleitungen.
- Nachwärmeabfuhrsystem, das betrieblich genutzt und nicht als Sicherheitssystem eingestuft ist.
- System zur Wärmeabfuhr aus der Kondensationskammer (ebenfalls als betrieblich eingestuft).
- Dampfgetriebenes Hochdrucknachspeisesystem, das Kühlwasser mittels Hochdruckdampf des Frischdampfsystems in den Reaktordruckbehälter (RDB) einspeist.
- Isolation Condenser, einem Wärmetauscher, der bei Ereignissen mit Kühlmittelverlust der Wärmeabfuhr aus dem Containment dient.
- Niederdruckeinspeisesystem, das bei niedrigem RDB-Druck Kühlwasser mit hohem Durchsatz in den RDB einspeist.
- Kernsprühsystem zur Kernkühlung im Niederdruckbereich, z. B. im Falle von Leckagen im Bereich der Zwangsumwälzleitungen.
- Automatisches Druckabbausystem für den RDB, das bei kleinen und mittleren Lecks angefordert wird.
- Vergiftungssystem, das bei Versagen des regulären Schnellabschaltsystems genutzt wird, um den Reaktor unterkritisch zu fahren.
- Ein betrieblich genutztes Wasserstoff-Abbausystem.

Diese Systeme sind für die einzelnen Blöcke des KKW Fukushima unterschiedlich ausgelegt. Für den Unfallablauf ist wesentlich, dass fast alle o. a. Systeme für Ihre Funktion (elektrischen Pumpenantrieb, zugehörige Leittechnik und Ansteuerung der Armaturen) eine leistungsstarke elektrische Energieversorgung durch Netzanbindung oder dieselbetriebene Notstromaggregate benötigen. Lediglich das Hochdrucknachspeisesystem ist auch dann funktionsfähig, wenn nur die batteriegestützte Energieversorgung für die Leittechnik und Steuerarmaturen zur Verfügung steht. Die Einspeisepumpe dieses Systems wird mit aus dem Reaktor stammendem Frischdampf betrieben. Sie bleibt deshalb auch bei Ausfall der Netzanschlüsse und blockeigenen Energieversorgung (im sog. Station-Blackout-Fall) eine Zeitlang verfügbar.

Energieversorgung des KKW Fukushima

Die sechs Kraftwerksblöcke der Anlage Fukushima Dai-ichi sind als drei Doppelblockanlagen in der Paarung 1/2, 3/4 und 5/6 aufgebaut. Die Kernkraftwerksblöcke verfügen neben mehreren Anbindungen an das öffentliche Stromnetz über mit Diesel betriebene Notstromaggregate zur Versorgung mit Wechselstrom sowie über eine mit Batterien gepufferte Gleichstromversorgung. Durch spätere Nachrüstungen wurde je Block im Wesentlichen eine zweimal 100-%-Absicherung der Notstromversorgung durch Dieselgeneratoren bei den einzelnen Blöcken erreicht (Tabelle S. 17). Hierbei ist zu berücksichtigen, dass gemäß Sicherheitskonzept und Auslegung eine gegenseitige Notstromversorgung der Nachbarblöcke (Blockstützung genannt) vorgesehen ist. Die Sicherheit des einen Blocks hängt damit auch von der Funktionstüchtigkeit des benachbarten Blocks ab.

Eine zweite, unabhängige Notstromebene, wie sie in neueren deutschen Anlagen (Vorkonvoi und Konvoi) installiert ist, existiert bei den einzelnen Blöcken in Fukushima nicht.

Die Kapazität der Notstrombatterien war auf einige Stunden Notstrombetrieb ausgelegt. Bei den Blöcken 1, 2, 4 und 6 ist die Gleichspannungsversorgung im Turbinengebäude, bei den Blöcken 3 und 5 im Wartengebäude untergebracht.

VERFÜGBARKEIT DER ENERGIEVERSORGUNG DES KKW FUKUSHIMA WÄHREND DES UNFALLS

Bedingt durch den Wegfall sämtlicher Anbindungen an das öffentliche Stromnetz infolge des Erdbebens kam es zum Notstromfall in allen sechs Kraftwerksblöcken und somit zum Anlaufen der vorhandenen Notstromaggregate (Notstromdiesel) mit Ausnahme eines in Wartung befindlichen Aggregats in Block 4.

Acht der insgesamt 13 Notstromdiesel befanden sich in den vom Tsunami überschwemmten Maschinenhäusern/Turbinengebäuden der Kraftwerksblöcke. Die bei den Blöcken 2 und 4 nachgerüsteten Notstromdiesel befanden sich in den ebenfalls später errichteten, gesonderten Gebäuden der Brennelementnasslager (Common Pool Building), die landseitig hinter den Reaktorgebäuden gelegen sind. Bei Block 6 befindet sich ein Notstromdiesel in einem ausgewiesenen Notstromdieselgebäude ebenfalls landseitig hinter dem Reaktorgebäude, die beiden anderen Notstromdiesel von Block 6 sind in dessen Reaktorgebäude untergebracht. Alle Notstromdiesel bis auf den im Notstromdieselgebäude von Block 6 waren wassergekühlt. Ihre Kühlkette endete in den Seewasserpumpen der Nachkühlkette.

Durch den dem Erdbeben folgenden Tsunami wurden alle tief gelegenen Notstromdieselaggregate einschließlich der für die Aggregatekühlung benötigten Seewasserpumpen sowie die Verteilerschränke für die elektrische Stromversorgung überschwemmt und zerstört. Die nachgerüsteten Notstromdiesel für Block 2 und 4 wurden zwar nicht überschwemmt, waren jedoch aufgrund nicht verfügbarer Hilfssysteme nicht funktionsfähig. Das Gleiche traf für die beiden Notstromdiesel von Block 5 und zwei der drei Notstromdiesel in Block 6 zu. Einzig der sich im Notstromdieselgebäude befindliche und zudem luftgekühlte Notstromdiesel von Block 6 behielt auch nach dem Tsunami seine Funktionsfähigkeit und konnte somit zur eingeschränkten Versorgung von Block 6 und 5 herangezogen werden.

Anders als bei den Blöcken 3, 5 und 6 stand die Gleichspannungsversorgung bei den Blöcken 1, 2 und 4 aufgrund von Überflutungen nach dem Tsunami nicht mehr zur Verfügung. Eine zusätzliche – z. B. mobile – Batterieversorgung war nicht vorgesehen. Eine solche wurde im Rahmen der Notfallmaßnahmen erst nach dem Tsunami provisorisch u. a. zur Versorgung der Warteninstrumentierung eingesetzt.

LAGE, ANZAHL UND ZUSTAND DER NOTSTROMDIESEL IN FUKUSHIMA DAI-ICHI NACH DER ÜBERFLUTUNG DES ANLAGENGELÄNDES DURCH DEN TSUNAMI

Lage \ Reaktorblock	Block 1	Block 2	Block 3	Block 4	Block 5	Block 6
Maschinenhaus	2	1	2	1	2	-
Nasslager für abgebrannte Brennelemente	-	1	-	1	-	-
Reaktorgebäude	-	-	-	-	-	2
Notstromdieselgebäude	-	-	-	-	-	1

Rot: Notstromdiesel nicht verfügbar, da tieflegend, überflutet und Wasserkühlkreislauf ausgefallen

Gelb: Notstromdiesel nicht überflutet und bedingt funktionsfähig, aber z. B. wegen überfluteter Schaltanlagen oder Hilfssysteme nicht für Notstromversorgung der Reaktorgebäude und Warten verfügbar

Grün: Notstromdiesel verfügbar, da hochgelegene, luftgekühlt und zugehörige Schaltanlagen nicht überflutet

UNFALLABLAUF, FOLGEN UND MASSNAHMEN

Analysen zu Unfallablauf und Unfallschäden in der Anlage

Bisher nicht im Detail bekannt sind die Abläufe, die sich im Einzelnen in den Reaktoren zugetragen haben. Dies liegt auch daran, dass mit dem Versagen der Notstromversorgung zum größten Teil auch die Instrumentierung der Reaktoren ausgefallen war. Messeinrichtungen wie z. B. zur Ermittlung des Kühlmittelfüllstands in den Reaktordruckbehältern sind durch die Belastungen infolge des Unfallablaufs funktionsunfähig geworden. Daher gibt es für wichtige Phasen des Ablaufs keine oder nur unvollständige Messdaten mit begrenzter Zuverlässigkeit. Hier ist man auf Modellrechnungen angewiesen, die mit Unsicherheiten behaftet sind. Da das Innere der Reaktorgebäude und insbesondere die Bereiche des Sicherheitsbehälters aufgrund der Strahlung immer noch nicht zugänglich sind, gibt es bis auf die mit Robotern durchgeführten Messungen der Ortdosisleistung keine Informationen zum Verbleib der geschmolzenen Reaktorkerne sowie zum Zustand der Reaktordruckbehälter, der Sicherheitsbehälter und ihrer direkten Umgebung.

Ebenfalls nicht im Detail bekannt ist der Zustand der Brennelemente, die sich in den Lagerbecken

der Blöcke 1 - 4 befunden haben. Aus Messungen der Konzentration von radioaktiven Stoffen in Wasserproben und einzelnen Fotos wird bisher geschlossen, dass keine massiven Schäden oder Zerstörungen an diesen Brennelementen aufgetreten sind.

Strahlenbelastung und radioaktive Emissionen

Es wurden über mehrere Tage starke Spitzen des Strahlenpegels auf dem Anlagengelände beobachtet und daraus auf entsprechend starke Emissionen radioaktiver Stoffe in die Umgebung geschlossen. Insgesamt wird geschätzt, dass bei den Reaktoren 1 bis 3 das gesamte Inventar an Edelgasen sowie jeweils einige Prozent an flüchtigen Radionukliden (Cäsium, Jod, Tellur) freigesetzt worden sind. Diese Schätzungen beruhen zum einen auf Rückrechnungen der in der Umgebung der Anlage gemessenen Deposition (Ablagerung) radioaktiver Stoffe (durch inverse atmosphärische Ausbreitungsberechnungen) und der gemessenen Strahlenbelastungen (Dosisleistungen), zum anderen wurde auf Modellierungen der Vorgänge in der Anlage und die daraus abgeschätzten Freisetzungen zurückgegriffen, die durch den Betreiber TEPCO und die japanische Behörde NISA vorgenommen wurden. Die bisher veröffentlichten Ergebnisse stimmen für Edelgase, Cäsium und Jod im Bereich einer Größenordnung

Übersicht über den Ereignisablauf

Die Abläufe im Kernkraftwerk Fukushima Dai-ichi, die schließlich zu den Kernzerstörungen in und zu den Freisetzungen aus den Reaktoren der Blöcke 1 - 4 geführt haben, sind im Grundsatz nachvollziehbar:

Aufgrund des Erdbebens und des nachfolgenden Tsunami wurden die Notstromversorgungen und die Einrichtungen zur Abfuhr der Nachwärme so stark beschädigt, dass sie ihre sicherheitstechnisch notwendige Funktion nicht mehr erfüllen konnten.

Da Notfallmaßnahmen nicht oder nicht rechtzeitig durchgeführt wurden bzw. werden konnten, kam es in den Blöcken 1 - 3 zu einer Freilegung der Reaktorkerne und in der Folge zu Kernschmelzen.

Dabei wurde Wasserstoff freigesetzt, der – wahrscheinlich durch die Druckentlastungen aus dem Sicherheitsbehälter oder durch Leckagen des Sicherheitsbehälters – teilweise in die Reaktor-

gebäude gelangte. Die Gebäude der Blöcke 1, 3 und 4 wurden durch Wasserstoff-Explosionen am 12.03., 14.03. und 15.03.2011 schwer beschädigt.

Im Block 2 wurden am 15.03.2011 zeitnah zur Explosion des Reaktorgebäudes im Block 4 im Bereich der Kondensationskammer (des Torus) von Block 2 ein Knall und eine Erschütterung registriert, deren Ursache nicht geklärt ist. Dazu wird neben einer im Block 2 ausgelösten Explosion auch die Auswirkung der Explosion des Blocks 4 auf Block 2 in Betracht gezogen.

Die Blöcke 5 und 6 konnten durch den einzigen noch funktionsfähig gebliebenen Notstromdiesel mit Strom versorgt und durch Notfallmaßnahmen soweit gekühlt werden, dass massive Schäden an den Reaktorkernen und erhöhte Emissionen radioaktiver Stoffe in die Umgebung verhindert werden konnten.



Zur Kühlung der beschädigten Reaktoren wird Frischwasser mit Schleppern zu den Anlegestellen des KKW Fukushima Dai-ichi gebracht (Foto: picture alliance/dpa).

überein. Die Ungenauigkeiten, die mit den Rückrechnungen der atmosphärischen Ausbreitung und/oder der Modellierung des Anlagenverhaltens verbunden sind, lassen zum heutigen Zeitpunkt nur Schätzwerte mit erheblichen Unsicherheiten zu. Das BfS ist aufgrund eigener Überlegungen auf der Basis von Analogiebetrachtungen für den Block 1 der Anlage zu vergleichbaren Werten gekommen wie die japanische Aufsichtsbehörde NISA. Grundlage für die Betrachtungen waren Untersuchungen der Gesellschaft für Reaktor- und Anlagensicherheit mbH (GRS) zu postulierten Unfallabläufen bei deutschen Siedewasserreaktoren (SWR) der so genannten Baulinie 69. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass insgesamt einige 10^{19} Becquerel (Abk.: Bq, 1 Bq = 1 Zerfall/Sekunde) Edelgase, einige 10^{17} Bq Jod-131, einige 10^{16} Bq Cs-134 und etwa die gleiche Menge Cs-137 in die Atmosphäre freigesetzt wurden.

Weiterhin wurden erhebliche Mengen radioaktiver Stoffe ins Meer freigesetzt. Bei Redaktionsschluss lagen allerdings keine ausreichenden Daten vor, um z. B. die direkten Emissionen über den Wasserpfad ins Meer realistisch abschätzen zu können.

Maßnahmen zur Eingrenzung der Unfallfolgen

Zur Eingrenzung der Unfallfolgen wurden die zerstörten Reaktoren und teilweise beschädigten Brennelement-Lagerbecken zunächst durch Einspeisung von Meer- und später Frischwasser gekühlt. Mittlerweile werden die Blöcke 1 - 4 einschließlich der Brennelement-Lagerbecken durch provisorische Kühlsysteme gekühlt, die Frischwasser einspeisen und das erwärmte und kontaminierte Kühlwasser durch eine Aufbereitungsanlage reinigen, so dass es über einen geschlossenen Kreislauf wieder zur Einspeisung bereitsteht. Damit konnte zwar eine Abkühlung auf unter 100 Grad Celsius ($^{\circ}\text{C}$) erzielt werden, jedoch können die Anlagen nicht als in einem wirklich sicherheitstechnisch kontrollierten Zustand befindlich betrachtet werden. Es liegen nämlich keine verlässlichen Informationen zum Zustand der geschmolzenen Kerne vor. Die ursprünglich zum Einschluss der radioaktiven Stoffe vorhandenen Barrieren wie der Reaktordruckbehälter sowie primäres und sekundäres Containment sind im Wesentlichen zerstört bzw. nicht mehr wirksam. Sie können in absehbarer Zeit weder instand gesetzt noch neu errichtet werden.

Unfallursachen

Blöcke 1 - 4 des Kernkraftwerks Fukushima Dai-ichi wurden 1970 bis 1973 und 1978 (Block 4) in Betrieb genommen. Sie gehören damit zu den ältesten Kernkraftwerken in Japan. Die Auslegung hatte Schwächen, die nicht durch Nachrüstungen behoben wurden und die wesentlich zum Unfallablauf und -ausmaß beigetragen haben.

In diesem Zusammenhang sind folgende Auslegungsschwächen mit entsprechenden Konsequenzen hervorzuheben:

- Tiefliegende Anordnung der ursprünglich installierten Notstromdiesel im Maschinenhaus, so dass diese überflutet wurden und sofort ausfielen.
- Tiefliegende Anordnung der Schaltschränke der Notstromversorgung und eines Teils der Batterien zur Gleichstromversorgung, die dann ebenfalls überflutet wurden und ausfielen.
- Die sicherheitstechnisch bedeutsame primäre Wärmesenke („ultimate heat sink“) basiert alternativlos auf Meerwasserpumpen, so dass beim Ausfall der Meerwasserpumpen die Nachwärmeabfuhr nicht mehr möglich war.
- Die Mehrzahl der Notstromdiesel benötigt Wasserkühlung bei Einbindung der Kühlleitungen in die Systeme zur Nachwärmeabfuhr, so dass nach Ausfall der Meerwasserpumpen die Notstromdiesel nicht mehr gekühlt werden konnten.

- Das Konzept der gegenseitigen Blockstützung musste bei einer anlagenübergreifenden Überflutung versagen.

Folgende weitere Auslegungsschwächen traten durch den Unfall zu Tage:

- Die anlageninternen Notfallmaßnahmen für Ereignisse jenseits der Auslegung (z. B. die Druckentlastung (Venting) des Containments) waren offenbar nicht ausreichend vorgedacht, erprobt und technisch ausgerüstet, so dass beispielsweise das Containment-Venting ohne funktionierende Wechselstromversorgung nicht in der erforderlichen Zeitspanne durchgeführt werden konnte.
- Bauliche und systemtechnische Nachrüstmaßnahmen wurden offenbar nicht konsequent genug durchgeführt. Dazu hat möglicherweise beigetragen, dass einige Blöcke kurz vor dem Erreichen ihrer Laufzeitgrenze standen.

Die Auslegung des japanischen KKW Fukushima gegen Erdbeben basierte auf einem geologischen Modell mit Annahmen zur Intensität von Erdbeben, die durch die Naturereignisse vom März 2011 eindeutig widerlegt wurden. Infolgedessen wurde insbesondere die Höhe eines möglichen Tsunamis deutlich unterschätzt und insbesondere die Blöcke 1 - 4 unzureichend gegen Überflutung geschützt.

DETAILS ZUR ERDBEBENAUSLEGUNG

Mit einem Erdbeben dieser Größenordnung in dem betroffenen Gebiet hatten Seismologen trotz einer systematischen seismographischen Überwachung seit 1896 und sehr gut dokumentierter, mehr als tausendjähriger Erdbeben Geschichte nicht gerechnet. Experten, die vor Errichtung der Kernkraftwerke in Fukushima konsultiert wurden, hielten ein solches Ereignis für praktisch ausgeschlossen. Dabei wurde aufgrund der gemessenen Geschwindigkeit der Fortbewegung der beiden tektonischen Platten im Bereich des Japan Grabens angenommen, dass diese Bewegung überwiegend gleitend stattfinden würde.

Deshalb galten die Standorte Fukushima Dai-ichi und Fukushima Dai-ni über Jahre als sicherer, als viele andere auf dem japanischen Archipel. Noch im Januar 2011 wurde von der zuständigen Japan Meteorological Agency die Eintrittswahrscheinlichkeit eines schweren Erdbebens innerhalb der nächsten 30 Jahre für den Standort Fukushima Dai-ichi mit Null angesetzt. Widersprechende Hinweise, insbesondere aus der Paleo-Tsunami-Forschung, wurden zwar zuletzt 2010 vom Betreiber und der Aufsichtsbehörde diskutiert, hatten bis 2011 jedoch noch nicht zu Konsequenzen für das Regelwerk geführt.

AUSWIRKUNGEN DES REAKTORUNFALLS IN FUKUSHIMA – AKTIVITÄTEN DES BUNDESAMTES FÜR STRAHLENSCHUTZ

Impacts of the Fukushima Accident – Activities of the Federal Office for Radiation Protection

Fachliche Ansprechpartnerin:

Maria Werner (03018 333-2571)

Although Fukushima is more than 9.000 km away from Germany, the Federal Office for Radiation Protection (BfS) had been heavily involved in the evaluation and assessment of the nuclear disaster following 11th March 2011. BfS supported the German Embassy by sending experts to Japan during the „critical“ phase of the Fukushima nuclear disaster and providing daily evaluations of the radiological situation. Continuously high media attention and permanent online reporting by many news channels gave rise to new tasks in the field of public relations. BfS had to cope with a large number of enquiries from the media, domestic industry and from the worried public.

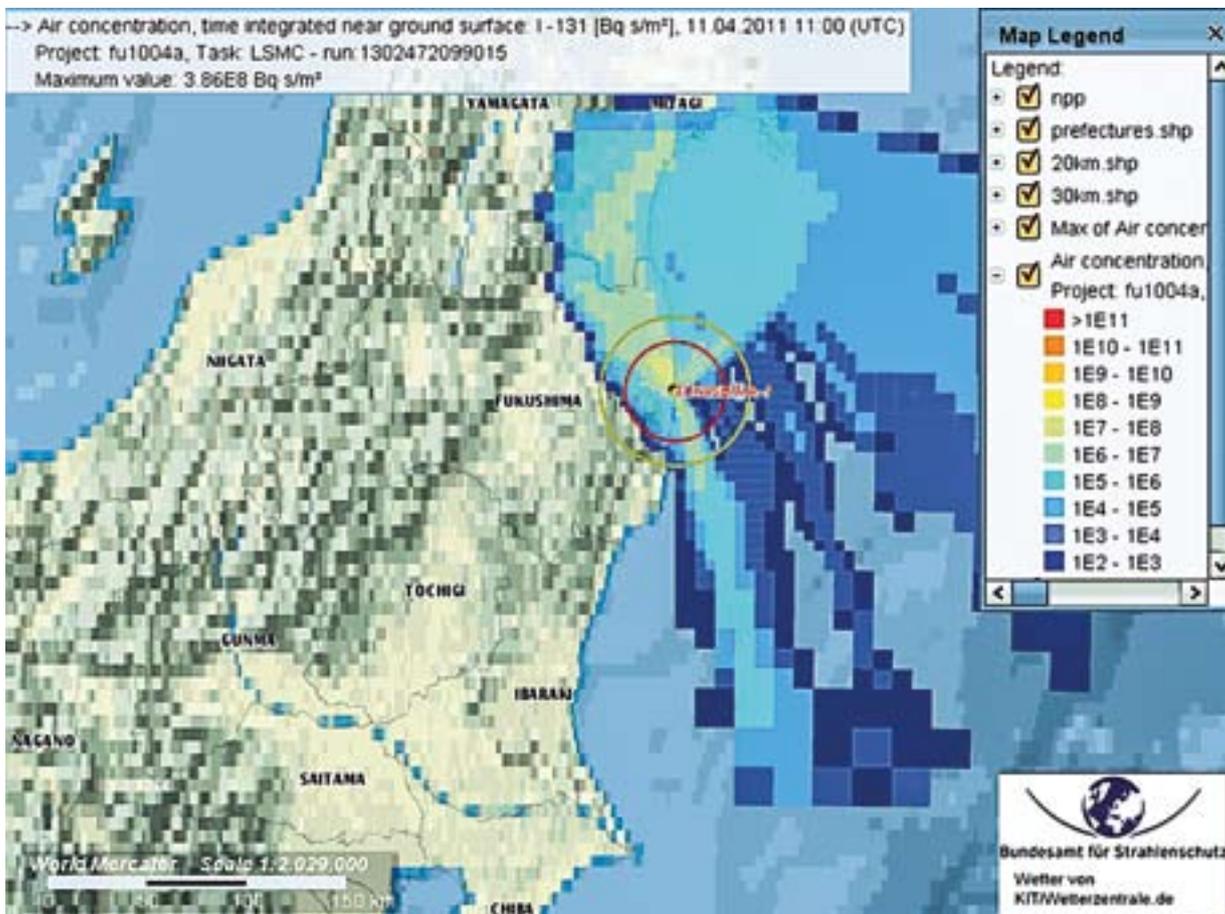
Obwohl Fukushima mehr als 9.000 km von Deutschland entfernt liegt, war das Bundesamt für Strahlenschutz von Beginn an intensiv mit der Erarbeitung und Bewertung der radiologischen Situation befasst. Während der kritischen Phase wurden Experten zur Unterstützung der deutschen Botschaft nach Japan gesandt. Durch das hohe Interesse der Allgemeinheit wurde das BfS eine zentrale Anlaufstelle für Medien, die Wirtschaft und die Bevölkerung zu Fragen der radiologischen Lage in Japan und deren Konsequenzen für Deutschland und Europa.

Zur Beurteilung der radiologischen Situation während und nach dem Reaktorunfall in Fukushima war es wichtig, sich einen umfassenden Überblick über die Freisetzung radioaktiver Stoffe und die Kontamination der Umwelt sowie die daraus resultierende Strahlenbelastung der Bevölkerung in und um Fukushima zu verschaffen. Die Informationslage in den ersten Tagen des Ereignisses war unübersichtlich. Viele unterschiedliche japanische

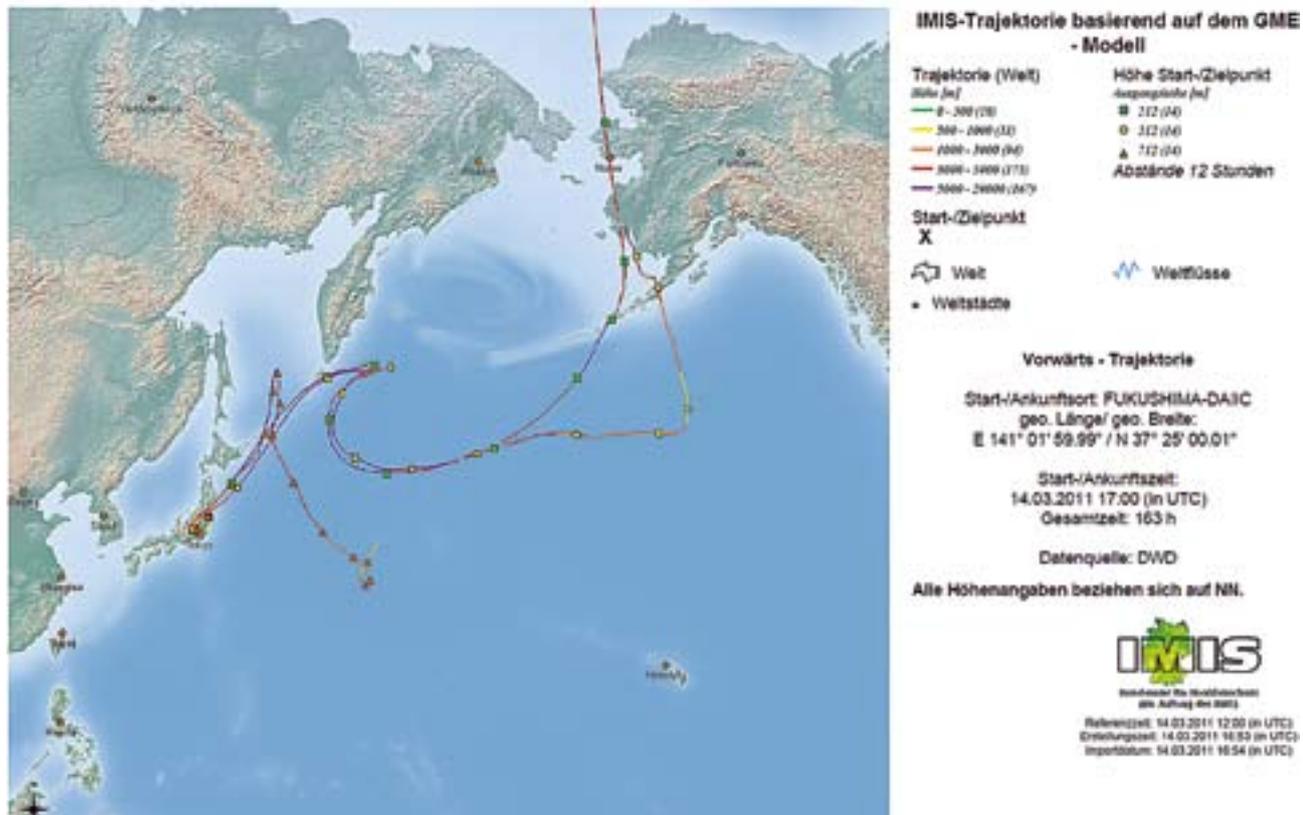
Behörden veröffentlichten Meldungen zum Unglücksverlauf mit anfangs sehr spärlichen Messdaten. Das Radioaktivitätsmessnetz bousai (www.bousai.ne.jp/eng/) lieferte Messwerte der Umgebungsstrahlung aller Präfekturen Japans. Knappe Berichte lieferte der Kraftwerksbetreiber TEPCO (www.tepco.co.jp/en/), etwas umfangreicher waren die Mitteilungen der japanischen Atomaufsichtsbehörde NISA (www.nisa.meti.go.jp/english/). Gut strukturierte Überblicke zur aktuellen Lage der havarierten Reaktoren am Standort Fukushima wurden bis zum aktuellen Zeitpunkt fortlaufend auf den Internetseiten des Japanischen Verbandes der Atomkraftindustrie JAIF (www.jaif.or.jp/english/) bereitgestellt. Das japanische Kultur- und Technologieministerium MEXT (www.mext.go.jp/english/), Gesundheitsministerium MHLW (www.mhlw.go.jp/english/), Wirtschaftsministeriums METI (www.meti.go.jp/english/) und das Land- und Forstwirtschaftsministerium MAFF (www.maff.go.jp/e/) veröffentlichten u. a. Kontaminationswerte des Bodens und in Lebensmitteln.

Das BfS zog die veröffentlichten Messergebnisse heran, um eigene, weiterführende Auswertungen vorzunehmen.

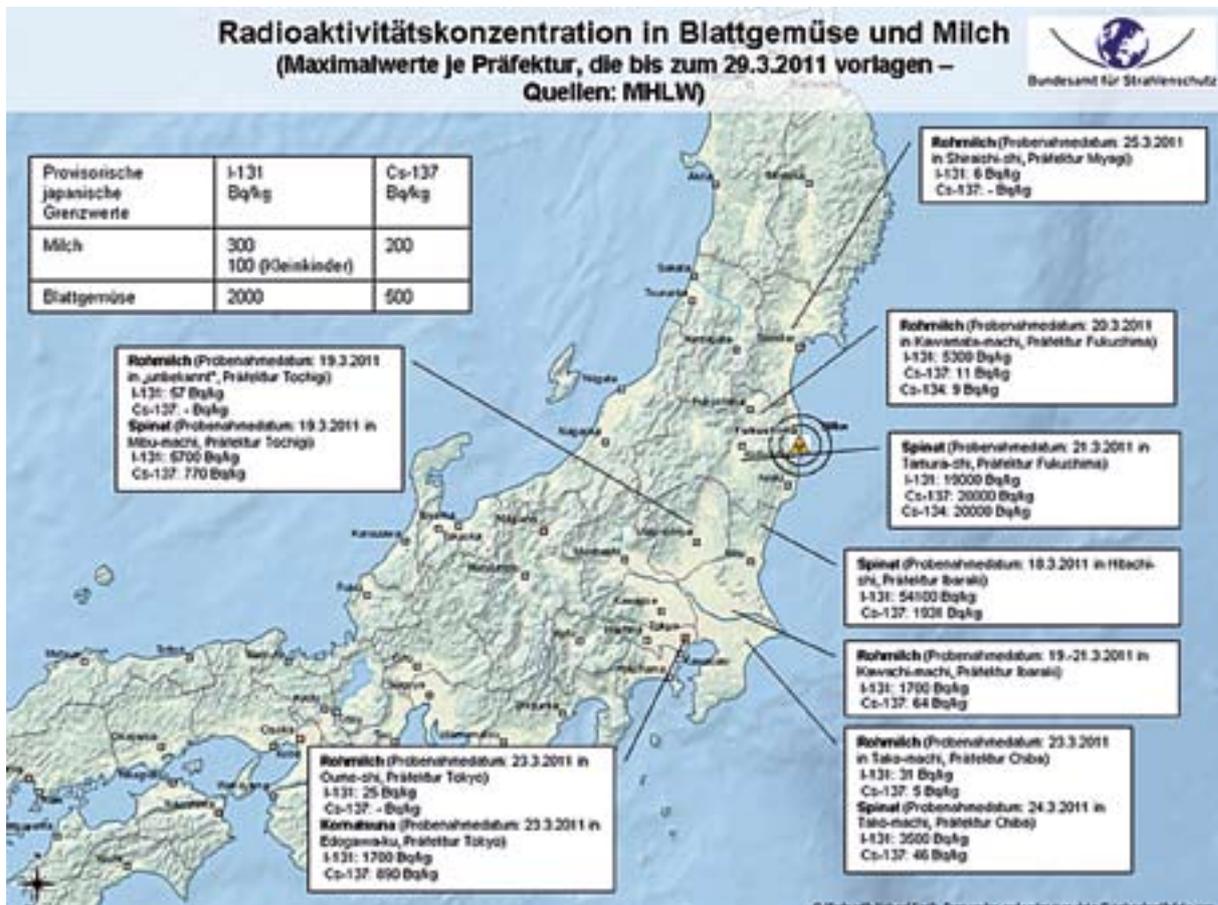
So konnten innerhalb kürzester Zeit aussagekräftige Kontaminations- und Dosiskarten erstellt werden. Diese waren von besonderem Interesse für die Öffentlichkeit und die deutsche Botschaft in Japan, die sich permanent durch das BfS über die radiologische Situation in Japan beraten ließen. Später veröffentlichte Karten anderer Institutionen stimmten sehr gut mit den frühen Karten des BfS überein.



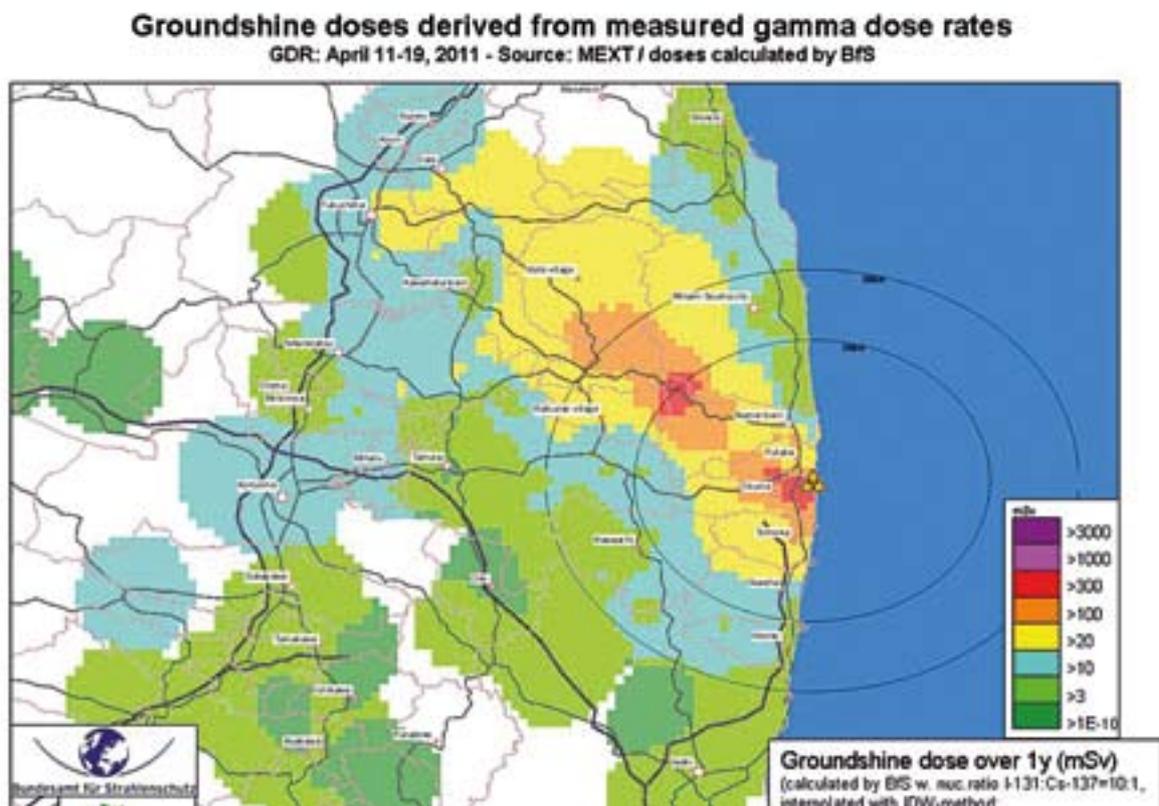
Beispiel einer RODOS-Prognoserechnung für Fukushima



Trajektorien des Deutschen Wetterdienstes mit IMIS-Hintergrundkarten für Ostasien und Japan



Beispiel für ausgewählte Maximalwerte der Radioaktivitätskonzentration in Blattgemüse und Milch in verschiedenen japanischen Provinzen



Dosisabschätzungen durch das BfS für die Region um das havarierte Kernkraftwerk Fukushima

FUKUSHIMA IST NICHT TSCHERNOBYL

Sowohl der Unfall in Tschernobyl im April 1986 als auch die Reaktorkatastrophe im Kernkraftwerk Fukushima Dai-ichi im März 2011 wurden auf der internationalen Bewertungsskala INES (International Nuclear Event Scale) auf die höchste Stufe INES 7 eingestuft. Aber die Ereignisse in Tschernobyl liefen ganz anders ab als in Fukushima.

Einen wesentlichen Einfluss auf die verschiedenen Unfallabläufe hatten die Bauarten der Reaktoren. Die Konstruktion des Reaktors in Tschernobyl konnte unter bestimmten Umständen einen unkontrollierten Anstieg der nuklearen Kettenreaktion zur Folge haben. Genau dies passierte am 26. April 1986 bei einem Test. Es kam zu einer Explosion, die den Reaktor und das Reaktorgebäude zerstörte. Konstruktionsbedingt enthielt der Reaktor eine große Menge brennbares Material, das Feuer fing. Der heftige und langandauernde Brand führte zu einer massiven Freisetzung radioaktiver Stoffe bis in große Höhen mit weiträumiger Verbreitung. In den anders konstruierten Siedewasserreaktoren von Fukushima Dai-ichi wurden in Folge des Erdbebens alle laufenden Reaktorblöcke 1 bis 3 (Reaktoren 4 - 6 waren zum Zeitpunkt des Erdbebens nicht in Betrieb) abgeschaltet, d. h. die nukleare Kettenreaktion wurde unterbrochen. Der nachfolgende Tsunami setzte dann die komplette Stromversorgung außer Kraft, die Nachzerfallswärme konnte nicht abgeführt werden. Die Reaktoren und teilweise auch die Brennelemente-Lagerbecken heizten sich immer mehr auf. Es kam zu Kernschäden bis hin zum Schmelzen des Kernmaterials. Aufgrund von Wasserstoffexplosionen und gezielter Druckentlastung gelangten in den ersten Tagen des Unfalls radioaktive Substanzen in erheblichen Mengen in die Umgebung. Zudem flossen während der provisorischen Kühlung der Reaktoren und der Brennelemente-Lagerbecken in den ersten Wochen große Mengen radioaktiv kontaminiertes Wasser in den Pazifik.

In Tschernobyl wurden deutlich mehr radioaktive Substanzen in die Umgebung freigesetzt. Die japanische Aufsichtsbehörde schätzt die Freisetzung von Jod-131 und Cäsium-137 in Fukushima auf etwa ein Zehntel der beim Reaktorunfall von Tschernobyl ausgetretenen Menge. Dabei dominierten in Fukushima die Jod- und Cäsiumisotope, die Anteile an schwerflüchtigen

Nukliden liegen um mehrere Größenordnungen niedriger als in Tschernobyl.

Die große Menge an freigesetzten radioaktiven Substanzen im Fall von Tschernobyl führte zu einer deutlich höheren Strahlenbelastung des Personals als in Fukushima. Das in Tschernobyl eingesetzte Personal war bei der Brandbekämpfung und während der Abdeckung des offenen Reaktorkerns sehr hohen Strahlenbelastungen ausgesetzt. Insgesamt etwa 50 Personen starben innerhalb kurzer Zeit auf Grund von Strahlenwirkungen. In Fukushima hingegen gab es aufgrund der Strahlenbelastung bisher keine Todesfälle beim Personal.

Da in Tschernobyl sehr schnell nach Beginn des Unfalls eine große Menge Radioaktivität freigesetzt wurde, erfolgte keine rechtzeitige Evakuierung. Nicht nur das Betriebspersonal, sondern auch die Bevölkerung in den umliegenden Gebieten war höheren Strahlendosen ausgesetzt. Das durch radioaktive Substanzen kontaminierte Gebiet um Tschernobyl ist deutlich größer und zeigt eine höhere Ortsdosisleistung als in Fukushima. Ein großer Teil der Freisetzungen in Fukushima wurde aufgrund der herrschenden Luftströmung in westliche Richtung auf den offenen Pazifik geweht. Es gibt aber vor allem in der Region um Fukushima und an einzelnen Stellen, teilweise auch außerhalb des Evakuierungsgebiets, sehr hohe Belastungen mit radioaktiven Stoffen.

Nach dem Reaktorunfall in Tschernobyl wurden radioaktive Stoffe – vor allem Jod-131, Cäsium-134 und Cäsium-137 – über die Luft in weite Teile Europas und auch nach Deutschland verfrachtet. In Deutschland wurde der Süden, bedingt durch heftige lokale Niederschläge, deutlich höher belastet als der Norden. Für Deutschland gibt es bisher keinen Nachweis, dass die erhöhte Strahlenbelastung aufgrund des Reaktorunfalls von Tschernobyl negative gesundheitliche Effekte verursachte. Etwa zwei Wochen nach Unfallbeginn in Japan wurde erstmals radioaktives Jod in Deutschland gemessen, das über die Atmosphäre nach Deutschland getragen wurde. Wegen der sehr großen Entfernung blieb die in Deutschland aufgetretene Strahlenbelastung durch den Unfall in Japan weit unter der Belastung durch den Unfall in Tschernobyl.

RADIOLOGISCHE SITUATION IN JAPAN

Radiological Situation in Japan

KONTAMINATIONSSITUATION IN JAPAN UND RESULTIERENDE STRAHLENBELASTUNG

Contamination and Resulting Radiological Exposure in Japan

Fachliche Ansprechpartner/innen:

Martin Bleher	(03018 333-2710)
Florian Gering	(03018 333-2570)
Gabriele Rösler	(03018 333-2566)
Iiona Strilek	(03018 333-4411)

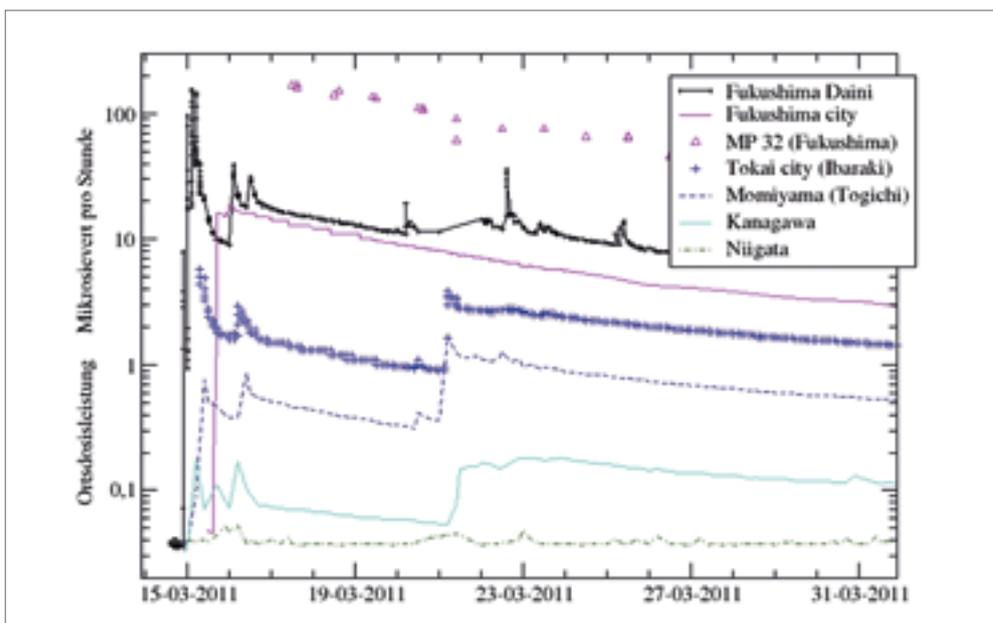
The Fukushima Dai-ichi accident was characterised by severe releases of radioactive material into the environment during a period of three weeks. The contamination situation was mainly characterized by the fallout of radioactive isotopes of iodine, tellurium and caesium, with highest concentrations in the 20-km zone around the reactor and to the north-west up to a distance of about 45 km. In these areas the resulting external exposure could sum up to more than 20 mSv in the first year after the accident. The Japanese Ministry of Health, Labour and Welfare (MHLW) collected, measured and published over 100,000 samples of foodstuff especially outdoor vegetable and milk during the initial phase of the nuclear accident. Provisional regulatory limits of radioactivity for food were exceeded in other foodstuff like beef, fish, mushrooms and tea leaves, too.

Freigesetztes Nuklidgemisch

Bestimmend für das freigesetzte Nuklidgemisch waren das Reaktorinventar während der Freisetzung und die im Reaktorkern erreichten Temperaturen. Für die Strahlenbelastung sind drei radioaktive Gruppen typisch. Diese sind wie folgt aufgetreten:

- Die radioaktiven Isotope des Jods und des Tellurs bestimmten in den ersten Tagen und Wochen nach dem Unfall wesentlich die Strahlenbelastung.
- Längerfristig (d. h. nach einigen Wochen) wurde die Strahlenbelastung vor allem durch die Radionuklide des Elements Cäsium (Cäsium-134 und Cäsium-137 im Verhältnis von etwa 1:1 freigesetzt) verursacht.
- Weitere Radionuklide, die zur Gesamtdosis beitragen, wie z. B. Strontium, Uran oder Plutonium, wurden im Vergleich zu Jod und Cäsium nur in verhältnismäßig geringen Mengen freigesetzt.

Die freigesetzten radioaktiven Stoffe (Radionuklide) wurden mit dem Wind verfrachtet und anschließend durch trockene Ablagerung und insbesondere durch Niederschlag auf dem Boden abgelagert. Wohin welche radioaktiven Stoffe gelangten, war vom Zeitpunkt der Freisetzung und von den herrschenden Wetterbedingungen wie Wind und Niederschlägen abhängig.



Verlauf der Ortsdosisleistung (Datenquelle MEXT und TEPCO; Visualisierung BfS) an ausgewählten Orten der Präfektur Fukushima und vier weiteren Präfekturen.

Zeitliche und regionale Kontamination der Umwelt

Der Unfallablauf in Fukushima führte zu einer etwa dreiwöchigen Freisetzungsphase. Frühe Kenntnisse für den zeitlichen Verlauf der Kontamination konnten aus Zeitreihen der an verschiedenen Orten gemessenen Ortsdosisleistung (ODL) abgeleitet werden, die für das Anlagengelände vom Anlagenbetreiber TEPCO und für alle Präfekturen vom japanischen Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Technik MEXT in tabellarischer Form veröffentlicht wurden. Diese Daten wurden vom BFS aufbereitet und in Kartendarstellungen und als Zeitreihen visualisiert.

Am 14. und 15. März 2011 wurde die freigesetzte Radioaktivität zunächst mit dem Wind nach Süden transportiert. Frühe Spuren der abgelagerten Aktivität sind in den Zeitreihen von Ortsdosisleistung

Sonden in Fukushima Dai-ichi (10 km südlich vom Unfallort) und in den Präfekturen Ibaraki und Tochigi zu erkennen. Nach derzeitigem Wissen handelte es sich hier um eine trockene Ablagerung der Radionuklide. Später am 15. März wurden die freigesetzten Radionuklide nach Nordwesten transportiert. Dort regnete und schneite es, so dass große Mengen radioaktiver Stoffe ausgewaschen und dem Boden zugeführt wurden. Zwischen dem 21. und 23. März gab es eine weitere, jedoch deutlich geringere Kontamination der südlich von Fukushima gelegenen Präfekturen, die bis zur Region Tokyo reichte. In der 200 km westlich von Fukushima liegenden Stadt Niigata, wurden dagegen nur noch geringe Mengen an radioaktiven Stoffen abgelagert, so dass ein Anstieg der Ortsdosisleistung kaum noch beobachtet wurde.

AKTIVITÄT UND ORTSDOSISLEISTUNG

Aktivität

Einheit: Becquerel (Bq)

Die Aktivität ist ein Maß für die Anzahl von Kernumwandlungen pro Zeiteinheit. Die Einheit Becquerel steht für eine Umwandlung pro Sekunde.

In der Umweltüberwachung sind folgende Größen üblich:

Die *flächenbezogene* Aktivität wird in der Einheit Becquerel pro Quadratmeter (Bq/m^2) angegeben und für die auf dem Boden abgelagerte Aktivität verwendet.

Die *volumenbezogene* Aktivität misst z. B. Radioaktivität in der bodennahen Luft in der Einheit Becquerel pro Kubikmeter (Bq/m^3).

Die *massenbezogene* Aktivität charakterisiert z. B. in Nahrungsmittelproben festgestellte Aktivität in der Einheit Becquerel pro Kilogramm (Bq/kg).

Ortsdosisleistung

Einheit: Sievert pro Stunde (Sv/h)

Die Ortsdosisleistung charakterisiert die Strahlenwirkung pro Zeiteinheit, die von außen auf eine Person einwirkt, wenn sie sich an einem bestimmten Ort aufhält.

Die im Freien gemessene Ortsdosisleistung setzt sich aus verschiedenen Komponenten zusammen:

Die Höhenstrahlung (oder kosmische Komponente) hängt von der geografischen Breite und der Höhe über dem Meeresspiegel

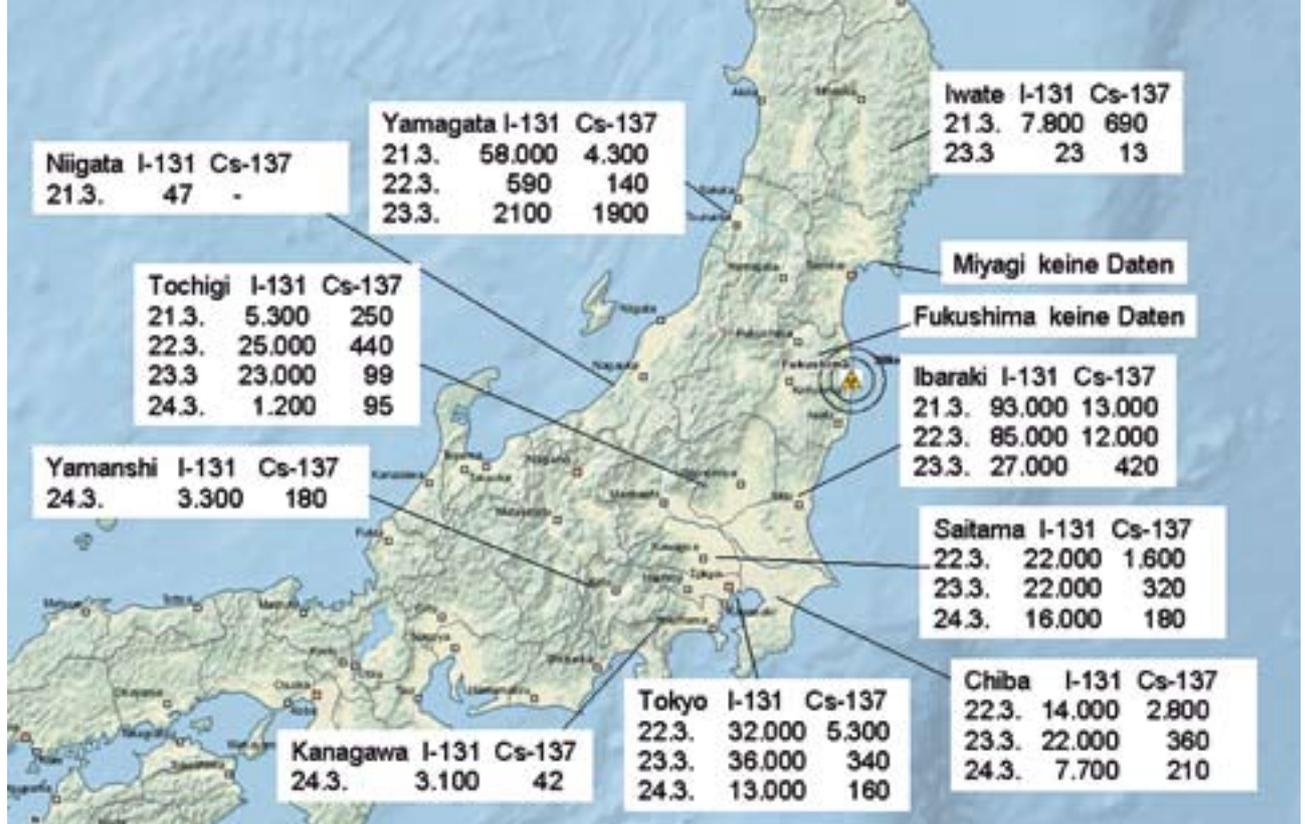
ab. Die natürliche terrestrische Komponente wird durch natürlich vorkommende Radionuklide in Boden und Luft verursacht. Diese Komponente wird hauptsächlich durch geologische Merkmale bestimmt.

Kennt man nach einer unfallbedingten Freisetzung das Nuklidgemisch, kann man aus der an einem Ort gemessenen zusätzlichen Ortsdosisleistung (Netto-Werte) auf die vor Ort abgelagerte Aktivität schließen. Außerdem kann man aus diesen Daten die zusätzliche künftige Strahlenbelastung (siehe Äquivalentdosis) für die in der Umgebung wohnende Bevölkerung schätzen.

Äquivalentdosis

Einheit: Sievert (Sv)

Die Äquivalentdosis misst die biologische Wirkung der Strahlung, der eine Person während eines bestimmten Zeitraums (z. B. während eines Jahres) ausgesetzt ist. Im Bereich der stochastischen Strahlenschäden wird angenommen, dass die Wahrscheinlichkeit von gesundheitsschädlichen Wirkungen proportional mit der Dosis ansteigt. Folglich können auch schon kleine Dosen langfristig gesundheitsschädlich sein, aber mit entsprechend geringerer Wahrscheinlichkeit. In Deutschland beträgt die mittlere Jahresdosis durch natürliche Strahlung etwa 2 Millisievert. Für beruflich strahlenexponierte Personen gilt ein Grenzwert von maximal 20 Millisievert im Kalenderjahr. Aus epidemiologischen Studien sind strahlenbiologische Wirkungen von kurzzeitigen Belastungen ab etwa 100 Millisievert nachweisbar.



Die zwischen dem 18. und dem 24. März 2011 in 10 Präfekturen gemessenen abgelagerten Aktivitäten (tägliche Falloutdaten für Jod-131 und Cäsium-137, Einheit Becquerel pro Quadratmeter; Datenquelle MEXT; Visualisierung BfS) zeigen den von den Unfallfolgen unmittelbar betroffenen Bereich Japans.

Ergänzt wurden die Kenntnisse der Kontaminationssituation durch Messungen der Luftaktivitäten an verschiedenen Orten in Japan sowie durch tägliche Fallout-Messungen, die punktuell in jeder Präfektur Japans durchgeführt wurden. Allerdings waren in den ersten Wochen für die hauptsächlich betroffene Präfektur Fukushima sowie für die angrenzende Präfektur Miyagi keine Daten verfügbar.

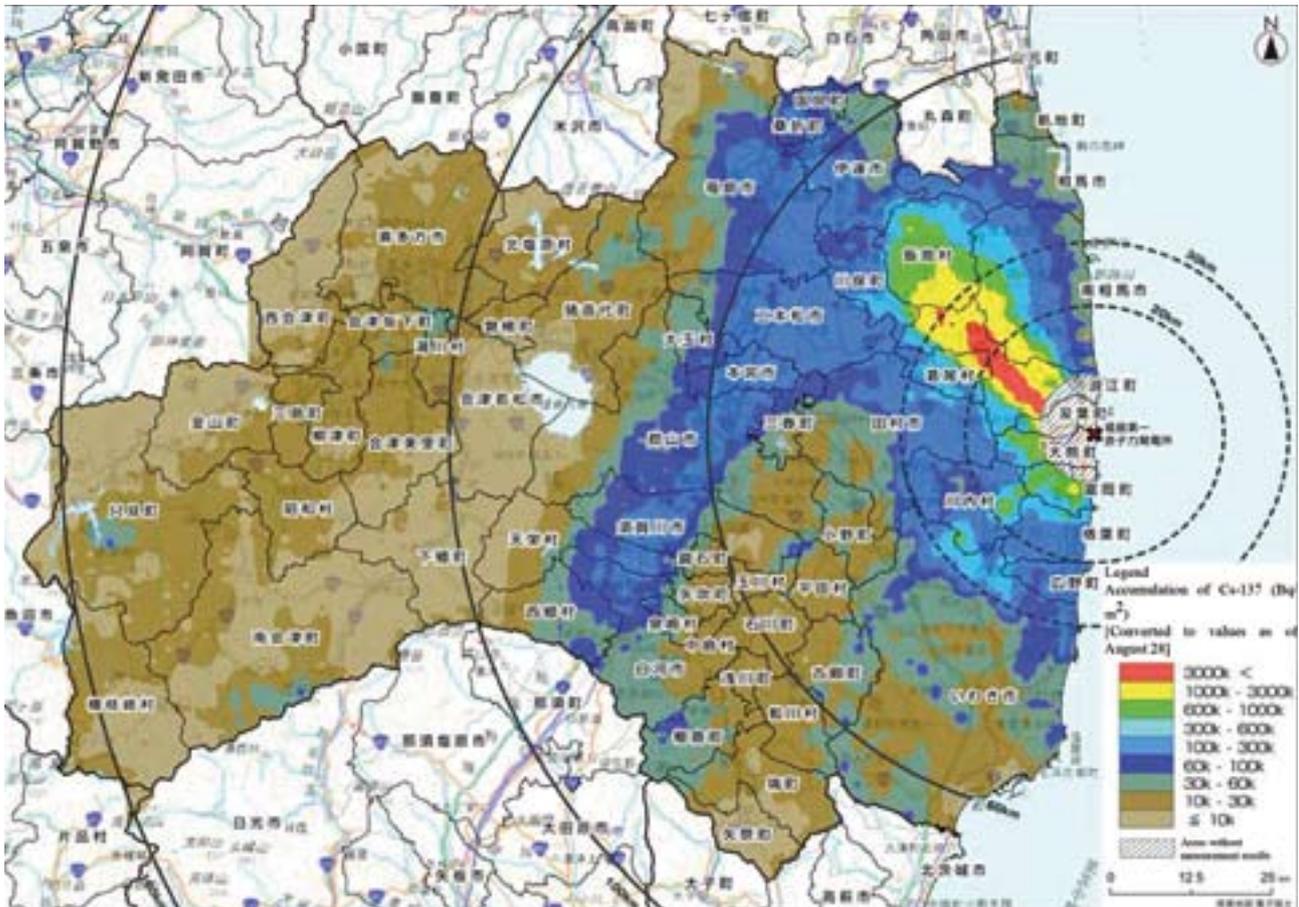
Außerhalb der Reaktoranlage waren die auf dem Boden abgelagerten Radionuklidkontaminationen bis in einer Entfernung von ca. 45 km vom Reaktor am höchsten. Messungen der Ortsdosisleistung durch US-amerikanische Überflug-Kampagnen zeichneten bereits früh ein detailliertes Bild der Umweltkontamination auf. Die Cäsium-137-Ablagerung in der Präfektur Fukushima ist in etwa 30 km Abstand vom Unfallort in nordwestlicher Richtung mit 3 Millionen Becquerel pro Quadratmeter am höchsten. Zum Vergleich: Nach dem Reaktorunfall in Tschernobyl wurden im Raum München etwa 20.000 Bq/m² abgelagert.

Verschiedene Messkampagnen japanischer Institutionen, die im Sommer und Herbst 2011 durchgeführt wurden, ergeben inzwischen ein sehr detailliertes Bild der regionalen Verteilung der auf dem Boden abgelagerten Aktivitäten für die Radionuklide Cäsium-134 und Cäsium-137.

In nordwestlicher Richtung reichte die Hauptkontamination bis etwa zur Stadt Fukushima-City, im Westen und Süden der Präfektur Fukushima sowie in Teilen der benachbarten Präfekturen (Miyagi, Ibaraki, Tochigi, Gunma) wurden Kontaminationen festgestellt, die oberhalb von 10.000 Bq/m² Cäsium-137 lagen.

Wie die Abbildung auf S. 28 zeigt, war die Ablagerung im Osten der Präfektur Fukushima in nordwestlicher Richtung vom Unfallort am höchsten. Eine Bodenkontamination von 1 Million Becquerel pro Quadratmeter (1.000 kBq/m²) von Cäsium-137 (gelber Bereich) entspricht dabei unter Berücksichtigung aller wichtigen Radionuklide einer Strahlenbelastung durch Bodenstrahlung von ungefähr 25 Millisievert im ersten Jahr.

Die Erstellung derartiger Kontaminationskarten schafft wichtige Grundlagen für die im folgenden Abschnitt dargelegten Abschätzungen der zu erwartenden Strahlenbelastung für die Bevölkerung. Für die langlebigen Radionuklide Cäsium-134 und Cäsium-137 ist die Datenlage ausgesprochen gut. Auch die Ablagerung des kurzlebigen Nuklids I-131 wurde so erfasst. Allerdings fehlen systematische Messungen in der Luft in den Monaten März und April, die notwendig sind, um die Inhalationsdosis gut abschätzen zu können.



Auf dem Boden in der Präfektur Fukushima abgelagertes Cäsium-137 in Kilobecquerel pro Quadratmeter (kBq/m²) (Quelle: MEXT)

Kontaminierte Nahrungsmittel

Zum Schutz des Menschen wurden Grenzwerte für die Kontamination von Nahrungsmitteln eingeführt. Diese betragen zunächst 2.000 Bq/kg für Jod-131 und 500 Bq/kg für Cäsium-134/ -137, bezogen auf pflanzliche und tierische Produkte. Damit waren die Grenzwerte für Cäsium und Jod in Lebensmitteln strenger als die Grenzwerte der Welternährungs- und Landwirtschaftsorganisation (FAO, www.fao.org) und der Weltgesundheitsorganisation (WHO, www.who.int).

Die japanischen Behörden haben seit März 2011 mehr als 100.000 Proben gemessen, um die Höhe der Radioaktivität in der Nahrungskette zu bestimmen. Waren es im März 2011 vereinzelt Proben, so stieg später die Probenzahl auf ca. 400 Proben täglich an. Die Ergebnisse der Messungen wurden regelmäßig im Internet vom japanischen Ministerium für Gesundheit, Arbeit und Soziales (MHLW, www.mhlw.go.jp/english) veröffentlicht. Das Inverkehrbringen und der Verkauf von radioaktiv kontaminierten Lebensmitteln aus der Sperrzone wurden untersagt. Selbst erzeugte Lebensmittel aus belasteten Regionen sollten nicht verzehrt werden, um eine zusätzliche Strahlenbelastung zu vermeiden.

Messergebnisse zeigten, dass insbesondere Blattgemüse, Shiitake (Pilzart), Rindfleisch, Teeblätter und Milch aus der Präfektur Fukushima und Teilen der angrenzenden Präfekturen betroffen waren. Zum Teil wurden die Grenzwerte um ein Vielfaches überschritten. In Spinat aus Hitachi-shi in der Präfektur Ibaraki vom 18.3.2012 wurde z. B. ein I-131-Wert von 54.100 Bq/kg und ein Cäsiumwert von 1.931 Bq/kg gemessen. Die regionalen Beschränkungen für Vermarktung und Verbrauch bestimmter Lebensmittel wurden mehrfach aufgrund neuer Informationen bezüglich der Belastung von Lebensmitteln angepasst. Reis z. B. durfte in stark belasteten Gebieten nicht mehr angebaut werden. Auch in Fisch (Süßwasser- als auch Seefisch), Meeresfrüchten und Algen wurden Überschreitungen der Grenzwerte festgestellt. Im Juli 2011 wurde in Rindfleisch von Tieren aus verschiedenen japanischen Präfekturen hohe Cäsiumkonzentrationen festgestellt. Diese überschritten auch den Grenzwert für Cäsium von 500 Bq/kg in Fleisch mit Werten bis zu 4.350 Bq/kg (Rindfleisch aus Minamisoma-shi in der Präfektur Fukushima). Die Ursache war die Verfütterung von kontaminiertem Reisstroh.

Präfektur	Datum der Probenahme	Art des Lebensmittels	Cs-134 (Bq/kg)	Cs-137 (Bq/kg)
Tochigi	19.01.2012	Wildschweinfleisch	2490	
Fukushima	31.12.2011	Wildschweinfleisch	2290	
Ibaraki	02.02.2012	Shiitake, getrocknet	2080	
Fukushima	10.01.2012	Hase	2030	
Tochigi	23.01.2012	Shiitake, getrocknet	1629	
Fukushima	12.02.2012	Japanisches Radieschen (getrocknet)	1300	1700
Fukushima	26.01.2012	Rock fish	1300	1800
Iwate	30.01.2012	Shiitake, getrocknet	1230	1650

Auswahl von Proben mit Grenzwertüberschreitungen je Präfektur, die in der Zeit vom 1. Januar bis 14. Februar 2012 vom japanischen Ministerium für Gesundheit, Arbeit und Soziales (MHLW) veröffentlicht wurden (Der Grenzwert ist 500 Bq/kg)

Anfangs war die Belastung durch Jod-131 der wesentliche Faktor. Aufgrund des schnellen Zerfalls von Jod-131 (Halbwertszeit 8 Tage) konnte dieses ab Ende Mai 2011 nicht mehr in Lebensmittelproben nachgewiesen werden.

Die Auswertung der Messergebnisse, die zwischen dem 1. Januar bis 14. Februar 2012 vom MHLW veröffentlicht wurden, zeigt, dass in über 99,5 % der 20.450 Proben die Aktivitätskonzentrationen der Radionuklide Cäsium-134, Cäsium-137 oder Jod-131 nicht nachweisbar waren oder unterhalb der japanischen Grenzwerte lagen. In sechs Präfekturen wurden noch Grenzwerte überschritten. Aktuell ermittelte Höchstwerte von Proben mit Grenzwertüberschreitungen für Cäsium sind in der Tabelle oben aufgeführt. Europaweit, also auch in DE, werden die in den einschlägigen EU-Verordnungen vorgeschriebene Höchstgrenzen angewendet. Sie sind bereits mehrmals angepasst worden, zuletzt zum 1. April 2012. Die deutschen Grenzwerte entsprechen den japanischen.

Kontaminiertes Trinkwasser

Zur Beschränkung der Strahlenbelastung durch kontaminiertes Trinkwasser wurde und wird weiterhin die Einhaltung der Grenzwerte von 200 Becquerel pro Liter (Bq/l) für Cäsium und 300 Bq/l für Jod kontrolliert. Für Kinder gilt ein Grenzwert von jeweils 100 Bq/l. In Tokyo überstieg die Konzentration von Jod-131 in Trinkwasser mit Messwerten von 210 und 190 Bq/l am 22. und 23.3.2011 vorübergehend den Grenzwert. Ende März 2011 wurde dort kurzzeitig die Empfehlung ausgesprochen, für Babynahrung kein Leitungswasser zu verwenden.

Japans Gesundheitsministerium wies nach dem Unfall in Fukushima Wasseraufbereitungsanlagen im ganzen Land an, kein Regenwasser mehr zu verwenden und Wasserbecken mit Plastikplanen abzudecken. Zur Versorgung der Bevölkerung wurde Trinkwasser teilweise aus Anliegerstaaten wie z. B. Südkorea importiert.

Evakuierung- und Umsiedlungsmaßnahmen

Als erste Schutzmaßnahme wurde am 11. März 2011 die Bevölkerung in der Nähe des Reaktors sofort evakuiert. Am 12. März 2011 entschieden die Behörden, die Menschen in einem Umkreis des Reaktors von 20 km zu evakuieren. Im April 2011 wurde dieses Gebiet zur Sperrzone erklärt und damit die Rückkehr untersagt. In einem Umkreis bis 30 km um den Reaktor gab es am 15. März 2011 die Aufforderung an die Bevölkerung, sich in Gebäuden aufzuhalten.

Später wurde auch aus hoch belasteten Gebieten außerhalb der Sperrzone mit einem Umkreis von 20 km um den Reaktor evakuiert. Insbesondere handelte es sich um Gebiete in nordwestlicher Richtung bis in einer Entfernung von ca. 45 km vom Reaktor.

Die evakuierte Bevölkerung wurde in Notunterkünften untergebracht. Bei den evakuierten Personen wurden Messungen der äußeren Strahlenbelastung durchgeführt, um gegebenenfalls geeignete Maßnahmen ergreifen zu können. So wurden beispielsweise kontaminierte Kleidungsstücke entsorgt. An die Evakuierungszentren wurden vorsorglich Jodtabletten verteilt. Eine Empfehlung zu deren Einnahme wurde aber nicht ausgesprochen.



Evakuierte Menschen in einer Notunterkunft (Foto: picture alliance /dpa)

Weitere Maßnahmen zur Dosisreduktion

In einigen Gebieten hat bereits eine Abtragung von kontaminiertem Boden begonnen, dies betrifft insbesondere Schulen und Kindergärten. Bei der Kontamination des Bodens spielt das Radionuklid Cäsium-137 mit seiner langen Halbwertszeit von etwa 30 Jahren eine wesentliche Rolle.

In den evakuierten Gebieten werden Gebäude zum Teil mit Hochdruckreinigern dekontaminiert. Diese und weitere Dekontaminationsmaßnahmen sind vor einer möglichen Rückkehr der Bevölkerung in diese Gebiete notwendig.

ABSCHÄTZUNG DER STRAHLENBELASTUNG DER JAPANISCHEN BEVÖLKERUNG

Strahlenbelastungen für die Bevölkerung in Japan entstanden in den ersten Wochen nach dem Unfall durch das Einatmen (Inhalation) und die äußere Bestrahlung durch die in der Luft befindlichen radioaktiven Stoffe, später nur noch durch die auf dem Boden abgelagerten Radionuklide und durch die Aufnahme von Radionukliden über die Nahrung (Ingestion).

Strahlenbelastung durch äußere Strahlung

Durch die auf dem Boden abgelagerten Radionuklide werden in Gebieten innerhalb der Sperrzone mit einem 20-Kilometer-Umkreis um den Reaktor

sowie in hoch belasteten Gebieten in nordwestlicher Richtung bis in einer Entfernung von ca. 45 km vom Reaktor Dosiswerte (effektive Dosis) von mehr als 20 Millisievert im ersten Jahr nach dem Unfall erwartet. In anderen ebenfalls höher belasteten Gebieten, die im Osten der Präfektur Fukushima liegen, werden Dosiswerte im ersten Jahr von 1 bis 10 Millisievert erwartet (so z. B. in der Stadt Fukushima-City), in den niedriger belasteten Gebieten im Westen und Süden der Präfektur Fukushima ca. 0,3 bis 3 Millisievert. In den benachbarten Präfekturen (Miyagi, Ibaraki, Tochigi, Gunma) ist mit Dosiswerten für das erste Jahr von maximal 3 Millisievert, in den meisten Gebieten jedoch von unter 1 Millisievert zu rechnen. In allen anderen Landesteilen von Japan sind Dosiswerte für das erste Jahr von unter 1 Millisievert (an wenigen Stellen bis 2 Millisievert), meist sogar von weniger als 0,1 Millisievert zu erwarten (z. B. in Tokyo weniger als 0,3 Millisievert).

Durch am Boden abgelagerte Radionuklide

In den folgenden Jahren wird ein deutlicher Rückgang der jährlichen Strahlenbelastung durch die auf dem Boden abgelagerten Radionuklide erwartet. Der Beitrag von Cäsium-134 wird entsprechend der Halbwertszeit von etwa zwei Jahren zurückgehen. Für Cäsium-137 beträgt die Halbwertszeit

30 Jahre. Zusätzlich nimmt der Beitrag ab durch Einwanderungsprozesse der Radionuklide in den Boden (dadurch wird die Strahlenbelastung an der Oberfläche verringert) sowie durch Abwitterungsprozesse von auf künstlichen Oberflächen (Hausdächer, Straßen) abgelagerter Aktivität.

Durch in der Luft befindliche radioaktive Stoffe

Die Strahlenbelastung, die durch äußere Bestrahlung der in der Luft befindlichen radioaktiven Stoffe verursacht wird, ist immer wesentlich niedriger als diejenige, die durch auf dem Boden abgelagerte Radionuklide verursacht wird. Sie liegt im Vergleich bei deutlich weniger als 1 % der Strahlenbelastung über ein Jahr.

Strahlenbelastung durch Inhalation

Für die hoch belasteten Gebiete in nordwestlicher Richtung vom Reaktor wird geschätzt, dass die Strahlenbelastung durch das Einatmen von radioaktiven Stoffen in der Luft nur etwa 10 % der Strahlenbelastung beträgt, die über ein Jahr durch die auf dem Boden abgelagerte Radionuklide verursacht wird. Allerdings lässt sich diese Strahlenbelastung durch Einatmen nur mit großer Unsicherheit abschätzen, da geeignete Messungen in den ersten Tagen nach dem Unfall weitgehend fehlten. In Regionen, in welchen während der Kontaminationsphase trockene Ablagerungsbedingungen vorlagen, trägt die Inhalationsdosis etwas mehr zur gesamten Strahlenbelastung bei. Allerdings haben Abschätzungen ergeben, dass auch in diesen Gebieten die Belastung durch die auf dem Boden abgelagerte Aktivität gegenüber der Inhalationsdosis dominierend ist.

Strahlenbelastung durch Aufnahme von Radionukliden mit der Nahrung

Berücksichtigt man die Ergebnisse der Lebensmittelüberwachung in der Präfektur Fukushima und typische Verzehrsmengen für Japan, so erhält man eine Strahlenbelastung durch die Aufnahme von Radionukliden mit der Nahrung von weniger als 1 Millisievert für das erste Jahr nach dem Unfall. Die Strahlenbelastung durch radioaktive Stoffe im Trinkwasser liegt mit maximal 0,1 Millisievert deutlich niedriger. In den Folgejahren ist mit einer wesentlich geringeren Strahlenbelastung durch die Aufnahme von Radionukliden mit der Nahrung zu rechnen, da die Kontamination der Nahrungsmittel in den Folgejahren gegenüber 2011 erheblich zurückgehen wird.

Untersuchungen der Einwohner zur Strahlenbelastung

Im September 2011 wurde in der Präfektur Fukushima mit einer Untersuchung aller Einwohner begonnen. Die Untersuchung beinhaltet eine Rekonstruktion der Strahlenbelastung, wie sie durch auf dem Boden abgelagerte Radionuklide nach dem Unfall vorlag, d. h. ohne den Beitrag zur Dosis durch das Einatmen von Radionukliden oder die Aufnahme von Radionukliden über die Nahrung. Die Rekonstruktion erfolgt auf der Basis einer Befragung zu Aufenthaltsorten und Aktivitäten nach dem Unfall und von Dosisleistungsmessungen. Die ersten Zwischenergebnisse bei ca. 10.000 Einwohnern aus den hoch belasteten Gebieten ergaben, dass die Strahlenbelastung in den ersten vier Monaten nach dem Unfall bei ca. 58 % der Personen unterhalb von 1 Millisievert lag, bei ca. 44 % der Personen zwischen 1 und 10 Millisievert. Bei 71 Personen (0,7 %) lag der Wert über 10 Millisievert, der Höchstwert betrug 23 Millisievert.

Vom 27. Juni bis zum 30. September 2011 wurden an ausgewählten Personengruppen etwa 4.500 Messungen in Ganzkörperzählern durchgeführt, um die interne Strahlenbelastung der Personen abschätzen zu können. In der überwiegenden Zahl der Fälle lagen die Werte der internen Strahlenbelastung durch Cäsium-134 und Cäsium-137 unter 1 Millisievert. Bei zwei Personen wurden Werte von ca. 3 Millisievert gefunden. Die interne Strahlenbelastung durch Jod-Isotope konnte aufgrund des vollständigen Zerfalls zum Zeitpunkt der Messungen bei Personen nicht mehr bestimmt werden.

Hinsichtlich der Schilddrüsendosen liegen noch zu wenige Informationen vor, um gesicherte Aussagen treffen zu können. Da die Schilddrüsendosis überwiegend durch radioaktive Jod-Nuklide verursacht wird, die maximal eine Halbwertszeit von 8 Tagen besitzen, können nur in den ersten Wochen nach dem Unfall durchgeführte Messungen zur Rekonstruktion der Schilddrüsendosis verwendet werden. Derartige Messungen erfolgten aber nur bei einem kleinen Teil der betroffenen Bevölkerung. Die im Zeitraum 24. bis 30. März 2011 an 1.080 Kindern im Alter von bis zu 15 Jahren durchgeführten Messungen ergaben in der überwiegenden Zahl der Fälle Werte unterhalb von 5 Millisievert Schilddrüsendosis. Für ein Kind wurde ein Wert von 50 Millisievert Schilddrüsendosis ermittelt.

RADIOLOGISCHE SITUATION AUSSERHALB JAPANS UND IN DEUTSCHLAND

Radiological Situation outside of Japan and in Germany

MESSUNGEN UND AKTIVITÄTEN IN DEUTSCHLAND

Measurements and Activities in Germany

Fachliche Ansprechpartnerin:

Maria Werner (03018 333-2571)

Radioaktivitätsmessungen der Spurenmessstelle Schauinsland bei Freiburg

Das BfS betreibt die Spurenmessstelle Schauinsland nahe Freiburg. Ungefähr zwei Wochen nach dem Unglück in Fukushima wurden dort die ersten radioaktiven Partikel in der Luft und im Niederschlag mit den empfindlichen Methoden der Spurenanalyse nachgewiesen (s. Beitrag S. 34 ff). Jod-131 und Cäsium-137 wurden in sehr kleinen Mengen, d. h. im Bereich von Tausendstel Becquerel je Kubikmeter Luft gemessen, was etwa 3 bis 4 Größenordnungen weniger war, als nach der Katastrophe in Tschernobyl im Mai 1986. Diese Spurenmessungen und die Auswertung der Ergebnisse wurden von einem hohen Medien- und Öffentlichkeitsinteresse begleitet. (s. www.bfs.de/en/ion/imis/ctbto_aktivitaetskonzentrationen_jod.gif).

Ganzkörper- und Schilddrüsenmessungen

Flugpassagiere, die aus Japan zurückkehrten, konnten sich beim BfS u. a. auf inkorporierte Kontaminationen untersuchen lassen. Radioaktive Stoffe, die auf den Fukushima-Unfall zurückgeführt

werden konnten, wurden bei etwa 20 % aus einer deutschlandweiten Gruppe von insgesamt 358 Probanden festgestellt. Anfangs waren dies hauptsächlich Jod-131 und Tellur-132, später dann Cäsium-134 und Cäsium-137. Die radioaktiven Substanzen konnten über die Atmung und über die Aufnahme von Nahrungsmitteln in den Körper der untersuchten Personen gelangt sein.

Die dadurch verursachten Strahlenbelastungen sind als gering einzustufen. Alle effektiven Dosen lagen meist deutlich unter 0,1 mSv, in einem Ausnahmefall bei 0,5 mSv. Im Vergleich dazu beträgt die natürliche Radioaktivität, welcher der Mensch in Deutschland im Jahr ausgesetzt ist, etwa 2,1 mSv. Gesundheitliche Folgen sind nicht zu befürchten (Beitrag S. 38 ff).

Biologische Dosimetrie

Im Gegensatz zur Ganzkörpermessung wird bei der biologischen Dosimetrie nicht die Strahlung selbst gemessen, statt dessen werden durch Strahlung verursachte Veränderungen in Körperzellen erfasst und entsprechend eine Dosis abgeschätzt. Das Labor für biologische Dosimetrie am BfS hat unmittelbar nach Bekanntmachung des Reaktorunfalls japanischen Stellen seine Unterstützung angeboten. Da in Japan jedoch ein sehr gut ausgebautes Netzwerk für biologische Dosimetrie besteht, wurde keine Unterstützung des BfS und aus dem europäischen Ausland angefordert. Bei den zurückkommenden Reisenden aus Japan war die abgeschätzte Strahlenbelastung zu gering, als dass eine Dosis mit Hilfe der biologischen Dosimetrie hätte abgeschätzt werden können.



BfS-Spurenmessstelle Schauinsland

Es hat sich bestätigt, dass der Aufbau eines europäischen Netzwerkes für biologische Dosimetrie, um eine individuelle Dosisabschätzung für eine große Anzahl von Personen künftig durchführen zu können, notwendig ist. Hierfür hat das BfS die Koordination eines von der Europäischen Kommission geförderten Forschungs- und Entwicklungsvorhabens übernommen.

Die webbasierte elektronische Lagedarstellung ELAN

Die mit dem Notfallschutz befassten Bundes- und Landesbehörden hatten die Möglichkeit, sich mit Hilfe des vom BfS betriebenen webgestützten, elektronischen Lagedarstellungssystems ELAN permanent über aktuelle Messungen und Entwicklungen zu informieren. Zwischen März und September 2011 wurden mehr als 1.000 Dokumente zur Lagebeschreibung und Lagebewertung vom BfS, dem Bundesumweltministerium, dem Deutschen Wetterdienst, der Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit und anderen Institutionen in ELAN eingestellt. Entsprechend dem japanischen Vorbild sollen die im Integrierten Mess- und Informationssystem IMIS erstellten und auf dem webbasierten elektronischen Lagesystem ELAN veröffentlichten Dokumente zukünftig sowohl in deutscher als auch in englischer Sprache erscheinen.

Zusammenarbeit mit der deutschen Botschaft in Japan

Für die Botschaft wurden täglich Auswertungen zur aktuellen radiologischen Situation in Japan auf einem speziell eingerichteten Web-Server zur Verfügung gestellt, auf den auch die konsularischen Vertretungen Österreichs, der Schweiz und anderer EU-Länder Zugriff hatten. Zu den Informationen gehörten Zeitverläufe radioaktiver Umgebungsstrahlung in den am stärksten betroffenen Präfekturen Japans und Ausbreitungsprognosen mit dem Prognosemodell RODOS, denen bei der Berechnung die aktuellsten Wetterprognosen zugrunde lagen. Vorübergehend wurden auch Vertreter des BfS als fachkundige radiologische Ansprechpartner nach Japan entsandt.

Öffentlichkeitsarbeit

Der Bedarf an Informationen zu den Ereignissen in Fukushima war immens bei der Bevölkerung, den Medien und speziell auch den deutschen Bürgerinnen und Bürgern in Japan.

Um die zahlreichen telefonischen Anfragen bewältigen zu können, wurde ad hoc eine Hotline für Anfragen aus Japan im BfS geschaltet und ein zu-

sätzlicher telefonischer Schichtdienst angeboten. So waren die Expertinnen und Experten des BfS direkt für besorgte Personen telefonisch erreichbar und konnten beraten und erklären.

Um der Öffentlichkeit den Zugang zu den wichtigsten Informationen zu erleichtern, wurden kurzfristig aktuelle Informationen sowie Antworten zu den am häufigsten gestellten Fragen (FAQs) zum Thema „Fukushima“ erarbeitet und auf den Internetseiten des BfS zur Verfügung gestellt. (www.bfs.de/de/kerntechnik/unfaelle/fukushima). Die Grafik auf Seite 135 belegt, wie sich das sprunghaft gestiegene Interesse an Fukushima in den Zahlen der BfS-Webseitenaufrufe widerspiegelt. Die Bevölkerung erreichte das BfS aber ebenso per Mail mit persönlichen Anfragen, die nach Möglichkeit individuell beantwortet wurden.

Dem massiven Anstieg des öffentlichen Interesses zu Beginn des Ereignisses am 11. März 2011 folgte ein nächster Peak, als die ersten radioaktiven Teilchen zwei Wochen nach dem Erdbeben in Deutschland gemessen wurden und erneut, als die japanischen Behörden den Unfall in die höchste Kategorie 7 der internationalen INES-Skala klassifizierten (s. a. Beitrag Pressearbeit S. 134 ff).

Nationale und internationale Zusammenarbeit

Mit dem Ereignis von Fukushima waren viele nationale und internationale Organisationen befasst. Das Bundesumweltministerium (BMU) rief den Krisenstab der Strahlenschutzkommission (SSK) ein, um sich beraten zu lassen. Internationale Behörden verfolgten die Entwicklung aufmerksam und boten Japan ihre Hilfe und Unterstützung an. Als Fachbehörde für den externen Notfallschutz stellte das BfS dem BMU und der SSK aktuelle Ergebnisse zur Kontamination der Umwelt und der Strahlenbelastung zur Verfügung. Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen des BfS wurden von internationalen Behörden wie der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO), der Europäischen Kommission, der OECD und der Weltgesundheitsorganisation (WHO) in Arbeitsgruppen berufen und um Unterstützung gebeten. Als anerkanntes Kooperationszentrum der WHO unterstützte das BfS die WHO in der Bewertung der radiologischen Lage in Europa. Von mehreren Organisationen (WHO, IAEO, UNSCEAR und OECD) wurde das BfS um Zuarbeit bei der Auswertung der Katastrophe gebeten.

ERGEBNISSE DER SPURENANALYSE ZUM EREIGNIS IN FUKUSHIMA

Results of Trace Analysis Measurements after the Fukushima Accident

Fachliche Ansprechpartner/in:

Jacqueline Bieringer (03018 333-6771)

Clemens Schlosser (03018 333-6772)

As a consequence of the Fukushima accident radionuclides were released to the atmosphere and distributed all over the northern hemisphere. The distribution could be followed by detections of the radionuclide monitoring network of the Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organisation (CTBTO, www.ctbto.org). Although the concentration of these radionuclides decreased on their way due to dilution effects they could even be detected in Europe with sensitive methods. First detection of radionuclides in Germany was at 23rd March. Maximum activity concentrations reached were about a thousandth part of a Becquerel per cubic meter air for Iodine-131 and about even a factor of 10 lower for Cesium-137 and Cesium-134. With time activity concentrations decreased and have fallen back on their normal level since middle/end of May 2011.

Die Ereignisse im japanischen Kernkraftwerk Fukushima hatten eine Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Atmosphäre zur Folge. Diese wurden in der Atmosphäre transportiert und konnten, trotz ihrer Verdünnung beim Transport, durch entsprechend empfindliche Messgeräte auch in mehreren Tausend Kilometern Entfernung nachgewiesen werden.

Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB, www.ptb.de) und der Deutsche Wetterdienst (DWD, www.dwd.de) betreiben Messstellen zur Spurenanalyse in Freiburg/Schauinsland (BfS), Braunschweig (PTB), Potsdam (DWD) und Offenbach (DWD), die es ihnen erlauben, extrem geringe Konzentrationen an radioaktiven Stoffen in der Luft nachzuweisen. Üblicherweise werden diese Messstellen in einem wöchentlichen Rhythmus betrieben, da erst die in dieser Zeit gesammelte Probenmenge den Nachweis kleinster Mengen radioaktiver Stoffe erlaubt. Um Messergebnisse schneller und in zeitlich höherer Auflösung zur Verfügung zu stellen, wurden diese Messstellen nach den Freisetzungen in Fukushima mit verkürzten Probenahme- und Messzeiten betrieben.

Spurenanalyse an vier deutschen Spurenmessstellen: Messung von freigesetztem Jod-131 und Cäsium-137

Am 23. März 11 wurden erstmals Jod-131, Cäsium-137 sowie auch Cäsium-134 in den Luftfilterproben an den Spurenmessstellen in Braunschweig, Potsdam und Offenbach nachgewiesen, am darauf folgenden Tag dann auch an der Messstation Schauinsland bei Freiburg. Die maximalen Aktivitätskonzentrationen wurden etwa eine Woche später erreicht und lagen für Jod-131 bei einigen tausendstel Becquerel pro Kubikmeter Luft, für das Cäsium bei einigen zehntausendstel Becquerel pro Kubikmeter Luft. Danach nahmen die Aktivitätskonzentrationen dieser künstlichen Radionuklide kontinuierlich ab. Seit Mitte/Ende Mai 2011 liegen die Messwerte wieder unterhalb der Nachweisgrenze. Nur Cäsium-137 ist aktuell noch in einzelnen Proben nachweisbar. Dieses Cäsium-137 ist jedoch auf den Kernwaffenfallout und die Reaktorkatastrophe von Tschernobyl zurückzuführen.

Die Abbildungen auf der folgenden Seite zeigen den zeitlichen Verlauf der Aktivitätskonzentrationen von Jod-131 und Cäsium-137 an den vier deutschen Spurenmessstellen. Die Werte weisen starke Schwankungen auf, was den mehrfachen Durchzug von unterschiedlichen Luftmassen über Deutschland belegt. Die an den einzelnen Spurenmessstellen beobachteten Werte hängen dabei von der jeweiligen Wettersituation ab. So reduziert zum Beispiel Regen die Aktivitätskonzentration in der Luft.

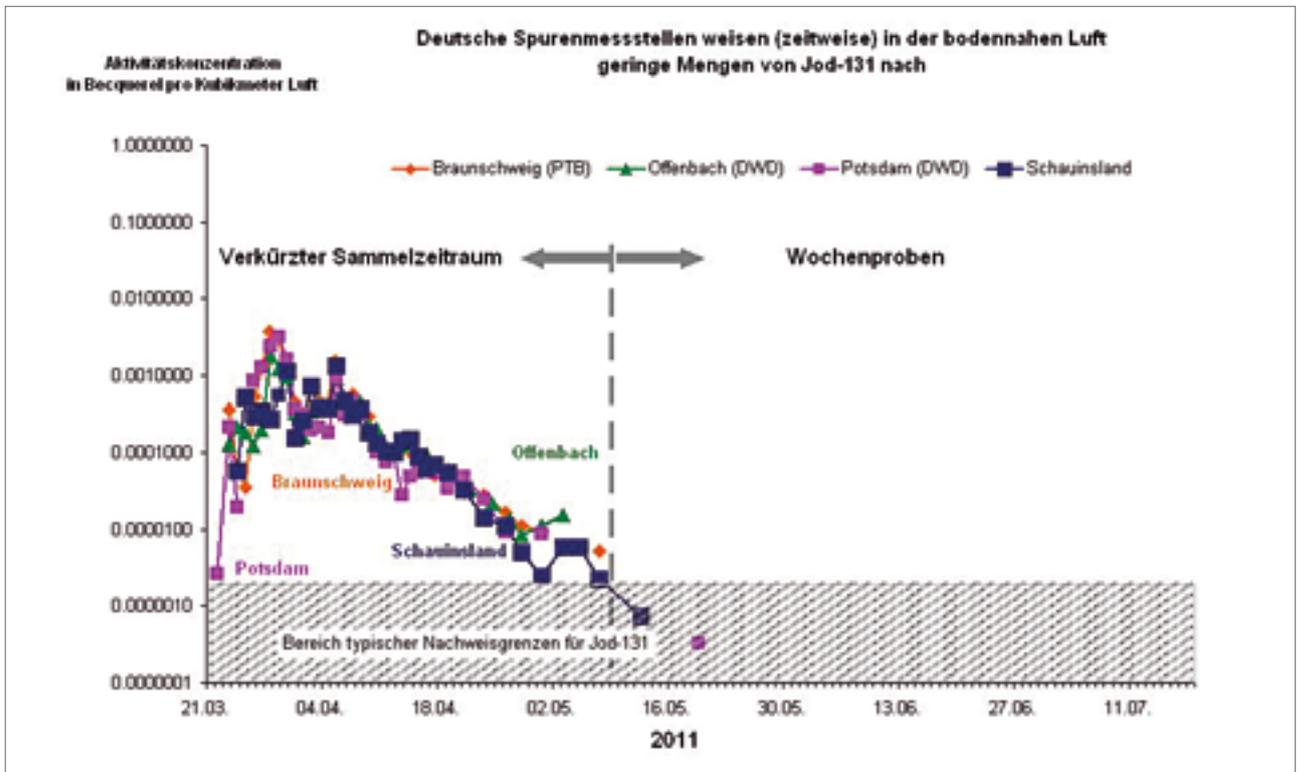
Neben den an Luftstaub gebundenen Radionukliden wurden in Fukushima auch größere Mengen radioaktiver Edelgase (z. B. Xenon-133) freigesetzt, die in der Atmosphäre ungehindert transportiert wurden. Dieses Edelgas wurde auch an den vier deutschen Spurenmessstellen in Wochenproben sowie an der für die Internationale Organisation zur Überwachung des Kernwaffenteststoppabkommens (Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization, CTBTO, www.ctbto.org) betriebene Messstation auf dem Schauinsland anhand von Tagesproben nachgewiesen (siehe auch BfS-Jahresbericht 2005, S. 61-62).

Bewertung

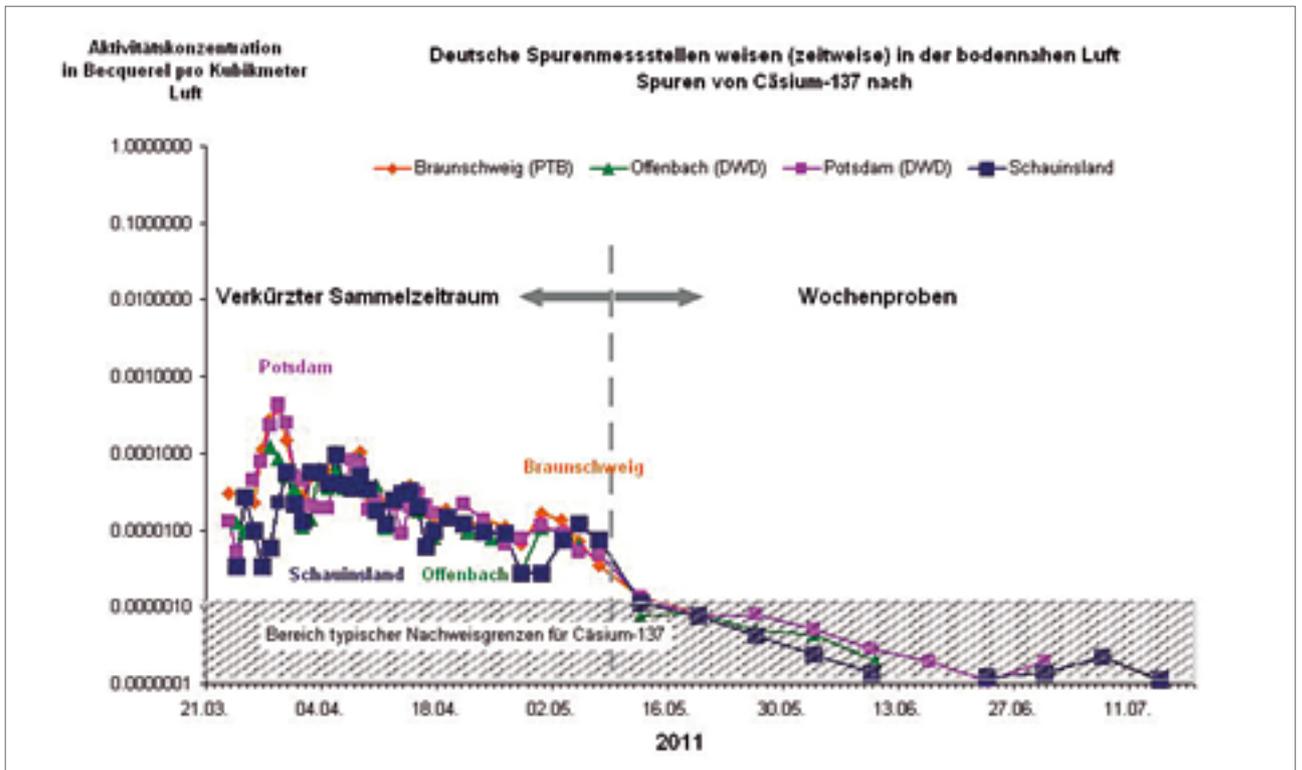
Die gemessenen Werte stellten keine gesundheitliche Gefährdung für die Menschen und die Umwelt in Deutschland und Europa dar und lagen ein Vielfaches unterhalb der natürlichen gemessenen Strahlenbelastung. Durch das natürlich

vorkommende Edelgas Radon liegt die natürliche Strahlung in Deutschland im Freien kontinuierlich bei einigen Becquerel je Kubikmeter Luft. Der 24-stündige Aufenthalt in einem Bereich mit einer

Jod-131-Aktivitätskonzentration von beispielsweise 0,005 Becquerel pro Kubikmeter Luft (in dieser Größenordnung lagen die Ergebnisse der Messstationen Braunschweig und Potsdam am 29.03.2011)



Zeitlicher Verlauf der Aktivitätskonzentration von Jod-131 an vier deutschen Spurenmessstellen



Zeitlicher Verlauf der Aktivitätskonzentration von Cäsium-137 an vier deutschen Spurenmessstellen



Das weltweite Messnetz der Radionuklidmessstationen der Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization (CTBTO, www.ctbto.org). Mit „R“ gekennzeichnete Stationen verfügen über Systeme zur Bestimmung von an Luftstaub gebundener Radioaktivität (wie z. B. Cäsium-137). Stationen, die mit „R+“ gekennzeichnet sind, verfügen zusätzlich über ein Edelgas-Messsystem zur Bestimmung radioaktiver Xenon-Isotope (Quelle: CTBTO).

führt bei einem Erwachsenen zu einer zusätzlichen Strahlenbelastung von etwa einem Nanosievert (1 Milliardstel Sievert). Dies entspricht in etwa der natürlichen Strahlenbelastung bei einer Minute Aufenthalt im Freien.

Weltweiter Nachweis von Radionukliden

Die CTBTO verfügt über ein weltweites Netzwerk von derzeit ca. 60 in Betrieb befindlichen Radionuklidmessstationen, welches an Luftstaub gebundene Radionuklide nachweisen kann (Abbildung oben), eine dieser Stationen wird vom BfS an der Messstation Schauinsland betrieben.

An den Radionuklidmessstationen der CTBTO konnten künstliche Radionuklide aus Fukushima in der zeitlichen Abfolge ihres Eintreffens nachgewiesen werden.

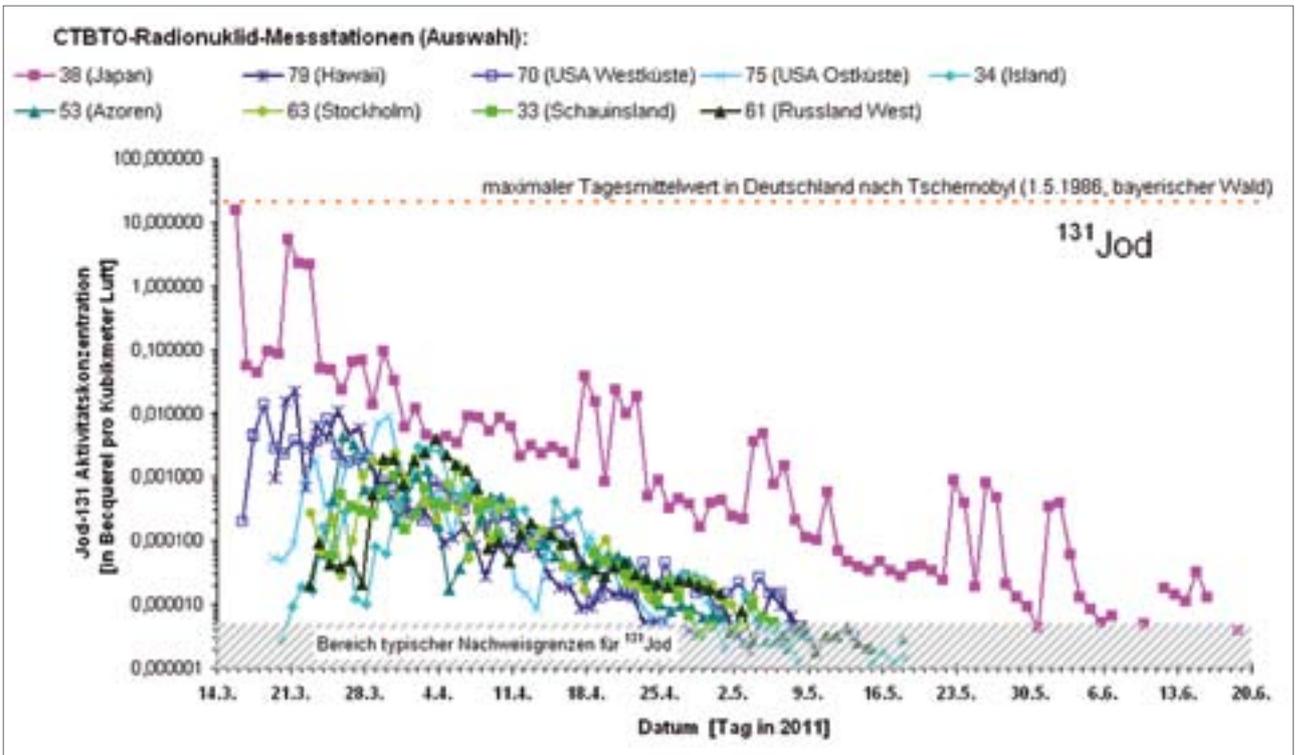
Die radioaktiven Stoffe breiteten sich mit den Westwinden zunächst über Nordamerika und dann über Europa in Richtung Osten aus. Knapp drei

Wochen nach dem Reaktorunfall vom 11. März 2011 wurde an allen auf der Nordhalbkugel der Erde gelegenen Messstationen Radioaktivität aus Fukushima nachgewiesen.

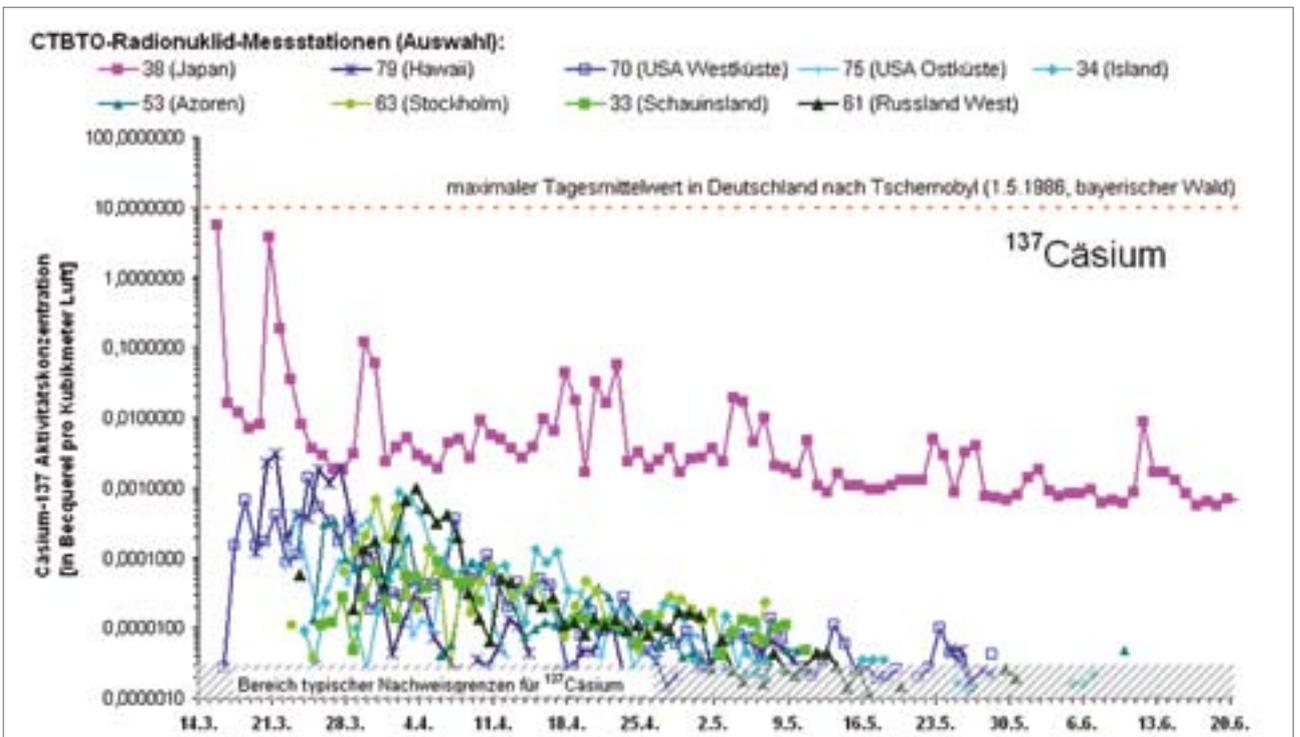
Ab Mitte April 2011 fielen die Aktivitätskonzentrationen für künstliche Radionuklide zunächst an den Messstationen im Pazifik und ab Anfang Mai 2011 auch in Europa wieder unter die Nachweisgrenze. Dies ist hauptsächlich dadurch zu erklären, dass die an kleine Staubteilchen in der Luft gebundenen radioaktiven Stoffe aus der Luft ausgewaschen werden bzw. sich auf dem Boden ablagern.

Zeitlicher Verlauf der Aktivitätskonzentrationen von Jod-131 und Cäsium-137 im Radioaktivitätsmessnetz der CTBTO

Die folgenden Abbildungen zeigen den zeitlichen Verlauf der Aktivitätskonzentrationen von Jod-131 und Cäsium-137 in der Luft an ausgewählten Messstationen des Messnetzes:



Zeitlicher Verlauf der bisher gemessenen Aktivitätskonzentration von Jod-131 in der Luft an neun repräsentativen Radioaktivitätsmessstationen des internationalen Messnetzes zur Überwachung des Kernwaffenteststoppabkommens. Die Grafik zeigt den Verlauf in den ersten drei Monaten nach dem Reaktorunfall. Die Aktivitätskonzentrationen von Jod-131 liegen seit Anfang Mai 2011 größtenteils unterhalb den stationspezifischen Nachweisgrenzen (schraffierter Bereich).



Zeitlicher Verlauf der bisher gemessenen Aktivitätskonzentration von Cäsium-137 in der Luft an neun repräsentativen Radioaktivitätsmessstationen des internationalen Messnetzes zur Überwachung des Kernwaffenteststoppabkommens. Die Grafik zeigt den Verlauf in den ersten drei Monaten nach dem Reaktorunfall. Die Aktivitätskonzentrationen von Cs-137 liegen seit Mitte Mai 2011 teilweise unterhalb der stationspezifischen Nachweisgrenzen (schraffierter Bereich).

- Takasaki (Station 38), nur circa 200 km südwestlich des Reaktors Fukushima I gelegen.
- Hawaii (Station 79) im Pazifik.
- Sacramento (Station 70) an der Westküste und Charlottesville (Station 75) an der Ostküste der USA.
- Island (Station 34) und São Miguel (Azoren, Station 53) im Atlantik.
- Schauinsland bei Freiburg (Station 33), Stockholm (Station 63) und Dubna (Westrussland, Station 61) auf dem europäischen Festland.

Wegen der extremen Unterschiede in den nachgewiesenen Aktivitätskonzentrationen sind die Messwerte in einem logarithmischen Maßstab dargestellt.

In den ersten drei Wochen nach dem Reaktorunfall in Fukushima sieht man deutlich den Verdünnungseffekt mit zunehmender Entfernung zum Unglücksort. Im weiteren Verlauf gleichen sich die Messwerte der Stationen aneinander an, was auf eine abnehmende Freisetzung am zerstörten Kernkraftwerk sowie eine fortschreitende Durchmischung der Luftmassen der nördlichen Hemisphäre schließen lässt. Die Messwerte an der japanischen Station Takasaki (Station 38) liegen wegen der großen Nähe zum zerstörten Kernkraftwerk erwartungsgemäß erheblich höher.

In den Abbildungen ist zu erkennen, dass die Messwerte für Jod-131 schneller abnehmen als die für Cäsium-137, was auf die unterschiedlichen Halbwertszeiten der beiden Radionuklide zurückzuführen ist. Jod-131 zerfällt mit einer Halbwertszeit von 8 Tagen, Cäsium-137 hingegen zerfällt mit einer Halbwertszeit von 30 Jahren. An der Station in Takasaki (Station 38) ist die im Vergleich zu den anderen Stationen langsamere Abnahme der Aktivitätskonzentrationen von Jod-131 und Cäsium-137 auffällig. Dies ist darauf zurückzuführen, dass das Messsystem durch die Nähe zu Fukushima selbst kontaminiert wurde, alle Messwerte also einen zusätzlichen, nahezu konstanten Beitrag enthalten, der nur durch die Halbwertszeit des jeweiligen Radionuklids abnimmt.

GANZKÖRPER- UND SCHILDDRÜSENMESSUNGEN AN AUS JAPAN EINGEREISTEN PERSONEN

Whole-body and Thyroid Measurements at Individuals Entering Germany from Japan

Fachlicher Ansprechpartner:

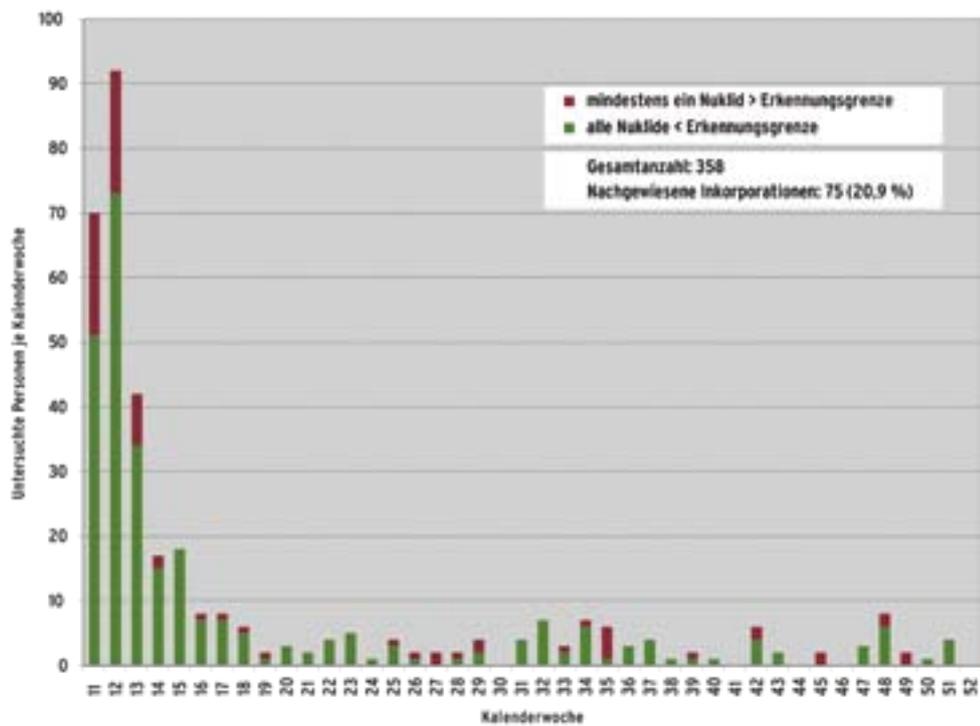
Udo Gerstmann (03018 333-2430)

The possibility was given to persons being potentially exposed to radionuclides released by the accident at the nuclear power station Fukushima Dai-ichi to undergo an assessment of their body radiation burden at most of the German competent incorporation measuring bodies. The Coordinating Office on Incorporation Monitoring of the German Federal Office for Radiation Protection collected the results made available by the laboratories. By the end of 2011 in total 358 results have been reported. Most measurement results were below the limit of recognition. In 75 cases only measurable activities showed up for at least one nuclide. The effective doses in general were below 0.1 mSv. The highest effective dose amounted to 0.5 mSv, the highest thyroid dose for I-131 to about 80 µSv.

Reisende aus Japan hatten vielfach die Befürchtung, Radioaktivität aufgenommen zu haben. Das BfS und andere Inkorporationsmessstellen boten daher einreisenden Personen an, sich in Deutschland auf durch Inhalation oder über die Nahrung in den Körper aufgenommene („inkorporierte“) radioaktive Stoffe untersuchen zu lassen.

Diese Untersuchungen wurden von einigen der behördlich bestimmten Inkorporationsmessstellen [www.bfs.de/de/ion/beruf_schutz/inkorpueberwach/messstellen.html] durchgeführt. Diese Messstellen sind normalerweise mit Messungen im Rahmen der Überwachung beruflich strahlenexponierter Personen befasst. Die Ergebnisse wurden von den Messstellen an die Leitstelle Inkorporationsüberwachung des BfS weitergeleitet.

Dem BfS lagen bis Ende 2011 die Ergebnisse von 358 Ganzkörper- und Schilddrüsenmessungen vor. Bei insgesamt 75 Personen (20,9 %) konnten radioaktive Stoffe nachgewiesen werden, die dem Unfall in Japan zuzuordnen sind. Anfangs handelte es sich vor allem um die Radionuklide Iod-131 und Tellur-132, später um Cs-137 und Cs-134. Die aus den Inkorporationen resultierende Strahlenbelastung, die so genannte effektive Dosis, war gering und lag meist unter 0,1 Millisievert (mSv).



Anzahl der in Deutschland 2011 untersuchten, aus Japan eingereisten Personen

Die höchste effektive Dosis betrug in einem Ausnahmefall ca. 0,5 mSv, die höchste Schilddrüsenedosis ca. 80 µSv. Zum Vergleich: Die effektive Dosis durch natürliche radioaktive Stoffe in der Umwelt in Deutschland beträgt im Mittel etwa 2,1 mSv pro Jahr. Die nachgewiesenen Inkorporationen stellen keine gesundheitliche Gefährdung der betroffenen Personen dar. Die Abbildung oben gibt einen Überblick über die Anzahl der im Jahr 2011 in Deutschland durchgeführten Untersuchungen und die Häufigkeit des Nachweises von inkorporierten radioaktiven Stoffen.

Der Reaktorunfall von Fukushima hat, wie bereits der Unfall von Tschernobyl vor mehr als 25 Jahren, die Nachfrage nach Strahlungsmessgeräten sprunghaft ansteigen lassen. Vor allem tragbare Geräte waren gefragt. Das betrifft hauptsächlich Geräte für die Messung der Gamma-Ortsdosisleistung (auch ODL-Geräte genannt). Das Spektrum der Interessenten reicht von der besorgten Privatperson bis zu Firmen, die sich um das Wohl ihrer Mitarbeiter/innen sorgen und auch wirtschaftliche Nachteile bei einer Kontamination von importierten Rohstoffen oder Produkten fürchten.

WAS KANN EIN TRAGBARES ODL-MESSGERÄT - UND WAS KANN ES NICHT?

What Can be Measured with a Mobile Dose Rate Meter – and What Can't be Measured?

Fachlicher Ansprechpartner:

Joachim Döring (03018 333-4260)

Dose rate measurements are a suitable tool for a fast estimate of the possible external exposure of human beings in emergency situations. The measurement devices should be of proper design, type-tested and calibrated. The use of simple devices by unqualified persons is not recommended. The measurement of small changes in the dose rate as well as the measurement of small surface contaminations due to fallout via a dose rate measurement may be not conclusive even with professional devices.

Vorteile dieser tragbaren ODL-Messgeräte sind ihre relativ kleine Bauweise und eine einfache Handhabung bzw. Bedienung. Das Angebot ist qualitativ breit gefächert und reicht von Billigprodukten bis zu hochwertigen Geräten. Allerdings ist die Aussagefähigkeit auf die Ortsdosisleistung von Gamma-Strahlung begrenzt, und die Interpretation des Anzeigewertes erfordert Sachverstand und Erfahrung, über die der Laie normalerweise nicht verfügt.

Aus der Messung der Ortsdosisleistung mit einem kalibrierten Gerät kann relativ einfach die äußere Strahlenexposition (effektive Dosis) von Personen abgeschätzt werden, wenn die Aufenthaltszeit der Person am betreffenden Ort bekannt ist. Soll der Beitrag künstlicher Radioaktivität zur Dosis ermittelt werden, ist die allgegenwärtige Untergrundstrahlung (auch natürlicher Strahlungspegel genannt) zu berücksichtigen. Sehr kleine Verände-



Tragbare ODL-Messgeräte und ein Gammaspекtrometrie-Detektorsystem beim BfS-Kalibriervergleich auf den Referenzmessflächen der Wismut GmbH in Reust (Thüringen)

rungen, beispielsweise infolge eines weit entfernten Unfalls wie in Fukushima, können durch den natürlichen Untergrund so überdeckt werden, dass sie auch von qualitativ hochwertigen ODL-Geräten nicht mehr nachweisbar sind. Das BfS hat deshalb in diesem Fall vom Kauf mobiler ODL-Geräte durch besorgte Bürger und Firmen für den Einsatz in Deutschland grundsätzlich abgeraten.

Hochwertige ODL-Messgeräte werden größtenteils einer Bauartprüfung durch die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB, www.ptb.de) unterzogen. Nur so geprüfte und geeichte Geräte sind für amtliche Messungen zugelassen, und werden für den professionellen Bereich im Strahlenschutz eingesetzt. Diese Geräte sind jedoch relativ teuer (mehrere tausend Euro). Im BfS wird die ständige Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit seiner Geräte durch ein Qualitätsmanagementsystem gewährleistet, wobei regelmäßig die Geräte auch unter realistischen Bedingungen außerhalb des Laborbetriebes überprüft werden.

Einfache Strahlungsmessgeräte werden von Discountern bereits für wenige hundert Euro angeboten. Ihre Empfindlichkeit auf Gamma-Strahlung ist sehr unterschiedlich. Sie sind größtenteils nicht geeignet, Gamma-Ortsdosisleistungen quantitativ richtig zu bestimmen. Sie sind bestenfalls als Indikatormessgeräte einsetzbar. Auch in Notfallschutzsituationen sollte im Zweifel immer ein Fachmann zu Rate gezogen werden.

In Notfallschutzsituationen werden ODL-Messgeräte überdies häufig für Zwecke verwendet, die über die eigentliche Messaufgabe hinausgehen, etwa um die Einhaltung bzw. Unterschreitung von empfohlenen Aktivitätswerten auf Oberflächen oder von Nahrungsmitteln zu überprüfen. Je nach

dem Unfallszenario kann eine Vielzahl von Radionukliden freigesetzt werden, die Alpha-, Beta und/oder Photonen (Gamma)-Strahlung emittieren. Von einem ODL-Messgerät wird aber hauptsächlich nur die Gamma-Strahlung gemessen. Die anderen Strahlungsarten werden infolge der konstruktiven Geräteauslegung nicht (Alpha-Strahlung) oder nur sehr eingeschränkt (Beta-Strahlung) registriert. Deshalb haben diese Notfallmessungen eine sehr begrenzte Aussagekraft und sollten dem Fachmann überlassen werden.

Im Falle des Unfalls von Fukushima ergab sich beispielsweise die Frage, ob die Unterschreitung des vom BMU empfohlenen Oberflächenkontaminationswertes von 4 Bq/cm^2 für Schiffe und Waren aus Japan (BMU-Pressemitteilung 052/11, 8. April 2011) durch eine ODL-Messung nachgewiesen werden kann. Wie weit darf die messende Person vom Kontaminationsort entfernt sein, damit ein zuverlässiger Wert ermittelt werden kann? Berechnungen des BfS für einen 20-Fuß-Warencontainer unter der Annahme einer Cs-137-Kontamination haben ergeben, dass der maximale Beitrag zur Messwertanzeige mit der oben genannten Kontamination und einem üblicherweise genommenen Messabstand von 1 m etwa 16 nSv/h beträgt. Dieser Beitrag wird in der realen Umgebung noch durch die allgegenwärtige Untergrundstrahlung überlagert, die, je nach geografischer Lage des Messortes, etwa zwischen 70 und 120 Nanosievert pro Stunde (nSv/h) variiert. Ein Rückschluss auf die Oberflächenkontamination ist also bei kleinen Werten der Ortsdosisleistung nicht sicher möglich. Es müsste der Messabstand von 1 m weiter verkleinert werden, um einen höheren Messeffekt zu erreichen. Der Einsatz eines ODL-Messgerätes, auch eines professionellen Gerätes, kommt hier an seine Grenzen.

NEUE MÖGLICHKEITEN IM INTERNET FÜR DIE VERMITTLUNG VON MESSWERTEN

Internet Provides New Opportunities for Presenting Radioactivity Measuring Values

Fachlicher Ansprechpartner:

Roger Luff (04331-132212)

The Fukushima Dai-ichi accident also caused high public interest in data from the German nationwide gamma dose rate (GDR) measurement network. The BfS responded with enhancing information services. The polling frequency of the network was in-

creased and also unverified data were presented in hourly time series (<http://odlinfo.bfs.de>). Detailed explanations with examples as well as a detailed FAQ list have been added to the site. Data from rain radar and an access to archived data have been added and the site is now available also in English. Furthermore, environmental data services for smartphones offered by third party providers are supported through a special download service.

Nach dem Unfall in Fukushima ist das Interesse an den Messungen der Ortsdosisleistung (ODL), die vom BfS mit 1.800 Sonden flächendeckend in Deutschland durchgeführt wird, stark angestiegen. Das bereits langjährig existierende Informationsangebot zu den Messergebnissen der ODL-Stationen auf der Homepage des BfS (<http://odlinfo.bfs.de>) wurde verstärkt wahrgenommen.

Die Sorgen der Bevölkerung waren auch in Deutschland gerade während der ersten Tage nach der Freisetzung sehr hoch, auch wenn eine messbare Erhöhung der ODL nicht zu erwarten war und tatsächlich auch nicht eingetreten ist.

Die hohen Zugriffszahlen nach Berichten in Presse und Fernsehen sowie die häufigen Bürgeranfragen zu dargestellten Daten und Informationen veranlassten das BfS, das Design des Auftritts schnell und grundlegend zu überarbeiten, für hohe Zugriffszahlen zu ertüchtigen und inhaltlich zu erweitern. Neben den geprüften Tagesmittelwerten werden seit März 2011 erstmals vorläufige (d. h. noch ungeprüfte) 2-Stunden-Messwerte mehrfach am Tag in Form von Zeitreihen veröffentlicht.

Diese schnelle Erweiterung des Angebots wurde durchweg positiv aufgenommen. Zahlreiche Anfragen ließen erkennen, dass sich die Nutzer und Nutzerinnen intensiv mit den Messdaten befassten und zeitliche Veränderungen kritisch prüften.

Im Zuge der Designumstellung wurde das Angebot mit ausführlichen Erläuterungen ergänzt. Aus den vielen Anfragen wurde eine FAQ-Liste (Frequently Asked Questions, „Häufig gestellte Fragen“) zusammengestellt, die das Informationsangebot auf <http://odlinfo.bfs.de> abrundet. Beispielsweise führte der an manchen Stellen in Folge der Schneeschmelze beobachtbare kontinuierliche Anstieg der natürlichen Radioaktivität zu besorgten Anfragen, ob dies eine Auswirkung von Fukushima sei.

Weitere Ergänzungen betrafen archivierte Daten aus früheren Jahren und die Daten des Niederschlagsradars des Deutschen Wetterdienstes (DWD, www.dwd.de), da Regeneffekte zu kurzfristigen Erhöhungen der natürlichen Strahlung führen können. Ferner ist die Webseite heute komplett auch in Englisch verfügbar.

Das gestiegene Informationsbedürfnis wurde auch von Anbietern von mobilen Apps für Smartphones aufgegriffen. Mit diesen Apps ist es unter anderem möglich, über die Ortungsfunktion des Smartphones und den vom BfS gelieferten ODL-Daten des Messnetzes, die aktuelle Ortsdosisleistung einer Sonde in der Nähe des Standortes darzustellen. Das BfS unterstützt diese Informationsangebote mit einem speziellen technischen Verfahren der Datenbereitstellung, welches auch im Rahmen der Open Government Initiative der Bundesregierung für die Teilnehmer des Wettbewerbes „Apps4Deutschland“ angeboten war.

Mit diesem Informationsangebot kommt das BfS den veränderten Kommunikationsformen entgegen. Die anwenderfreundliche Verfügbarkeit von Messwerten, im Idealfall mit räumlichem Bezug zum Wohnort, und das Verständnis der natürlichen Variabilität ermöglicht ein besseres Verständnis von Strahlung, deren Messgrößen und damit mittelbar auch der Strahlenrisiken.

LEHREN UND KONSEQUENZEN AUS DEM REAKTORUNFALL IN FUKUSHIMA

Lessons Learned and Consequences from the Fukushima Nuclear Accident

WEITERE VERBESSERUNGEN IM NOTFALLSCHUTZ

Further Optimization of Emergency Management

- Langanhaltende Radionuklidfreisetzungen wurden bisher in der Notfallschutzplanung noch zu wenig berücksichtigt. Es ist zu analysieren inwieweit die bisherigen Maßnahmen zum Schutz des Menschen auf größere Gebiete auszuweiten und zu modifizieren sind. Die Ergebnisse einer Studie des BfS (www.bfs.de/de/kerntechnik/unfaelle/fukushima/notfallschutzstudie) lassen den Schluss zu, dass die bisherigen Planungen für den anlagenexternen Notfallschutz in Deutschland bei Berücksichtigung der Erfahrungen nach dem Unfall in Fukushima nicht in allen Belangen ausreichend sind. Insbesondere ist zu analysie-

ren, inwieweit die Schutzmaßnahmen auf größere Gebiete auszuweiten und zu modifizieren sind. Weitere Forschungsvorhaben zu dieser Frage wurden von BMU und BfS auf den Weg gebracht.

ANLAGENSPEZIFISCHE SICHERHEITSÜBERPRÜFUNG DEUTSCHER KERNKRAFTWERKE UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DER EREIGNISSE IN FUKUSHIMA I

Plant-specific Safety Assessment of German NPPs with Regard to the Fukushima Accident

Nach den Ereignissen in Fukushima wurde von der Bundesregierung eine Überprüfung der deutschen Kernkraftwerke gefordert. Im Auftrag des Bundesumweltministeriums (BMU) hat die Reaktor-Sicherheitskommission (RSK) am 16.05.2011 eine Stellungnahme zu den bis dahin in deutschen Kernkraftwerken ausgeführten Sicherheitsüberprüfungen veröffentlicht und darin eine Bewertung zu Auslegungsgrenzen und der Robustheit der Kernkraftwerke gegen auslegungsüberschreitende Ereignisse vorgenommen. Folgende Themenfelder waren dabei vorgegeben:

- Der Informationsbedarf der Bevölkerung war weltweit enorm. Viele Nachrichtensender berichteten rund um die Uhr online von den Geschehnissen in Fukushima. Die Öffentlichkeitsarbeit wird sich diesen Herausforderungen in der Zukunft vermehrt stellen müssen, um dem Informationsbedürfnis der Bevölkerung in Form und Inhalt zu entsprechen. Informationsinhalte müssen verständlich, authentisch und möglichst zeitnah angeboten werden und für den Informationsempfänger eine konkrete Hilfe zum Verständnis der Situation geben. Der direkte Kontakt zu den Menschen wird zunehmend über moderne Medien wie zum Beispiel Mail, Apps, Internetauftritt, Facebook und Twitter gestaltet. Diese Form der Kommunikation ist zukünftig zu bedienen. Entsprechend dem japanischen Vorbild sollen die Informationen in einem Ereignisfall sowohl in deutscher als auch in englischer Sprache erscheinen.
- Verbesserte Trainingsmethoden sind einzuführen, um auf jede Art einer radioaktiven Freisetzung flexibel und angemessen reagieren zu können.
- Zur schnellen Erfassung der radiologischen Lage sind vor allem die Ortsdosisleistung und die Radionuklidzusammensetzung der am Boden abgelagerten Aktivität (In-situ-Messungen) zu bestimmen. Mit Hilfe dieser Messungen lassen sich schnell nuklidspezifische Kontaminationskarten erstellen. Für beide Messungen ist das BfS federführend in Deutschland.
- Der Aufbau eines europäischen Netzwerkes für biologische Dosimetrie, um eine individuelle Dosisabschätzung für eine große Anzahl von Personen durchführen zu können, ist notwendig. Hierfür hat das BfS die Koordination eines von der Europäischen Kommission geförderten Forschungs- und Entwicklungsvorhabens übernommen.

- Naturbedingte Einwirkungen wie insbesondere Erdbeben und Hochwasser.
- Lang andauernder Ausfall der Energieversorgung des Kernkraftwerks (einschließlich des Ausfalls der Notstromversorgung).
- Ausfall der Nebenkühlwasserversorgung, die für die langfristige Nachwärmeabfuhr aus den Brennelementen im Reaktor und im Brennelementlagerbecken erforderlich ist.
- Robustheit von Vorsorgemaßnahmen (das sind Maßnahmen, die für die Störfallbetrachtung als nicht ausgefallen bewertet werden).
- Erschwerte Randbedingungen für die Durchführung von Notfallmaßnahmen.
- Zivilisationsbedingte Ereignisse wie Flugzeugabsturz oder Explosionsdruckwellen.
- Auswirkungen eines Unfalls in einem Kernkraftwerksblock auf den Nachbarblock.
- Terroristische Einwirkungen.
- Angriffe von außen auf rechnerbasierte Steuerungen der Systeme.

In ihrer Stellungnahme vom 16.05.2011 [www.rskonline.de/downloads/rsk_sn_sicherheitsueberpruefung_20110516_hp.pdf] schlussfolgert die RSK unter Berücksichtigung der Verhältnisse in der Anlage Fukushima, dass

- „... hinsichtlich der Stromversorgung und der Berücksichtigung externer Überflutungsereignisse für deutsche Anlagen eine höhere Vorsorge festzustellen ist.“

- „... abhängig von den betrachteten Themenfeldern über alle Anlagen kein durchgehendes Ergebnis in Abhängigkeit von Bauart, Alter der Anlage oder Generation auszuweisen ist.“

Bei der für die Stellungnahme vorgenommenen Bewertung der Robustheit führt z. B. die Nachrüstung von Notstandssystemen in deutschen KKW punktuell zu hohen Robustheitsgraden.

Die RSK hat aus der anlagenspezifischen Überprüfung der KKW Empfehlungen für ergänzende Analysen und Maßnahmen abgeleitet.

Die RSK führt auch für die deutschen Forschungsreaktoren sowie für Zwischen- und Endlager anlagenspezifische Sicherheitsüberprüfungen durch. Ferner werden spezifische Aspekte der Sicherheit von Kernkraftwerken bewertet, die sich nicht im Leistungsbetrieb sondern in den Anlagenzuständen Stillstand oder Nachbetrieb befinden.

Von der Entsorgungskommission (ESK) wird derzeit im Auftrag des BMU eine entsprechende Sicherheitsüberprüfung der Anlagen der nuklearen Ver- und Entsorgung (Versorgungsanlagen URENCO und ANF, der Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente und verglaste Spaltproduktlösungen, sonstiger Einrichtungen der Entsorgung (WAK, VEK, PKA), Lager und Konditionierungsanlagen für schwach- und mittelradioaktive Abfälle, der Schachanlage Asse II, des Endlagers für radioaktive Abfälle Morsleben und des Endlagers Konrad) durchgeführt. Zum Redaktionsschluss lagen noch keine Ergebnisse dieser Untersuchungen vor.

RISIKO- UND SICHERHEITSBEWERTUNG DER KERNKRAFTWERKE IN DEN MITGLIEDSTAATEN DER EUROPÄISCHEN UNION (EU-STRESSTEST)

Risk and Safety Evaluation of NPPs in EU Member States (EU Stress Test)

Auf europäischer Ebene und nach Veranlassung durch den Europäischen Rat wurde im März 2011 ein sog. Stresstest für die KKW in den Mitgliedsstaaten der Europäischen Union durchgeführt. Die Gruppe der kerntechnischen Aufsichtsbehörden der EU-Mitgliedstaaten ENSREG (European Nuclear Safety Regulators Group) erarbeitete dazu die Methodik, den Umfang und den Ablaufplan. Für den EU-Stresstest zur Analyse der Robustheit der KKW wurden als Schwerpunktthemen „Externe Ereignisse“ (wie Erdbeben, Überflutung, extreme Wetterbedingungen), „Ausfälle von Sicherheitsfunktionen“ (Energieversorgung, Wärmeabfuhr,

auch in Kombination) sowie „Notfallmaßnahmen bei schweren Unfällen“ (bis zur Kernschmelze) vorgegeben.

Der Ablauf sah vor, dass zunächst die KKW-Betreiber den nationalen Aufsichtsbehörden einen Bericht vorlegen sollten. Nach einer Prüfung fassten diese die Ergebnisse zusammen und übermittelten sie Ende 2011 an ENSREG.

Die Berichte der nationalen kerntechnischen Aufsichtsbehörden zum EU-Stresstest enthalten u. a. die Auslegungsanforderungen der Länder in Bezug auf die vorgegebenen Szenarien, die entsprechende Auslegung der KKW sowie deren Margen für eine sichere Unfallbeherrschung.

Der deutsche Bericht zum EU-Stresstest zeigt auf, dass für die drei Schwerpunktthemen (Externe Ereignisse, Ausfällen von Sicherheitsfunktionen, Notfallmaßnahmen bei schweren Unfällen) bereits bei der Errichtung der Anlagen robuste Designanforderungen verwirklicht wurden und dass Nachrüstungen insbesondere im Bereich der Notfallmaßnahmen zu weiteren Verbesserungen geführt haben. Er zeigt aber auch zusätzliche Möglichkeiten für sicherheitstechnische Verbesserungen der Kernkraftwerke auf, insbesondere im Bereich des Notfallschutzes, denen die Aufsichtsbehörden weiter nachgehen werden. Im deutschen Bericht zum EU-Stresstest wurden zusätzlich zu den drei Schwerpunktthemen der gegenseitige Einfluss von Unfällen zwischen benachbarten Anlagen berücksichtigt und die Aussagen der RSK zu zivilisatorischen Einwirkungen wie Flugzeugabsturz, Gasexplosionen außerhalb der Anlage und terroristische Angriffe dargestellt.

Im Februar 2012 wurden von den EU-Mitgliedsstaaten drei so genannte Topical Peer Reviews zu den drei Schwerpunktthemen durchgeführt, um die die Ergebnisse der Mitgliedsstaaten durch Expertenteams kritisch zu hinterfragen. In einer zweiten Phase der Peer Reviews wurden dann die jeweiligen Länderberichte als Ganzes diskutiert und bewertet. Im Rahmen dieser Country Reviews war auch das BfS beteiligt, um für einige Länder die Ergebnisse aus den Länderberichten und den Topical Peer Reviews in einer Art Gesamtschau darzustellen. Darin werden z. B. Optimierungen und Nachrüstungen der Anlagen vorgeschlagen. Den Abschluss findet das Verfahren in einem abschließenden Bericht der Europäischen Kommission, der 2012 dem Europäischen Rat zur Beratung vorgelegt und veröffentlicht werden soll.



// NEUE STROMTRASSEN QUER DURCH DEUTSCHLAND

New Power Lines Across Germany

Fachliche Ansprechpartner/innen:

Monika Asmuß (03018 333-2147)
Dirk Geschwentner (03018 333-2148)
Gunde Ziegelberger (03018 333-2142)

Since electricity has been used, low frequency electric and magnetic fields are part of our civilization. Yet – a new high-voltage power line in the vicinity of our own home is seldom appreciated. However, many new 380-kV power lines have to be built until 2020. One reason is the necessity to integrate the increasing amount of power from renewable energy sources into the electricity distribution grids.

The main concern of the BfS in this context is the protection of man and environment against detrimental effects of low frequency fields. Established effects such as the stimulation of nerve and muscle cells are the scientific basis for legal exposure limits which are part of the requirements of the 26th Ordinance on the Implementation of the Federal Emission Control Act (26. BImSchV). But there is also some evidence for possible health-relevant effects below the legal limits, e. g. a slightly but significantly elevated risk for childhood leukaemia, which has consistently been observed in many epidemiological studies, and an increased risk for certain neurodegenerative diseases, however, with a somewhat lower evidence.

The BfS recommends a protection system which includes both exposure limits and precautionary measures. The application of exposure limits to protect against proven effects and precautionary measures to minimize risks of possible, however, by now not scientifically proven effects, The precautionary measures for

the general public include measures to reduce exposure by planning and technical means and further research to minimize scientific uncertainties. The construction of new electrical power lines gives rise to concern in the general public. To provide for transparency about health risks due to electric and magnetic fields, citizens must be clearly informed about scientific knowledge, limit values and exposure data as well as about remaining scientific uncertainties in the risk assessment. Possibilities for communication between involved actors and citizens have to be ensured.

Ob im Haushalt, bei der Arbeit oder unterwegs – seit elektrischer Strom als Quelle zur Beleuchtung, zum Antrieb von Maschinen oder zum Heizen genutzt wird, sind niederfrequente elektrische und magnetische Felder der Stromversorgung Teil unserer Umwelt. Und dennoch: Die neue Hochspannungsleitung im unmittelbaren Lebensumfeld ist selten willkommen. Für das Übertragungsnetz wird ein hoher Neubaubedarf gesehen. Die Notwendigkeit zum Ausbau und Verstärkung der Stromnetze ist auch eine Folge der im Juni 2011 vom Deutschen Bundestag beschlossenen Energiewende und der damit verbundenen Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien an der Stromversorgung. Für das Bundesamt für Strahlenschutz stellen sich in diesem Zusammenhang Fragen nach gesundheitsrelevanten Wirkungen niederfrequenter Felder sowie Aspekten der Risikokommunikation.

Wissenschaftlich nachgewiesene Wirkungen niederfrequenter Felder auf Nerven- und Muskelzellen bilden die Basis für die gesetzlichen Grenzwerte. Doch auch unterhalb der geltenden Grenzwerte werden mögliche gesundheitsrelevante Wirkungen niederfrequenter Felder diskutiert. So gibt es konsistente Hinweise aus epidemiologischen Untersuchungen, dass die magnetischen Felder der Stromversorgung ein möglicher Risikofaktor für Leukämien im Kindesalter sein könnten – auch für bestimmte Erkrankungen des Nervensystems gibt es vereinzelte Hinweise auf einen möglichen

Zusammenhang. Um diesen wissenschaftlichen Unsicherheiten Rechnung zu tragen, empfiehlt das BfS, aus Gründen der Vorsorge Maßnahmen zu ergreifen, um die zusätzlichen Belastungen der Bevölkerung durch den Aus- und Umbau der Stromnetze so gering wie möglich zu halten. Dabei darf aber nicht vergessen werden, dass ein wesentlicher Anteil der Belastungen durch die magnetischen Felder der häuslichen Elektroinstallationen und der Elektrogeräte verursacht wird. Hier bieten sich weitere zum Teil einfache Möglichkeiten an, um Belastungen zu verringern.



Foto: Siegfried Schneider

ELEKTRISCHE UND MAGNETISCHE FELDER - GRUNDLAGEN

Die Stärke des elektrischen Feldes wird in Volt pro Meter (V/m) angegeben. Die **elektrische Feldstärke** ist ein Maß für die Kraft, die auf ruhende elektrische Ladungen ausgeübt wird. Bei sonst unveränderten Bedingungen steigt sie mit der Spannung, die an einer Leitung anliegt.

Magnetfelder treten in der Umgebung von Geräten und Leitungen nur dann auf, wenn Stromkreise geschlossen sind und elektrische Ströme fließen. Die Magnetfeldstärke hängt von der Stromstärke ab. Sie beschreibt die Kraft, die auf bewegte elektrische Ladungen ausgeübt wird. Entgegengesetzt fließende Ströme bewirken entgegengesetzt gerichtete Magnetfelder, die sich teilweise aufheben können. Häufig gibt man statt der Magnetfeldstärke in Ampere pro Meter (A/m) die magnetische Flussdichte in Tesla oder Mikrottesla (T bzw. μT) an. Ein Mikrottesla ist der millionste Teil eines Tesla ($1 \mu\text{T} = 0,000001 \text{T}$).

ELEKTRISCHE UND MAGNETISCHE FELDER

Electric and Magnetic Fields

Grundlagen

Seit Werner von Siemens in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts das Prinzip des Elektrodynamos entwickelte, ist die Elektrizität in alle Lebensbereiche des Menschen vorgedrungen. In Industrie, Verkehr, Forschung und Medizin und natürlich in jedem Haushalt finden sich elektrisch betriebene Maschinen und Geräte.

Die meisten dieser Geräte nutzen Wechselstrom mit einer Spannung von 230 oder 400 Volt (V) und einer Frequenz von 50 Hertz (Hz). Im Stromnetz der Deutschen Bahn beträgt die Frequenz 16,7 Hz. Die Leitungen, durch die der Strom fließt, sind dabei stets von elektrischen und magnetischen Feldern der jeweiligen Betriebsfrequenzen umgeben. Da sich die Frequenzen im unteren Bereich des elektromagnetischen Spektrums befinden, werden die entstehenden Felder als „niederfrequent“ bezeichnet. Gleichstromleitungen, die als Alternativen zu den seit langem bekannten, mit Wechselstrom betriebenen Freileitungen für die Übertragung elektrischer Energie über weite Entfernung diskutiert werden (Hochspannungs-Gleichstromübertragung, HGÜ), sind von zeitlich konstanten, so genannten Gleichfeldern oder statischen Feldern umgeben. Zeitlich konstante Felder treten ansonsten zum Beispiel bei Permanentmagneten und in der medizinischen Diagnostik bei Magnet-Resonanz-Tomographen (MRT) auf. Auch das natürliche Erdmagnetfeld ist über sehr große Zeiträume ein Gleichfeld.

Grundsätzlich verringern sich sowohl statische als auch niederfrequente elektrische und magnetische Feldstärken mit der Entfernung von den Feldquellen. Elektrische Felder werden zudem durch Baumaterialien von Gebäuden und durch das Erdreich gut abgeschirmt. Daher sind künstliche elektrische Felder aus Sicht des Strahlenschutzes nur in der Umgebung von elektrischen Maschinen und Geräten relevant sowie, wenn es um den Transport oder die Verteilung elektrischer Energie geht, im Freien und nur in der Umgebung von Freileitungen. Hauswände können elektrische Felder, die von außen wirken, zum Beispiel um mehr als 90 Prozent

abschwächen. Magnetfelder werden hingegen kaum abgeschwächt. Sie können in Gebäude eindringen. Anders als elektrische Felder sind sie nur mit großem Aufwand abzuschirmen und können demzufolge auch im Trassenbereich erdverlegter Kabel in einem für den Strahlenschutz relevanten Maße auftreten.

Energieversorgung

Bei den Anlagen der öffentlichen Elektrizitätsnetze sind die höchsten Feldstärken direkt unter Freileitungen (FL) und direkt über erdverlegten Kabeln (EK) zu finden. Mit seitlichem Abstand zu den Trassen nehmen sie ab. Weil Magnetfelder ursächlich mit den fließenden elektrischen Strömen verbunden sind, schwanken die Magnetfeldstärken entsprechend der transportierten Strommenge z. B. tages- oder jahreszeitabhängig. Neben der Stromstärke sind aber eine Reihe weiterer konstruktiver und betrieblicher Parameter für die Feldverteilung in der Umgebung von elektrischen Energieversorgungsstrassen ausschlaggebend (s. nachfolgende Tabelle).

	Freileitung	Erdkabel
Masthöhen	x	
Verlegetiefen		x
Mastabstände	x	
Mastkonstruktionen	x	
Anordnung von Phasenleitungen einzelner Stromkreise	x	x
Anzahl und Anordnung von Erdseilen	x	

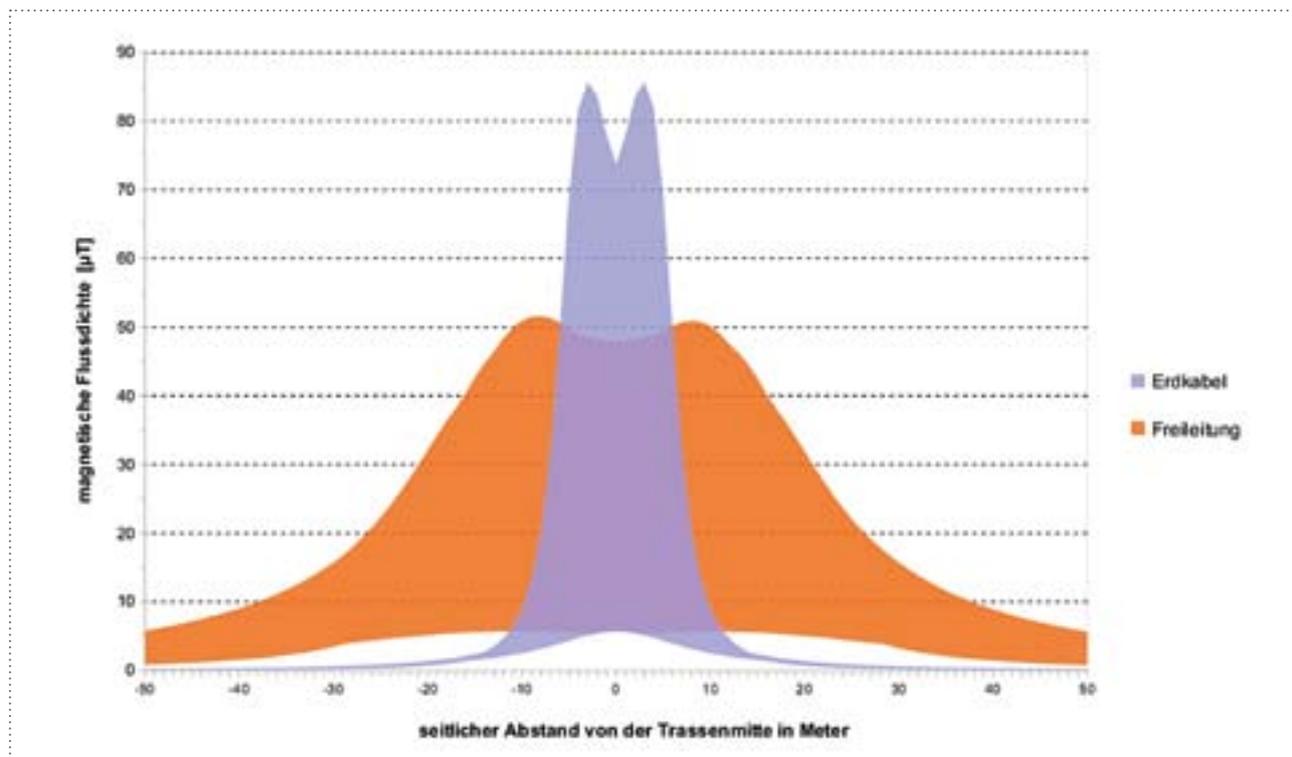
Bei Freileitungen kommen die stromführenden Leiterseile üblicherweise in der Spannungsmittelpunkt zwischen zwei Masten dem Erdboden am nächsten. An diesen Orten sind daher häufig die insgesamt höchsten Feldstärken zu erwarten. Der

Leiteseildurchhang ist nicht konstant. Er kann mit der transportierten Strommenge aufgrund von Erwärmung durch Stromwärmeverluste zunehmen. Der geringere Abstand zum Boden führt dann zu einem weiteren Anstieg der Feldstärkewerte. Im Sommer ist bei hohen Außentemperaturen ebenfalls mit einem größeren Durchhang der Leiterseile zu rechnen, während im Winter Eisbehang den gleichen Effekt haben kann. Die Betriebsspannungen einzelner Stromkreise schwanken im Unterschied zur Stromstärke kaum, sodass die Verteilung des elektrischen Feldes praktisch nur mit dem Leiteseildurchhang und gegebenenfalls mit einer sich jahreszeitlich ändernden Vegetation im Trassenbereich variiert. Bei erdverlegten Kabeln treten solche Effekte nicht auf.

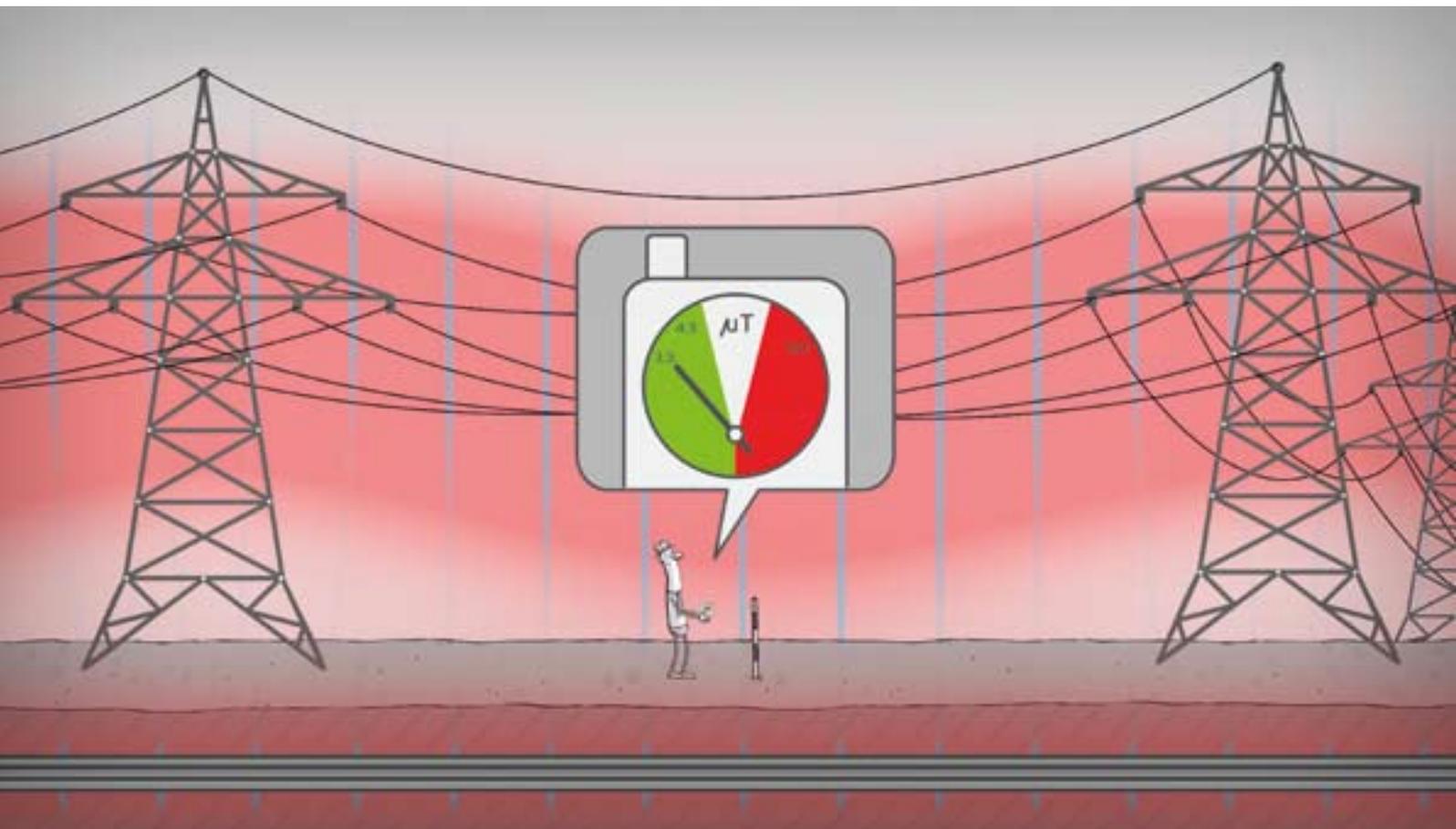
Im Vergleich zu Freileitungen nehmen die Magnetfelder bei Erdkabeln mit zunehmendem seitlichen Abstand zur Trasse deutlich früher und schneller ab. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, dass die einzelnen Kabel eines Drehstromsystems deutlich kompakter unterirdisch verlegt werden können, als dies die gängigen Aufhängekonstruktionen der Freileitungsmasten ermöglichen.

Um die von Transportleitungen verursachten Immissionen in Relation zu Hintergrundfeldstärken durch andere Quellen zu setzen, wurden auch Magnetfelder in Wohnungen gemessen, die weit entfernt von Freileitungen und Erdkabeln der Hoch- und Höchstspannungsebene liegen. In einem Mindestabstand von 1 m zu hausinternen Feldquellen (mit Netzstrom betriebene Geräte, Elektroleitungen in Wänden und Decken) lagen die magnetischen Flussdichten zwischen 0,01 und 0,08 μT . Ähnliche Werte fanden sich unter den aktuellen, zum Zeitpunkt der Messung herrschenden Lastzuständen erst bei Abständen von über etwa 45 bis 170 m zu Trassenmitten von 380-kV-Freileitungen. Bei maximaler Anlagenauslastung können größere Abstände nötig sein. Bei den untersuchten 380-kV-Erdkabel-Trassenabschnitten wurden mittlere Immissionswerte in dieser Größenordnung bereits in Abständen über etwa 20 bis 35 m nicht mehr überschritten.

Die Informationen über Immissionen in der Umgebung von 380-kV-Erdkabeltrassen basieren zum Teil auf Messdaten und zum anderen Teil auf Ergebnissen von Simulationsrechnungen auf Grund-



Magnetische Flussdichten in 1 m Höhe über dem Erdboden an 380-/220-kV-Freileitungen und Erdkabeltrassen in Abhängigkeit vom Abstand von der Trassenmitte. Gezeigt sind die Wertebereiche, in denen bei den untersuchten Trassen unter maximalen Betriebsbedingungen die Höchstwerte der zu erwartenden magnetischen Flussdichten variieren. Die Darstellung basiert auf Daten des ECOLOG-Instituts, das in einem vom BfS geförderten Forschungsvorhaben an unterschiedlichen Freileitungs- und Erdkabeltrassen Immissionsmessungen durchgeführt hat und die Messdaten mittels Simulationsrechnungen auf maximale Betriebsbedingung (maximaler Strom) extrapoliert hat.



UNTERSUCHUNGEN ZU FELDSTÄRKEN IN DER UMGEBUNG VON FREILEITUNGEN UND ERD-KABELN

Daten über Immissionen in der Umgebung von Freileitungen und Erdkabeln der Hoch- und Höchstspannungsebene (50-Hz-Drehstromsysteme mit Nennspannungen von 110 bis 380 kV) wurden zum Beispiel in einem 2009 abgeschlossenen Untersuchungsvorhaben des BFS ermittelt. Der vollständige Abschlussbericht kann von der Internetadresse <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0221-201011153619> heruntergeladen werden.

Bei Messungen an 380-kV-Freileitungen wurde in der Mitte zwischen benachbarten Masten der Grenzwert für die elektrische Feldstärke von 5 kV/m erreicht und auch kleinräumig überschritten. Maximal wurden etwa 6 kV/m gemessen, die bei größerem Durchhang der Leiterseile gemäß durchgeführter Simulationsrechnungen bis auf 9 kV/m ansteigen können.

Bei den untersuchten Freileitungen der niedrigeren Spannungsebenen (220 kV und 110 kV) wurden dagegen keine Überschreitungen des Grenzwerts von 5 kV/m festgestellt.

Die höchsten Werte für die magnetische Flussdichte wurden unter 380-kV-Freileitungen und über 380-kV-Erdkabeln gemessen. Sie betrugen in einer Messhöhe von 1 m über dem Erdboden 4,5 beziehungsweise 3,5 μT , lagen damit in der gleichen Größenordnung und jeweils deutlich unter dem Grenzwert von 100 μT . Der zum Zeitpunkt der Messung auf den Leitungen fließende Strom wurde bei den jeweiligen Betreibern der Leitungen abgefragt und die gemessenen Immissionen wurden auf den Zustand hochgerechnet, der bei maximalem Betriebsstrom auftreten kann.

Auch unter der Bedingung der maximalen Anlagenauslastung würde demnach der Grenzwert für die magnetische Flussdichte bei den untersuchten Anlagen in einer Messhöhe von 1 m nicht erreicht. Dicht über dem Erdboden in 0,2 m Höhe wären bei einer der Erdkabeltrassen bei maximalem Betriebsstrom bis zu 168 μT zu erwarten.

lage planerischer Daten. Ein Grund hierfür ist, dass 380-kV-Erdkabeltrassen in Deutschland bislang sehr selten sind. So waren in Deutschland im Jahr 2008 weniger als 70 der über 20.000 Kilometer 380-kV-Leitungen als Erdkabel ausgeführt¹. Auf den niedrigeren Spannungsebenen der Verteilnetze und für Haus- und Gewerbeanschlüsse werden Erdkabel im Vergleich dazu sehr viel häufiger eingesetzt.

Auch für die im Zusammenhang mit dem Netzausbau alternativ zu Drehstromsystemen diskutierten Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungssysteme (HGÜ) liegen bislang erst wenige Daten über Immissionen und Expositionen vor. Gleichstromsysteme

haben gegenüber Wechselstromsystemen beim Transport elektrischer Energie über weite Entfernungen einige technische Vorzüge. So treten bei Gleichstromsystemen zum Beispiel keine kapazitiven Verluste durch den für Wechselstromsysteme charakteristischen ständigen Wechsel der Stromflussrichtung auf. Kabel für Gleichstrom-Übertragungen kommen mit einfacheren Isolierungen aus und nutzen auch die Leiterquerschnitte besser aus. In Europa wird die Gleichstrom-Übertragungstechnik, abgesehen von Kurzkupplungen zur Verbindung von Netzen, bislang ausschließlich für Seekabelverbindungen verwendet.

STRAHLENSCHUTZ BEIM AUSBAU DER STROMNETZE

Radiation Protection Measures and Recommendations in Connection with the Expansion of the Power Line Grid

Elektrische und magnetische Felder können im menschlichen Körper oberhalb von frequenzspezifischen Schwellenwerten Nerven- und Muskelzellen erregen. In Abhängigkeit von der Höhe der Feldbelastung können biologische Wirkungen bis hin zu akuten Gesundheitsschäden auftreten. Vor diesen seit Jahrzehnten bekannten gesundheitlichen Risiken schützen die in Deutschland seit 1997 geltenden Grenzwerte der 26. Bundes-Immissionsschutzverordnung (26. BImSchV).

Feldstärken im Bereich der Grenzwerte sind im Alltag jedoch selten. Nur in unmittelbarer Nähe von Hochspannungsfreileitungen der höchsten Spannungsebene (in Deutschland 380 kV) kann der Grenzwert für die elektrische Feldstärke von 5 kV/m überschritten werden. Es ist jedoch auch unter diesen Umständen mit keinen akuten Wirkungen zu rechnen, da der Grenzwert gemäß internationalen Empfehlungen deutlich unterhalb der gut bekannten Wirkschwelle festgelegt wurde. Die magnetischen Feldstärken in der Umgebung von Hochspannungsleitungen hängen von den in den Leitungen fließenden Strömen ab und unterliegen daher tages- und jahreszeitlichen Stromschwankungen. Im Gegensatz zur elektrischen Feldstärke wird der Grenzwert für die magnetische Flussdichte (von derzeit 100 μ T) selbst bei Vollast nicht erreicht. Abgesehen von Hochspannungsleitungen können im Zusammenhang mit der Energieversorgung

auch im häuslichen Bereich Expositionen in Grenzwertnähe erreicht werden, meist jedoch kurzzeitig und nur in unmittelbarer Nähe bei gleichzeitigem Gebrauch einiger Haushaltsgeräte.

Abgesehen von den bekannten akuten Wirkungen vergleichsweise hoher Feldstärken, wurde in wissenschaftlichen Studien auch nach möglichen Langzeiteffekten von schwachen niederfrequenten Feldern gesucht. Experimentelle Studien am Menschen, am Tiermodell und an Zellkulturen konnten bisher keine gesundheitsrelevanten Wirkungen selbst bei langfristigen oder wiederkehrenden Expositionen unterhalb der bestehenden Grenzwerte nachweisen. Demgegenüber gibt es jedoch eine Reihe von epidemiologischen Beobachtungsstudien, die für Kinder bei häuslichen Magnetfeldstärken von über 0,3 - 0,4 μ T konsistent ein erhöhtes Risiko zeigen, an Leukämie zu erkranken. Auf Grund dieser statistischen Assoziation und der Konsistenz der Befunde wurden „niederfrequente Magnetfelder“ bereits 2001 von der Internationalen Agentur für Krebsforschung (IARC) als „möglicherweise kanzerogen“ eingestuft. Die daraufhin initiierten experimentellen Studien (am Tiermodell und in Zellkulturen) konnten die epidemiologischen Befunde nicht bestätigen und lieferten keine Hinweise auf mögliche Wirkmechanismen. Sollte die beobachtete Assoziation tatsächlich kausal sein,

¹ Statistisches Jahrbuch 2009 des "European Network of Transmission System Operators for Electricity"

wäre etwa 1 % der Leukämien im Kindesalter auf Magnetfeldexposition (vor allem im häuslichen Bereich) zurückführbar. Das BfS sieht hier weiteren Klärungs- und Forschungsbedarf. Im Jahr 2010 wurde auf Initiative des BfS eine Forschungsagenda zur Ursachenklärung von Leukämien im Kindesalter in Zusammenarbeit mit Experten erarbeitet. Erste Forschungsvorhaben aus der Agenda wurden begonnen. Für die Umsetzung des gesamten Forschungsprogramms werden das Bundesumweltministerium und andere zuständigen Ministerien eingebunden.

In den letzten Jahren lieferten auch einzelne epidemiologische Studien zu neurodegenerativen Erkrankungen schwache Hinweise auf einen statistischen Zusammenhang von erhöhter Magnetfeldexposition und neurodegenerativen Erkrankungen, vor allem Alzheimer-Demenz und amyotrophe Lateralsklerose (ALS). Diesen Hinweisen geht das BfS durch geeignete Forschungsvorhaben derzeit nach. Es fördert das Forschungsvorhaben „Auswirkungen niederfrequenter elektromagnetischer Felder auf die Entstehung und den Verlauf

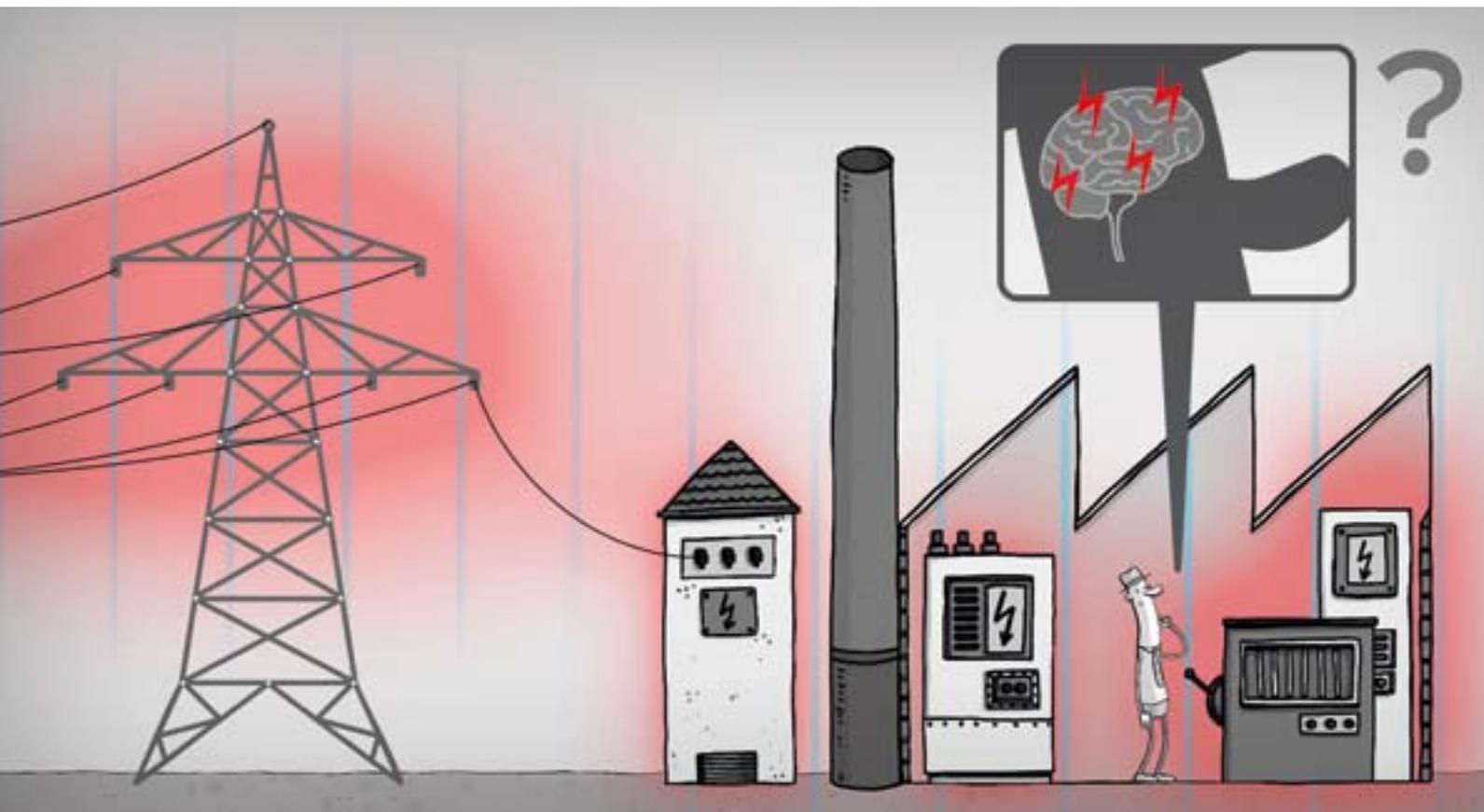
von neurodegenerativen Erkrankungen im experimentellen Modell“ an der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz. Darin soll geprüft werden, ob die Beobachtungen aus epidemiologischen Studien in kontrollierten Laborversuchen an genetisch veränderten, so genannten transgenen Mäusen mit Defekten in den an Alzheimer und ALS beteiligten Genen, bestätigt werden können und ein Wirkmechanismus gefunden werden kann.

Neben dem Netzbetrieb mit Dreiphasenwechselstrom besteht die Möglichkeit, elektrische Energie mittels Gleichstrom und Gleichspannung zu übertragen. Die nachgewiesenen Wirkungen der entstehenden Gleichfelder unterscheiden sich von denen der Wechselfelder ebenso wie die zum Schutz der Gesundheit international empfohlenen Grenzwerte. Bis zu sehr hohen Feldstärken, die in der Umgebung von Leitungen nicht zu erwarten sind, sind derzeit keine gesundheitsrelevanten akuten Wirkungen durch Gleichfelder bekannt. Insgesamt gibt es allerdings wenig gute wissenschaftliche Studien zu diesem Thema.

LEUKÄMIEN IM KINDESALTER

Etwa 1/3 der Krebserkrankungen bei Kindern unter 15 Jahren entfallen auf Leukämien. Von 100.000 Kindern der Altersgruppe 0 bis 15 Jahren erkranken 4 bis 5 pro Jahr an Leukämie. Nach dem derzeitigen Kenntnisstand wird ein erster Schaden an den blutbildenden Stammzellen bereits pränatal, d. h. vor der Geburt gesetzt und ein oder mehrere weitere postnatale Schäden transformieren die Vorläuferzellen (so genannte präleukämische Clone) zu Leukämiezellen. Die genauen Ursachen der meisten Leukämien sind nach wie vor unbekannt. Ionisierende Strahlung ist einer der wenigen gesicherten Risikofaktoren, wobei noch erhebliche wissenschaftliche Unsicherheiten zu chronischen Expositionen bei vergleichsweise niedrigen Dosen (häusliche Radonkonzentrationen, Nähe zu Kernkraftwerken, ...) bestehen. Während epidemiologische Studien zu hochfrequenten elektromagnetischen Feldern, wie sie z. B. rund um leistungsstarke Radio- und Fernsehsender auftreten, keine Hinweise auf einen Ursache-Wirkungs-Zusammenhang lieferten, haben auch neuere Studien zu niederfrequenten Magnetfeldexpositionen konsistent eine statistisch signifikante Assoziation

bei zeitlich gemittelten Feldstärken von ca. 0,3 - 0,4 μT unterstützt. Neben ionisierender und nichtionisierender Strahlung werden v. a. Pestizide wie auch einige andere Chemikalien als Risikofaktoren verdächtigt, allerdings sind auch hier die beobachteten Risikoerhöhungen klein. Relativ konsistent sind die Daten zu einer Risikoerhöhung bei erhöhtem Geburtsgewicht. Zugrunde liegt die Hypothese, dass ein Überschuss an Wachstumsfaktoren zu verstärkten Proliferationsprozessen im blutbildenden System führt. In diesem Zusammenhang wird auch die Rolle von Folsäure, Diät, Alter der Mutter und Sozialstatus überprüft, eindeutige Ergebnisse liegen aber nicht vor. Insgesamt unterstützt die vorliegende komplexe Datenlage die Hypothese, dass der Ausbruch der Erkrankung mit einer Dysregulation des Immunsystems zusammenhängt. Das in Industrieländern ausgeprägte Maximum der Erkrankung unter 2- bis 5-jährigen Kindern geht wesentlich auf die akute lymphatische Leukämie (ALL) zurück, bei der seit Jahren als Risikofaktor eine ungenügende oder verspätete Aktivierung der kindlichen Immunabwehr (Isolation, zu wenig Sozialkontakte, „Überhygiene“) vermutet wird.



NEURODEGENERATIVE ERKRANKUNGEN

Neurodegenerative Erkrankungen sind meist langsam fortschreitende Erkrankungen des Nervensystems mit fortschreitendem Verlust von Nervenzellen, die häufig zu Demenz und/oder Bewegungsstörungen führen. Einzelne epidemiologische Studien deuten darauf hin, dass einige neurodegenerative Erkrankungen verstärkt bei starker beruflicher Exposition mit niederfrequenten elektrischen und magnetischen Feldern auftreten. Eine Meta-Analyse berichtet aufgrund von 14 ausgewerteten Kohorten- und Fall-Kontroll-Studien über ein erhöhtes Risiko beruflich exponierter Personen, an der Alzheimer-Demenz zu erkranken. Eine weitere Studie an der Bevölkerung der Schweiz zeigt bei Personen, die in einer Entfernung von weniger als 50 Metern zu einer Hochspannungsleitung (220 - 380 Kilovolt) wohnen, ein erhöhtes Risiko für die Alzheimer-Krankheit. Das Risiko steigt zusätzlich mit der Wohndauer.

Eine andere aktuelle Übersichtsarbeit hat 13 epidemiologische Studien ausgewertet und erkennt einen konsistenten Zusammenhang zwischen amyotropher Lateralsklerose (ALS) - einer Erkrankung des Nervensystems mit fortschreitender und irreversibler Schädigung der Nervenzellen, die für die Muskelbewegungen verantwortlich sind - und beruflicher Exposition mit niederfrequenten elektrischen und magnetischen Feldern. Insgesamt scheint es vor allem bei der Alzheimer-Erkrankung und der ALS, nicht aber bei der Parkinson-Krankheit und der multiplen Sklerose einen statistischen Zusammenhang zu geben. Ob die Erkrankungen tatsächlich ursächlich mit niederfrequenten elektrischen und magnetischen Feldern zusammenhängen und welche Wirkmechanismen zugrunde liegen, ist bislang nicht geklärt.

GRENZWERTE UND VORSORGE

Dose Limits and Precautionary Measures

Da die elektrischen und magnetischen Felder der Stromversorgung einerseits erst oberhalb bestimmter Schwellenwerte nachgewiesene gesundheitlich relevante Wirkungen im Körper auslösen, andererseits aber auch unterhalb dieser Schwellen konsistente wissenschaftliche Hinweise auf mögliche gesundheitliche Risiken vorliegen, setzt sich das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS, www.bfs.de) seit langem für ein Schutzkonzept ein, welches die Einhaltung der Grenzwerte und Vorsorgemaßnahmen einschließt.

Gesetzlich verankerte Grenzwerte nach dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik sollen vor allen bestätigten Gesundheitsgefahren sicher schützen. Die wissenschaftliche Grundlage bei der Festlegung von Grenzwerten bilden internationale und nationale Risikobewertungen und Empfehlungen, z. B. der deutschen Strahlenschutzkommission (SSK, www.ssk.de) sowie anerkannter internationaler Institutionen wie der Weltgesundheitsorganisation (WHO, www.who.int/peh-emf/en/) und der Internationalen Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung (ICNIRP, www.icnirp.net).

Vorsorgemaßnahmen sollen unterhalb der Grenzwerte mögliche, bisher aber wissenschaftlich nicht bestätigte weitere Gesundheitsrisiken minimieren. Zu diesen Maßnahmen gehört insbesondere, dass Grenzwerte nicht ausgeschöpft werden, sondern Expositionen unter Beachtung von Nutzen und Risiko möglichst minimiert werden und dass bestehende Unsicherheiten in der wissenschaftlichen Risikobewertung verringert werden, indem zielgerichtet Forschung initiiert und vorangetrieben wird. Des Weiteren müssen die Öffentlichkeit und Entscheidungsträger über die Grundlagen und die Erkenntnisse der wissenschaftlichen Risikobewertungen und die tatsächlichen Expositionen informiert werden.

Als anerkanntes Kooperationszentrum der WHO stützt sich das BfS auch bei der Bewertung der Wirkungen elektrischer und magnetischer Felder auf deren Risikobewertung ab. Die daraus abgeleiteten Empfehlungen der ICNIRP zur Begrenzung der Exposition von Menschen durch Gleichfelder und durch niederfrequente elektrische und magnetische Felder wbeschreiben den aktuellen Stand der Wissenschaft. In Deutschland gelten Grenzwerte, die in der 26. Verordnung zum Bundes-Immissionenschutzgesetz festgeschrieben sind (Tabelle unten). Diese beziehen sich im Bereich der Stromtrassen auf Immissionen durch Freileitungen und Erdkabel mit einer Frequenz von 50 Hz und einer Spannung von 1.000 V, durch Elektromospannanlagen einschließlich der Schaltfelder mit einer Frequenz von 50 Hz und einer Oberspannung von 1.000 Volt oder mehr und durch Bahnstromfern- und Bahnstromoberleitungen einschließlich der Umspann- und Schaltanlagen mit einer Frequenz von 16,7 Hz oder 50 Hz. Grenzwerte für Gleichstromfelder sind derzeit einer Novellierung der Verordnung vorbehalten.

Das BfS schlägt zur Ergänzung der Grenzwerte zwingend Vorsorgemaßnahmen vor. Eine Reduzierung kann in einfacher Weise dadurch erreicht werden, dass neue Stromtrassen geeignete Abstände zur Wohnbebauung einhalten. Wo dies nicht möglich ist, können diese Abstände unterschritten werden, wenn der Betreiber nachweist, dass die genannte Anforderung an die Vorsorge durch sonstige Maßnahmen erreicht wird. Aus Gründen der Realisierbarkeit des Leitungsausbaus ist für einzelne Wohngebäude oder andere umbaute Aufenthaltsorte außerhalb geschlossener Baugebiete eine Ausnahmeregelung in Erwägung zu ziehen. Auch hier sind Expositionen, soweit fachlich sinnvoll und machbar, zu reduzieren.

Frequenz	Grenzwert der elektrischen Feldstärke	Grenzwert der magnetischen Flussdichte
16,6 Hz	10 kV/m	300 µT
50 Hz	5 kV/m	100 µT

Grenzwerte der 26. BImSchV. Bei Anlagen der elektrischen Energieversorgung empfiehlt das BfS eine Begrenzung der Immissionen auf Basis der von der ICNIRP abgeleiteten Referenzwerte. Diese Begrenzung soll bei maximaler Anlagenauslastung und unter Berücksichtigung von Immissionen anderer Quellen an allen Orten gültig sein, an denen sich Personen auch nur kurzzeitig aufhalten können.



Unterhalb der Grenzwerte sind unvermeidbare Expositionen aus Gründen der Vorsorge nach dem Stand der Technik zu minimieren. Das kann zum Beispiel durch geeignete Abstände erreicht werden. Eine andere technische Maßnahme besteht darin, die Einzelleiter so anzuordnen, dass sich die Magnetfelder größtenteils kompensieren.

TRANSPARENZ DURCH INFORMATION, KOMMUNIKATION UND BETEILIGUNG

Transparency through Information, Communication and Participation

Der Ausbau des Stromnetzes sorgt derzeit für große Aufmerksamkeit in der Öffentlichkeit. Untersuchungen haben gezeigt, dass die Bevölkerung die Energiewende in Deutschland grundsätzlich bejaht und die prinzipielle Notwendigkeit des Netzausbaus auch in potenziell betroffenen Gemeinden anerkannt wird. Aber der tatsächliche Bau neuer Stromleitungen wird teilweise negativ bewertet. Dabei spielt neben den erwarteten landschaftlichen Effekten die Sorge um gesundheitliche Beeinträchtigungen durch die niederfrequenten Felder der Leitungen eine Rolle. Eine Studie des BfS hat gezeigt, dass möglichen gesundheitlichen Auswirkungen im Zusammenhang mit Hochspannungsleitungen in der Bevölkerung insgesamt ein eher niedriger Stellenwert beigemessen wird. Dieser wird aber verständlicherweise umso höher, je näher Personen bei bereits bestehenden oder geplanten Hochspannungsleitungen wohnen. Insgesamt zeigt sich aber, dass über 80 % der Personen, die

angeben, in der Nähe einer Hochspannungsleitung zu wohnen, dieser keine gesundheitsschädliche Bedeutung beimessen.

Es ist ein zentrales Anliegen des BfS, die Bedenken besorgter Bürger ernst zu nehmen, darauf zu reagieren und die Möglichkeit zur Diskussion anzubieten. Dabei sieht es das BfS als seine Aufgabe an, Informationen über die mit dem Ausbau des Stromnetzes verbundenen Strahlenschutzaspekte verständlich, nachvollziehbar und transparent zur Verfügung zu stellen. Im Mittelpunkt steht dabei der wissenschaftliche Kenntnisstand zu gesundheitlichen und technischen Aspekten wie z. B. über die Immissionen durch Hochspannungsleitungen und häusliche Einrichtungen (Elektroinstallationen, Haushaltsgeräte) sowie die Herleitung und Bedeutung von Grenzwerten und Vorsorgemaßnahmen. Ebenso setzt sich das BfS zusammen mit anderen Akteuren dafür ein, dass der

Prozess des Ausbaus des Stromnetzes stärker als bisher für die Öffentlichkeit nachvollziehbar wird und Planungen bzw. mögliche Alternativen hinsichtlich der Trassenführung oder der Wahl der Leitungsart frühzeitig kommuniziert und begründet werden. Nach Möglichkeit sollen Bürgerinnen und Bürger frühzeitig und stärker in Entscheidungsprozesse einbezogen werden. Gerade zu Beginn der Planungsphase des Netzausbaus bestehen die größten Möglichkeiten, den unterschiedlichen Schutzbelangen möglichst weitgehend Rechnung zu tragen. Das BfS hat im Jahr 2011 eine neue Internet-Themenseite „Strahlenschutz beim Ausbau der Stromnetze“ erstellt, auf der die wichtigsten Informationen übersichtlich dargestellt werden (www.bfs.de/de/elektro/netzausbau). Ebenso wurde eine Broschüre mit dem gleichen Titel herausgegeben, die kompakt einen schnellen Einblick in die zentralen Themenfelder des Strahlenschutzes bietet (www.bfs.de/de/bfs/publikationen/broschueren/elektromagnetische_felder). Insbesondere für die Beschäftigten im öffentlichen Gesundheitsdienst engagiert sich das BfS in der Zeitung UMID: Umwelt und Mensch - Informa-

tionsdienst. Der Artikel „Ausbau der Stromübertragungsnetze aus Sicht des Strahlenschutzes“ stieß auf sehr großes Interesse (Heft 03/2011, S. 5-12, www.umweltbundesamt.de/umid/archiv/umid0311.pdf).

Im Oktober 2011 führte das BfS das Fachgespräch „Ausbau des Stromnetzes: Strahlenschutz, Information, Beteiligung“ durch. Etwa 35 Teilnehmer aus Behörden, Wissenschaft und Industrie sowie Vertreter von Bürgerinitiativen diskutierten nach Vorträgen und Impulsreferaten über Themen wie Konsequenzen aus dem geplanten Netzausbau für den Strahlenschutz, technische Möglichkeiten und Grenzen und deren Bedeutung für die Strahlenexposition sowie über Möglichkeiten und Grenzen von (Risiko-) Kommunikation und Beteiligung. Weitere Informationen sowie die Vorträge sind auf der Internetseite www.bfs.de/de/elektro/netzausbau/informationen/Fachgespraech_Ergebnisse.html einzusehen. Auch über dieses Fachgespräch wurde im UMID berichtet (Heft 4/2011, S. 59-63, www.umweltbundesamt.de/umid/archiv/umid0411.pdf).



Grundsätzlich verringern sich sowohl statische als auch niederfrequente elektrische und magnetische Feldstärken mit der Entfernung von den Feldquellen.



Castorbehälter im Brennelement-Zwischenlager Ahaus

// AUF DER SUCHE – ENTSORGUNG RADIOAKTIVER ABFÄLLE IN DEUTSCHLAND

Still in Search – Management of Radioactive Wastes in Germany

AKTUELLE FRAGEN ZUR ENTSORGUNG RADIOAKTIVER ABFÄLLE IN DEUTSCHLAND

Current Topics in Connection with Radioactive Waste Management in Germany

DIE ENDLAGERUNG RADIOAKTIVER ABFÄLLE IM FOKUS DER ÖFFENTLICHEN DISKUSSION

Disposal of Radioactive Waste in the Focus of Public Discussion

Fachlicher Ansprechpartner:

Achim Thömmes (03018 333-1127)

On account of the history of radioactive waste disposal in Germany, of the knowledge of the potential risk and the omnipresent problem of having to ensure a safe disposal of radioactive waste, the search for and the determination of a site for a repository for heat-generating radioactive waste have become a key task throughout the society in Germany. The repository issue still unsolved requires an urgent solution now. After years of deadlock, life has been injected into the search for a best suitable repository site in Germany. There is a consensus in the population that a repository site must be selected as a result of a solid scientific evaluation including participation of the public.

Der Blick auf die Geschichte der Endlagerung radioaktiver Abfälle in Deutschland, das Wissen über das Gefährdungspotenzial und die Problematik, eine sichere Aufbewahrung radioaktiver Abfälle

für sehr lange Zeiträume gewährleisten zu müssen, haben die Standortsuche und Standortbestimmung für ein Endlager für Wärme entwickelnde radioaktive Abfälle in Deutschland zu einer gesellschaftsübergreifenden Aufgabe ersten Ranges gemacht.

Nachdem durch das Gesetz zur Änderung des Atomgesetzes vom 31. Juli 2011 ein nationaler Konsens über die Beendigung der friedlichen Nutzung der Kernenergie erzielt wurde, sollte nach den Plänen der Bundesregierung auch die Entsorgung der Wärme entwickelnden radioaktiven Abfälle im Konsens gelöst werden und die Suche nach einer Lösung für den sicheren Verbleib der radioaktiven Abfälle im nationalen Konsens zwischen Bund und Ländern, Staat und Gesellschaft, Parteien sowie der Bevölkerung erfolgen.



Auch nach dem Verschluss eines Endlagers und dem Abbau der Übertage-Anlagen müssen die Informationen zum Standort für spätere Generationen zugänglich bleiben.

In Gesprächen zwischen Bund und Ländern unter Leitung des Bundesumweltministeriums entwickelt eine Bund-Länder-Arbeitsgruppe ein Verfahren zur Standortfindung für ein Endlager für Wärme entwickelnde Abfälle, welches Bundestag und Bundesrat zum Beschluss über ein Standortauswahlgesetz vorgeschlagen werden soll. Erste Eckpunkte wurden am 15. Dezember 2011 festgelegt.

Das Bundesamt für Strahlenschutz hat zur Gewährleistung einer sicheren Endlagerung bereits seit vielen Jahren die Diskussion zu den Standards in der wissenschaftlichen Diskussion mitbestimmt und seine fachliche Kompetenz in der Endlagerfrage bewiesen. Die Expertisen des Bundesamtes für Strahlenschutz finden ihren Niederschlag in der aktuellen politischen und gesellschaftlichen Diskussion. Zu den langjährigen Empfehlungen des BfS zum Thema Endlagerung zählen:

- Es gibt kein Wirtsgestein, das grundsätzlich immer die größte Endlagersicherheit gewährleistet. Für alle in Deutschland relevanten Wirtsgesteine (Ton, Salz, Granit) können angepasste Endlagerkonzepte entwickelt werden. Ein bestmöglicher Standort kann nur auf der Grundlage eines Standortvergleiches und anhand vorher festgelegter Kriterien ermittelt werden.
- Die Endlagerfrage kann nur im gesellschaftlichen Konsens gelöst werden. Als Voraussetzung für einen gesellschaftlichen Konsens bedarf es einer Begrenzung der Laufzeiten für die Kernkraftwerke.

- Die Endlagersuche muss vom Grundsatz eines transparenten Verfahrens getragen sein.
- Die Entsorgung der radioaktiven Abfälle ist eine nationale Aufgabe, die nicht nachfolgenden Generationen aufgebürdet werden darf.
- Radioaktive Abfälle sollten in tiefen geologischen Schichten und nicht rückholbar sicher endgelagert werden – für die Endlagerung verwendete Abfallbehälter müssen mindestens 500 Jahre intakt bleiben, um die Abfälle im Notfall bergen zu können.
- Maßnahmen zur Sicherstellung der Möglichkeit zu Rückholung oder Bergung dürfen die passiven Sicherheitsbarrieren und damit die Langzeitsicherheit eines Endlagersystems nicht beeinträchtigen.
- Eine dauerhaft rückholbare Endlagerung von radioaktiven Abfällen ist mit Abstrichen bei der Sicherheit verbunden und wird vom BfS nicht befürwortet.

Tatsache ist: Mit der Diskussion zur weiteren Vorgehensweise bei der Endlagerung steht das BfS im Fokus der Öffentlichkeit. Dies spiegelt sich in der Aufmerksamkeit in den Medien wider. Ebenso werden die Endlagerprojekte Asse, Konrad und Morsleben sowie das Erkundungsbergwerk Gorleben täglich regional und regionenübergreifend wahrgenommen. Das in vielen Jahren erworbene Vertrauen der Bevölkerung in das BfS und dessen

fachliche Kompetenzen gelten in der Bevölkerung als unstrittig. Diese Kontinuität gilt es zu bewahren.

Das BfS setzt sich für einen Dialog mit der Bevölkerung sowie für transparente und nachvollziehbare Entscheidungen bei der Endlagerung radioaktiver Abfälle ein, die im Zeichen der Verantwortung in der Atompolitik stehen. Anlagen für die Endlagerung radioaktiver Abfälle einzurichten und zu betreiben, ist eine staatliche Aufgabe, für die das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) zuständig ist. Das BfS steht zu seiner Verantwortung und stellt sich diesen Anforderungen.

DIE DERZEITIGEN AKTEURE UND IHRE ROLLE BEI DER ENDLAGERUNG

Current Players and their Roles in the Area of Radioactive Waste Management

Fachlicher Ansprechpartner:

Michael Müller (03018 333-1720)

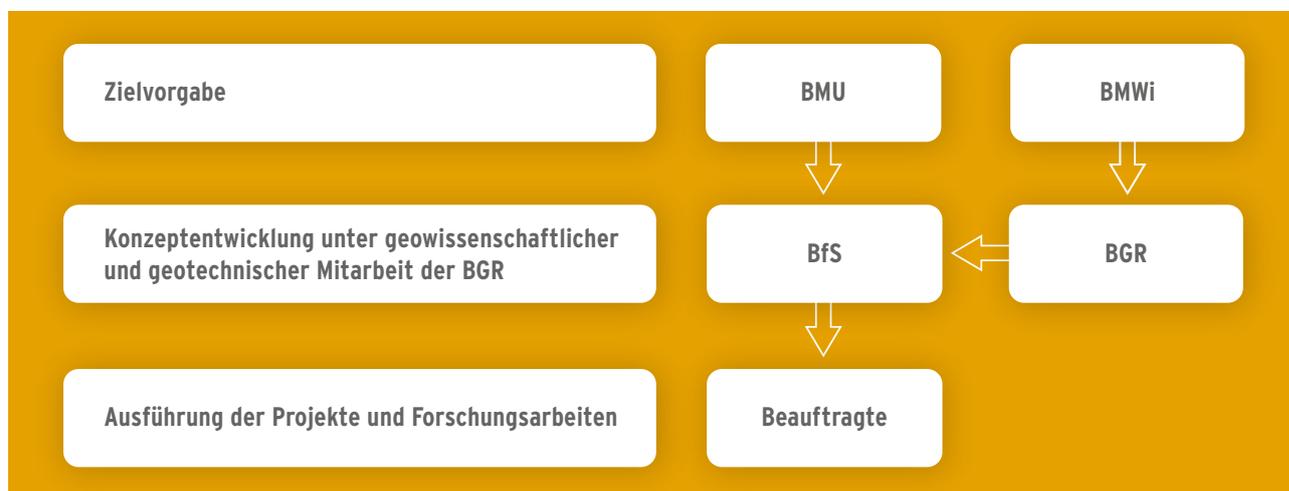
According to § 9a Atomic Energy Act (AtG,) the Federation is required to establish radioactive waste repositories. By § 23 AtG, this responsibility is assigned to the Federal Office for Radiation Protection (BfS), a subordinate authority of the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU). For fulfilling the tasks related to the construction and operation of the repositories, the BfS employs the services of the private company DBE GmbH. The decommissioning of the Asse II mine is conducted by the federally owned Asse GmbH. The repository surveillance unit of BfS supervises compliance with the

legal requirements and the requirements stipulated in the licence. Further scientific and technical support is provided by independent expert organisations and by advisory commissions belonging to the BMU or the Federal Ministry of Economics and Technology (BMWi)

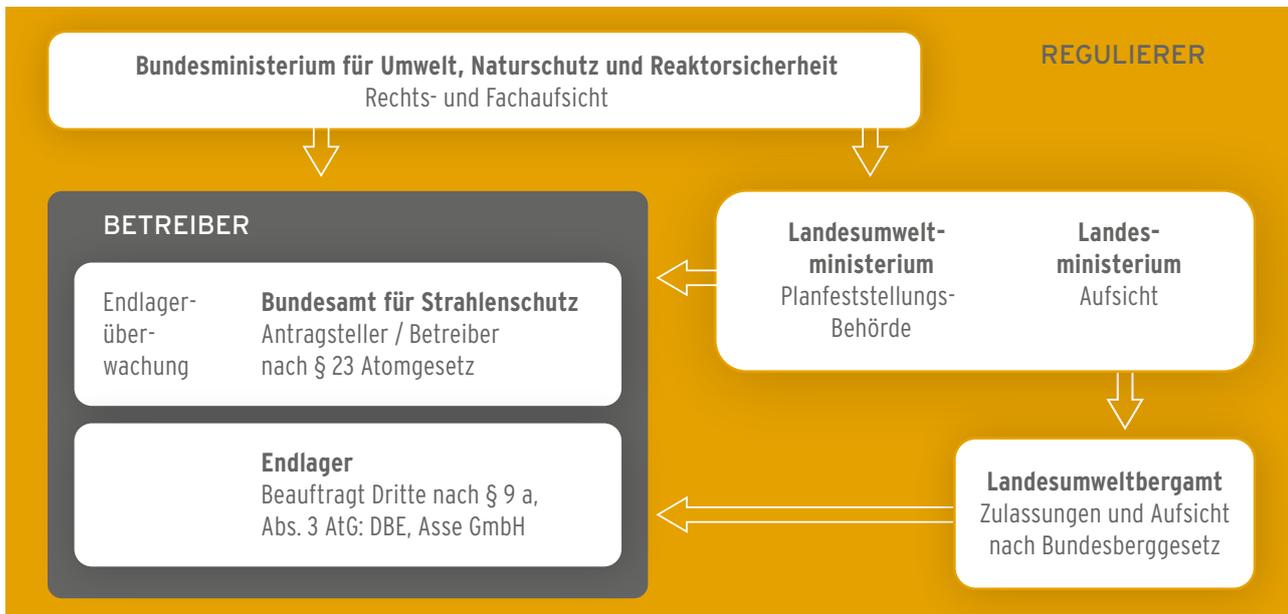
Gesetzliche Grundlage für die Endlagerung von radioaktiven Abfällen ist das Atomgesetz (AtG). Die Zuständigkeiten für die Endlagerung von radioaktiven Abfällen werden im Atomgesetz geregelt. Für die Bereitstellung von Endlagern ist nach § 9a Abs. 3 AtG der Bund verantwortlich. Zuständig für die Planung, Errichtung und den Betrieb von Endlagern sowie dafür, dass die gesetzlichen und die in der Genehmigung festgelegten Anforderungen eingehalten werden, ist nach § 23 Abs. 1 AtG das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS).

Das BfS ist dem Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) zugeordnet und unterliegt bei der Durchführung der Endlageraufgaben dessen Fach- und Rechtsaufsicht. Seit 2008 wird das BMU in Angelegenheiten der nuklearen Entsorgung von der aus elf Wissenschaftlern gebildeten Entsorgungskommission (ESK) beraten. Davor war dafür der Endlagerausschuss der Reaktor-Sicherheitskommission (RSK) zuständig.

Bei geowissenschaftlichen und geotechnischen Fragenkomplexen im Zusammenhang mit Planung, Errichtung, Betrieb und Stilllegung von Endlagern arbeitet das BfS auf Basis einer entsprechenden Vereinbarung mit der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) zusammen, die zum Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi) gehört.



Zuständigkeiten bei Errichtung und Betrieb von Endlagern für radioaktive Abfälle



Atomrechtliche und bergrechtliche Zuständigkeiten für Endlager für radioaktive Abfälle (Stand: Juni 2012)

Gemäß § 9 Abs. 3 AtG kann sich der Bund bzw. das BfS zur Erfüllung seiner Pflichten auch Dritter bedienen. Durch einen Kooperationsvertrag aus dem Jahr 1984 ist die Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern für Abfallstoffe mbH (DBE) mit der Planung und Errichtung der Anlagen des Bundes zur Sicherstellung und zur Endlagerung radioaktiver Abfälle beauftragt. Die Gesellschaftsanteile der DBE werden zu 75 % von der privatwirtschaftlichen Gesellschaft für Nuklear-Service mbH (GNS) und zu 25 % von der bundeseigenen Energiewerke Nord GmbH (EWN) gehalten. Anteilseigner der GNS sind die vier großen Energieversorgungsunternehmen E.ON, RWE, EnBW und Vattenfall. Derzeit unterstützt die DBE das BfS bei der Errichtung des Endlagers Konrad, dem Betrieb des Endlagers Morsleben sowie dem Betrieb des Erkundungsbergwerks Gorleben. Mit der Durchführung des Betriebs und der Stilllegung der Schachanlage Asse II ist die zu 100 % bundeseigene Asse GmbH beauftragt. Die Gesamtverantwortung für die Errichtung und den Betrieb von Endlagern des Bundes liegt beim BfS. Das BfS initiiert und koordiniert zudem die anlagenbezogenen Forschungs- und Entwicklungsprojekte.

Großforschungseinrichtungen betreiben im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi) Grundlagenforschung über die Endlagerung radioaktiver Stoffe und führen im Auftrag des BfS anlagenbezogene Forschungs- und Entwicklungsarbeiten aus. Auftragnehmer sind u. a. das Helmholtz Zentrum München – Deutsches

Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt (HMGU, ehemals GSF), die Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit mbH (GRS), das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) und das Forschungszentrum Jülich (FZJ).

Die Zulassung der Errichtung und des Betriebs von Endlagern erfolgt nach § 9b Abs. 1 AtG durch einen Planfeststellungsbeschluss. Diesen erlässt gemäß § 24 Abs. 2 AtG die von der jeweiligen Landesregierung bestimmte oberste Landesbehörde – also in der Regel das jeweilige Landesumweltministerium. Der Planfeststellungsbeschluss deckt – mit Ausnahme von wasserrechtlichen Erlaubnissen sowie Zulassungen nach Berg- und Tiefspeicherrecht – alle anderen erforderlichen Genehmigungen mit ab. Die hierfür sonst zuständigen Landesbehörden werden am Planfeststellungsverfahren beteiligt. Im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens ist eine Beteiligung der Öffentlichkeit vorgeschrieben.

Nach Erteilung des Planfeststellungsbeschlusses obliegt es dem Bund, mit seinen Behörden die atomrechtliche Aufsicht bei der Endlagerung in eigener Verantwortung sicherzustellen. Das BMU übt die Rechts- und Zweckmäßigkeitssaufsicht über das BfS aus. Innerhalb des BfS wurde eine eigenständige Organisationseinheit – die so genannte "Endlagerüberwachung" (EÜ) – eingerichtet, die im BfS dafür sorgt, dass alle rechtlichen, technischen und organisatorischen Anforderungen in Bezug auf die Endlager Konrad und Morsleben sowie die Schachanlage Asse II eingehalten werden, und der

zum Teil durch Planfeststellungsbeschlüsse und Genehmigungen Aufgaben zugewiesen wurden. Zusätzlich zu den atomrechtlichen Anforderungen sind bei der Endlagerung radioaktiver Abfälle bergrechtliche Anforderungen zu beachten. Durch

das zuständige Bergamt werden die bergrechtlich relevanten Arbeiten genehmigt und beaufsichtigt. Besondere Relevanz hat dies für das Erkundungsbergwerk Gorleben, das derzeit ausschließlich nach Bergrecht betrieben wird.

INFORMATIONEN ZU DEN ENDLAGERN / ENDLAGERPROJEKTEN

Current Information on Repositories / Repository Projects

ENDLAGERPROJEKT SCHACHTANLAGE ASSE II

Asse II Repository Project

Fachliche Ansprechpartner:

Matthias Ranft (03018 333-1952)

Dirk Laske (03018 333-1968)

On 1st January 2009, the Federal Office for Radiation Protection (BfS) took over the operatorship of the Asse II mine located in the Wolfenbüttel county in Lower Saxony under mining and atomic energy law. BfS is assigned to adapt the pit to atomic law, to stabilise the mine, to realise emergency preparedness and, finally, to ensure a safe decommissioning. According to the present state of knowledge, the best option of how to further deal with all the radioactive waste empla-

ced in the Asse II mine is the retrieval of the waste. From today's point of view, only by doing so the long-term safety required by the Atomic Energy Act can be assured.

In 2011, the operatorship was mainly focused on managing and releasing the influent saline solutions, backfilling of mined cavities especially roof clefts, implementing precautionary measures besides further planning of emergency measures as well as preparing the trial phase (fact finding).

Handling with radioactive materials at the Asse II mine is carried out on basis of the nuclear-legal approval given by the Ministry for the Environment in Lower Saxony (NMU) according to § 7 Radiation Protection Ordinance (StrlSchV) and § 9 Atomic Energy Act (AtG).



ECKDATEN ZUR SCHACHTANLAGE ASSE II

- 1909-1964 Gewinnungsbergbau von Kali- und Steinsalz
- 1965 Bundesrepublik Deutschland kauft die Anlage (Betreiber: Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung (GSF))
- 1967-1978 Einlagerung von 125.787 Fässern mit schwach- und mittelradioaktiven Abfällen
- seit 1988 Salzlösungszutritt aus dem Deckgebirge
- 1993 Forschungsarbeiten in der Schachtanlage Asse werden eingestellt.
- 1997 GSF legt einen Rahmenbetriebsplan für die Stilllegung der Schachtanlage Asse nach Bergrecht vor. Bis 2008 lag kein vollständiger Langzeitsicherheitsnachweis vor.
- 2008 Das Bundeskabinett beschließt, die Asse unter Atomrecht zu stellen, nachdem festgestellt wird, dass in der Anlage ohne ausreichende Genehmigungsgrundlage mit radioaktiv kontaminierten Lösungen umgegangen wird.
- 2009 Das Bundesamt für Strahlenschutz übernimmt die Betreiberverantwortung. Der gesetzliche Auftrag lautet, die Anlage nach Atomrecht sicher stillzulegen.
- 2010 Das Bundesamt für Strahlenschutz verkündet das Ergebnis des Optionenvergleichs. Die Rückholung der radioaktiven Abfälle ist nach derzeitigem Kenntnisstand die beste Option für die Stilllegung. Um bestehende Unsicherheiten und Wissenslücken zu beseitigen, wird eine Probephase (Faktenerhebung) beschlossen. Parallel wird die Rückholung bis zur Ausführungsreife vorbereitet.

Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) hat am 1. Januar 2009 die berg- und atomrechtliche Verantwortung für den Betrieb der Schachtanlage Asse II bei Remlingen im Landkreis Wolfenbüttel übernommen.

Das BfS hat die Aufgabe, die Schachtanlage nach Atomrecht umzurüsten, das Grubengebäude zu stabilisieren, die Notfallbereitschaft herzustellen und die Anlage sicher stillzulegen. Nach heutigem Kenntnisstand ist die Rückholung der radioaktiven Abfälle die beste Option für die Stilllegung, da nur für diese Option die vom Atomgesetz geforderte Langzeitsicherheit gewährleistet werden kann.

Der Umgang mit radioaktiven Stoffen in der Schachtanlage Asse II erfolgt inzwischen auf Grundlage zweier Genehmigungen des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt, Energie und Klimaschutz (NMU, www.umwelt.niedersachsen.de) gemäß § 7 Strahlenschutzverordnung vom 08.07.2010 bzw. 20.09.2011 sowie einer Genehmigung gemäß § 9 Atomgesetz für den Umgang mit Kernbrennstoffen vom 21.04.2011 (Schritt 1 der Faktenerhebung).

Das BfS steht beim Betrieb der Anlage vor zwei großen Herausforderungen. Zum einen dringen Salzlösungen in das Bergwerk ein, zum anderen gibt es Probleme mit der Stabilität des Grubengebäudes. Seit mindestens 1988 erfolgt im Bereich der Südflanke ein steter, seit rund 10 Jahren mit ca. 12 Kubikmetern pro Tag relativ konstanter Zutritt von mit Steinsalz gesättigtem Grundwasser in das Grubengebäude.

Die Lösung tritt durch die geschädigte Steinsalzbarriere in das Bergwerk ein. Die Schädigung wird durch Bewegungen des Gebirges hervorgerufen, die von dem Gebirgsdruck auf die zahlreichen dicht beieinander liegenden Hohlräume aus der Zeit des Salzabbaus herrühren. Da diese Schädigungsprozesse weiterhin andauern, besteht die Gefahr, dass sich die Menge der Zutrittslösung erhöht oder die Zutrittsstelle sich verlagert. Ist ein Auffangen und Abtransportieren der Salzlösung nicht mehr möglich, besteht die Gefahr, dass das Bergwerk unkontrolliert mit Salzlösung vollläuft (absäuft). Eine geordnete Stilllegung der Schachtanlage wäre dann nicht mehr möglich.

Betrieb der Schachtanlage Asse II

Operation of the Asse II Mine

Offenhaltung unter zunehmend kritischen Randbedingungen

Um die Schachtanlage Asse II geordnet stilllegen zu können, muss ein sicherer Betrieb der Schachtanlage gewährleistet sein. Das BfS hat 2009 ein Bergwerk übernommen, das ursprünglich nach dem Plan des alten Betreibers bis zum Jahr 2014 geschlossen werden sollte. Dementsprechend wurde für den Erhalt der technischen Anlagenteile (Förderanlage etc.) sowie auch der Grubenbaue vom ehemaligen Betreiber nur noch der notwendige Mindestaufwand betrieben.

Das BfS hat die Aufgabe, die Anlage nach den Vorgaben des Atomrechts umzurüsten. Um eine sichere Stilllegung nach Atomrecht zu gewährleisten, muss die Schachtanlage Asse II wesentlich länger als ursprünglich vorgesehen offengehalten werden. Es steht mittlerweile fest, dass für die Rückholung – entgegen ursprünglichen Annahmen – ein Zeitraum von mehreren Jahrzehnten veranschlagt werden muss. Der Betrieb findet wegen fortschreitender Gebirgsschädigung in der Grube unter zunehmend kritischen Randbedingungen statt. Aus Sicherheitsgründen mussten bereits einzelne Bereiche, deren Standfestigkeit nicht mehr gegeben ist, gesperrt werden. Sanierungs- oder Ersatzmaßnahmen sind teilweise, aber nicht immer möglich. Eine aktuelle Tragfähigkeitsanalyse weist bis zum Jahr 2020 abnehmende Verformungsraten aus. Diese Verformungsraten sind jedoch für die lokale Stabilität, welche die Arbeitssicherheit in einzelnen Grubenbauen bestimmt, nicht maßgeblich. Es ist zu erwarten, dass in den nächsten Jahren weitere wichtige Grubenhohlräume nicht mehr genutzt werden können.

Die Schwerpunkte der betrieblichen Arbeiten im Jahr 2011 waren:

- Das Management und die Verwertung der Zutrittswässer.
- Das Verfüllen von Resthohlräumen unter den Decken der Salzabbaukammern (sog. Firstspaltverfüllung).
- Die Realisierung von Vorsorgemaßnahmen und die Planung von Notfallmaßnahmen.
- Die Vorbereitung der Probephase (Faktenerhebung) zur Rückholung der Abfälle.



Gießen einer Stützmauer für die Firstspaltverfüllung

Firstspaltverfüllung

Die Firstspaltverfüllung zählt zu den Maßnahmen, mit denen das Grubengebäude stabilisiert werden soll. Dabei werden die Resthohlräume unter den Decken der ehemaligen Salzabbauen an der Südflanke mit Sorelbeton verfüllt. Ziel der Maßnahme ist es, die Verformung des Grubengebäudes zu reduzieren.

Seit Dezember 2009 wurden die Resthohlräume von 32 ehemaligen Salzabbauen komplett verfüllt. Insgesamt ist geplant, die Resthohlräume in ca. 90 Abbauen der Südflanke mit Sorelbeton zu verfüllen.

Notfallplanung

Das BfS setzt eine nach Atomrecht vorgeschriebene Notfallplanung um. Die Regelungen des Atomgesetzes verpflichten jeden Betreiber eines Lagers radioaktiver Abfälle zu einer Vorsorge gegen Schäden nach Stand von Wissenschaft und Technik. Schäden können im Fall der Asse insbesondere durch das Absaufen des Bergwerkes entstehen. Die Maßnahmen der Notfallvorsorge zielen unter anderem darauf ab, die Wahrscheinlichkeit eines nicht mehr beherrschbaren Lösungszutritts zu verringern. Darüber hinaus haben sie das Ziel, die radiologischen Konsequenzen zu minimieren, sollte dieser Fall dennoch eintreten.

Um die Notfallbereitschaft herstellen zu können, müssen bestimmte Maßnahmen vorsorglich um-

gesetzt als auch weitere Maßnahmen geplant und vorbereitet werden, die erst ausgeführt werden, wenn der Notfall eintritt.

Zu den Vorsorgemaßnahmen, die bereits umgesetzt wurden, zählen zum Beispiel die Erhöhung der untertägigen Speicher- und Förderkapazität für Zutrittslösungen sowie die Einrichtung von Notfallagern zur Sicherung des Ersatzes von ausfallenden Geräten und Ausrüstungen.

Nicht mehr benötigter Hohlraum und die Blindschächte unter Tage werden verfüllt. Seit Sommer 2010 werden Abdichtungsbauwerke im Sohlenniveau und unter den Einlagerungskammern errichtet, um die Freisetzung von Radionukliden im Notfall zu minimieren und zu verzögern. Die Verfüllarbeiten für die Vorsorgemaßnahmen werden sich über einen Zeitraum von mehreren Jahren hinziehen.

Die Vorsorgemaßnahmen gefährden dabei nicht die beabsichtigte Rückholung der Abfälle. Im Gegenteil, sie dienen auch dazu, das Grubengebäude zu stabilisieren. Erst Maßnahmen, die beim tatsächlichen Eintreten des Notfalls ergriffen werden müssen, lassen sich nicht mehr mit der geplanten Rückholung vereinbaren.

Die Notfallplanung wird im Hinblick auf die Arbeiten zur Rückholung weiter fortgeschrieben und angepasst.

Stilllegung der Schachanlage Asse II

Closure of the Asse II Mine

Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) hat den Auftrag, die Schachanlage Asse II nach Atomrecht sicher stillzulegen. Hierzu hat das BfS im Jahr 2009 drei Stilllegungsoptionen (Rückholung, Umlagerung bzw. Vollverfüllung) geprüft. Im Januar 2010 ist das BfS zu dem Ergebnis gekommen, dass zum jetzigen Zeitpunkt erhebliche Zweifel bestehen, ob die Langzeitsicherheit bei der Vollverfüllung nachgewiesen werden kann. Aufgrund der Bewertung der Langzeitsicherheit wurde deshalb die Option "Rückholung aller Abfälle" vom BfS als zu bevorzugende Stilllegungsoption eingestuft. Es bestehen jedoch Fragen und Unsicherheiten über den Zustand der Einlagerungskammern und Abfallfässer. Im Rahmen einer dreistufigen Probephase (Faktenerhebung) in zwei Einlagerungskammern sollen die Unsicherheiten geklärt werden, um die tatsächlichen Strahlenexpositionen für die Beschäftigten bei der Rückholung aller Abfälle besser abschätzen zu können. Parallel zur Faktenerhebung wird im Rahmen der Stilllegungsplanung die Rückholung bereits bis zur Ausführungsreife beplant. Die Faktenerhebung und die Stilllegungsplanung standen im Jahr 2011 im Mittelpunkt der Arbeiten.

Faktenerhebung

Im Rahmen der Faktenerhebung sollen gesicherte Erkenntnisse über den Zustand der Einlagerungskammern und der Abfallbehälter gewonnen werden. Auf dieser Basis können dann Entscheidungen über das weitere Vorgehen bei der Rückholung getroffen werden.

Für die Faktenerhebung wurden die Einlagerungskammern 7 und 12 auf der 750-m-Sohle ausgewählt.

Die Untersuchung erfolgt in drei Schritten:

Schritt 1: Anbohren der Einlagerungskammern und erste Untersuchungen über die Bohrungen.

Das BfS erwartet Antworten zum Zustand in den Einlagerungskammern. Darüber hinaus soll es zeigen, ob Lösungen in den Kammern stehen, wie der Zustand der Abfallgebinde und der Einlagerungskammern selbst ist. Im ersten Schritt werden keine Abfälle beprobt oder entnommen.

Schritt 2: Öffnen der Kammern und Bewertung der Gebindezustände.

Schritt 3: Bergen erster Abfallgebinde bzw. Abfälle.

Für die Durchführung der Arbeiten im Rahmen der Faktenerhebung ist eine Genehmigung nach § 9 AtG erforderlich. Diese wurde für den Schritt 1 am 21.04.2011 vom niedersächsischen Umweltministerium (NMU) erteilt. Für jeden weiteren Schritt der Faktenerhebung ist eine eigene Genehmigung nach § 9 AtG zu beantragen. Am Ende der Faktenerhebung werden die Ergebnisse an vorher festgelegten Kriterien im Bereich Strahlenschutz, der technischen Machbarkeit und bergbaulichen Sicherheit bewertet. Die Kriterien hat das BfS veröffentlicht.

Die Genehmigung für Schritt 1 enthält 32 Strahlenschutz-, Brandschutz- und Arbeitsschutzaufgaben, die vor Beginn der Bohrarbeiten abgearbeitet sind. Aufgrund des erheblichen genehmigungsrechtlichen und technischen Aufwandes wurde im Jahr 2011 deutlich, dass die Faktenerhebung – und damit die Rückholung insgesamt – deutlich länger dauern wird als die ursprünglich veranschlagten drei Jahre. Der sichere Betrieb der Schachanlage Asse II muss demnach über einen längeren Zeitraum gewährleistet werden als ursprünglich erwartet.



Schematische Darstellung von Maßnahmen im Rahmen der Faktenerhebung

Die Vorbereitungen für das Anbohren der ersten Kammer 7/750 waren Ende 2011 nahezu abgeschlossen. Dazu wurden an der Bohrstelle im Abbau 5/750 Strahlenschutzbereiche eingerichtet sowie Filteranlagen und Messlabore und eine Preventeranlage installiert. Ein Preventer ist eine technische Einrichtung, mit der die Bohrungen abgedichtet werden, damit während des Bohrens keine Gase oder Flüssigkeiten aus dem Bohrloch austreten können.

Durch eine Zeltkonstruktion (Einhausung) wird der Arbeitsbereich vom restlichen Grubengebäude abgetrennt.

Nach der Kammer 7/750 soll Kammer 12/750 angebohrt werden. Vor der Kammer 12/750 befindet sich ein Sumpf (eine Vertiefung, in der sich Flüssigkeit sammelt) mit kontaminierter Lösung. Bevor mit den Bohrungen in Einlagerungskammer 12 begonnen werden kann, muss dieser Bereich dekontaminiert werden. Hierzu muss geklärt werden, wie die dort anstehenden ca. 80 Kubikmeter kontaminierte Lösung entsorgt werden können.

Planung der Rückholung

Für die Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II sind umfangreiche Planungsarbeiten nötig. Die Planungen umfassen Arbeiten über Tage, z. B. die Modernisierung der Schachtförderanlage oder die Planung eines Zwischenlagers. Darüber hinaus sind Arbeiten unter Tage erforderlich. Dazu gehören der Bau (Abteufen) eines neuen Schachtes, die Planung hinsichtlich der Bergung des Abfalls aus den Einlagerungskammern sowie die Planung eines Zwischenlagers und einer Konditionierungseinrichtung.

Alle bei der Faktenerhebung gesammelten Erfahrungen fließen sukzessiv in die Planungsarbeiten für die Rückholung aller Abfälle ein. Die Arbeiten zur Planung der Rückholung werden an Auftragnehmer des BfS vergeben, die Planungsarbeiten werden vom BfS fachlich gesteuert.

Umbau der Schachtförderanlage

Die bestehende Schachtförderanlage des Schachtes 2 muss modernisiert (ertüchtigt) und an die betrieblichen Anforderungen der Rückholung sowie an die Vorgaben des Strahlenschutzes (z. B. Störfallsicherheit) angepasst werden. Die Konzept- und Genehmigungsplanung wird voraussichtlich Mitte 2013 vorliegen.



Bohranlage vor der Kammer 7 / 750



Einrichtung der Bohrstelle mit dekontaminierbarem Bodenbelag

Bau eines neuen Schachtes

Um die Abfälle möglichst schnell und sicher zurückzuholen, ist neben der Modernisierung der bestehenden Schachanlage der Bau eines neuen Schachtes vorgesehen. Im August 2011 wurde der Ansatzpunkt für den neuen Schacht vorgestellt. Bei der Auswahl wurden die bergbaulichen und geologischen Gegebenheiten berücksichtigt. Nun werden die notwendigen Erkundungsbohrungen geplant. Erste Ergebnisse werden Anfang 2013 erwartet.

Bau eines Zwischenlagers und einer Konditionierungsanlage

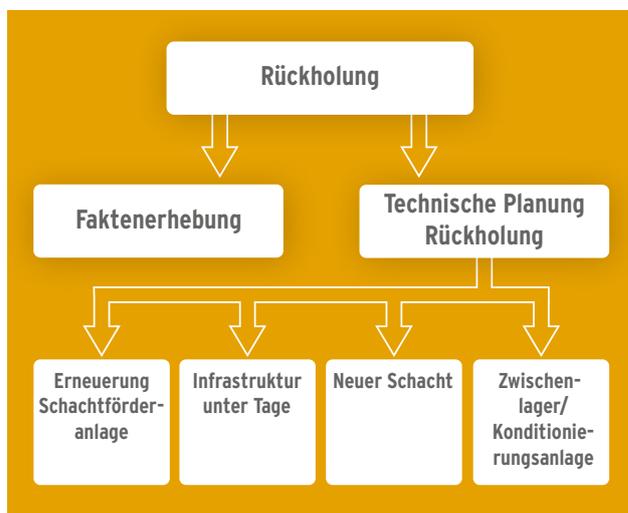
Die Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachanlage Asse II sieht vor, die unter Tage geborgenen Abfälle in Transportbehältern nach über Tage zu bringen, zu konditionieren und zwischenzulagern. In einer Konditionierungseinrichtung müssen die Abfälle für den Transport in ein geneh-

migtes Endlager vorbereitet werden. Deshalb muss ein Zwischenlager mit Konditionierungsanlage geplant und errichtet werden, das über entsprechende Kapazitäten verfügt. Grundsätzlich vorteilhaft ist ein Standort, der direkt an das Betriebsgelände angrenzt, da dadurch zusätzliche Abfalltransporte auf öffentlichen Wegen vermieden werden.

Die zu planenden übertägigen Anlagen umfassen ein Pufferlager, eine Konditionierungsanlage, ein Zwischenlager sowie alle erforderlichen Infrastrukturbereiche und Einrichtungen zur Anlagensicherung. Anfang 2011 wurde ein Planungsunternehmen beauftragt, einen Vorschlag für den Standort des Zwischenlagers zu identifizieren. Die Auswahl eines geeigneten Zwischenlagerstandortes erfolgt auf der Basis breit abgestimmter Kriterien. Ein dazu erarbeiteter Bericht wird vom BfS veröffentlicht.

Planungen zum Bau technischer Anlagen und der notwendigen Infrastruktur unter Tage

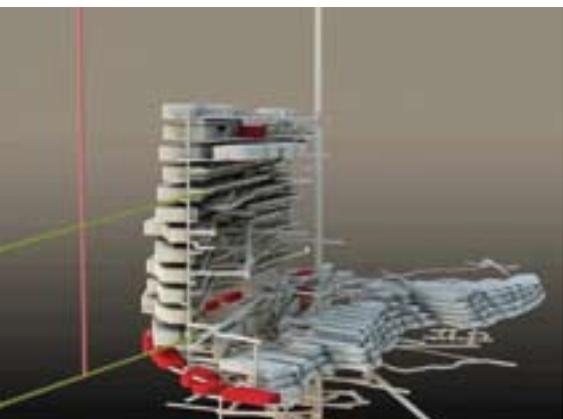
Die radioaktiven Abfälle aus der Schachanlage Asse II sollen weitgehend ferngesteuert aus den Einlagerungskammern geborgen werden. Damit wird die Strahlenbelastung für das Betriebspersonal so gering wie möglich gehalten. Bereits unter Tage sollen die Abfälle in sichere Transportbehälter verpackt und für den Transport nach über Tage bereitgestellt werden. Für die einzelnen Arbeitsschritte müssen komplexe technische Anlagen errichtet, Raum für den Maschinenpark und Pufferflächen (evtl. im Umfeld des neuen Schachtes) geschaffen werden. Hinzu kommen Versorgungsleitungen und eine Be- und Entlüftung des Bereichs.



Übersicht über die Teilprojekte Stilllegung in der Schachanlage Asse II

Antworten auf offene Fragen, die für die Planungsarbeiten zwingend notwendig sind, werden teilweise erst im Rahmen der Faktenerhebung und der Erkundungsbohrung für den neuen Schacht gewonnen. Das sind insbesondere Angaben bezüglich der Abfallmenge, des Zustands der Abfallbehälter

und der Verpackung der Abfälle für den Transport, die aus Gründen des Strahlenschutzes notwendig ist. Die Planungsarbeiten und Ergebnisse, die im Rahmen der Faktenerhebung erzielt werden, sind daher miteinander verknüpft.



Schematische Darstellung des für die Rückholung der radioaktiven Abfälle erforderlichen neuen Schachtes (Schacht 5)



Schematische Darstellung eines Zwischenlagers für die aus der Schachtanlage Asse II geborgenen radioaktiven Abfälle

Untersuchung möglicher strahlenbedingter gesundheitlicher Risiken für Beschäftigte oder die Bevölkerung

Investigation of Possible Radiation-induced Health Effects for Employees or the General Population

Fachliche Ansprechpartnerin:

Michaela Kreuzer (03018 333-2250)

Within part 2 of the "Asse Health Monitoring Project" an individual assessment of the occupational radiation doses received during the employment at the Asse mine between 1967 and 2008 was offered to all employees. A total of 22 persons filled in the corresponding questionnaire. As in part 1 of the project the estimated radiation doses turned out to be low (cumulative doses mostly below 10 mSv) and thus within the range of the natural effective dose in the general German population which is 2 to 3 mSv per year over a period from 1967 to 2008. Within the district "Samtgemeinde Asse" near the Asse mine a statistically significant increase of incidence rate of leukemia and thyroid cancer was observed compared to other regions in the general population. Routine environmental measurement programmes in the vicinity of the Asse mine do not show elevated radiation values. A causal relationship between the increased incidence rates near Asse and radiation exposure from the Asse mine is therefore unlikely.

Zweiter Teil des Gesundheitsmonitorings Asse abgeschlossen

Im ersten Teil des Gesundheitsmonitorings (GM) Asse hatte das BFS, wie im Jahresbericht 2010 berichtet, die Strahlenbelastung für knapp 700 Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen, die zwischen 1967 und 2008 bei der Schachtanlage Asse II beschäftigt waren, abgeschätzt. Dazu waren alle verfügbaren strahlenschutzrelevanten Daten gesichtet, geprüft und bewertet worden. Bei fehlenden oder unsicheren Informationen waren ungünstige Annahmen so getroffen worden, so dass nach bester fachlicher Bewertung die realen Belastungen überschätzt wurden.

In einem zweiten Schritt wurde allen Beschäftigten angeboten, ihre persönliche Strahlenbelastung unter Berücksichtigung zusätzlicher individueller Informationen ermitteln und bewerten zu lassen. Über einen Fragebogen wurden dazu zusätzliche Angaben, z. B. zum Umgang mit möglicherweise radioaktiv belasteten Laugen, Beteiligung an Kontaminationsereignissen, etc. erfasst. 33 Beschäftigte zeigten Interesse an diesem Angebot. Von diesen füllten allerdings nur 22 den für die Abschätzung notwendigen Fragebogen aus.

Insgesamt bestätigen die individuellen Abschätzungen die Ergebnisse aus dem ersten Teil des GM Asse. Die in Teil 2 ermittelten Werte waren in der

Mehrzahl niedriger als die in Teil 1 abgeschätzten, da nun genauere Angaben zu Beschäftigungszeiten, Schichten unter Tage und Tätigkeiten verfügbar waren und somit Abschätzunsicherheiten verringert werden konnten. Angaben zu vorher unbekanntem Beschäftigungszeiten bei Fremdfirmen führten in Einzelfällen jedoch auch zu höheren Abschätzungen.

Wie im ersten Schritt des Gesundheitsmonitorings, lagen alle Werte unter den heute geltenden Grenzwerten für beruflich Strahlenexponierte pro Jahr (20 mSv) bzw. für das gesamte Berufsleben (400 mSv). Für 80 % der Mitarbeiter wurden Werte für die Gesamt-Berufslebensdosis unter 10 mSv abgeschätzt. Insgesamt bewertet das BfS die ermittelten Expositionen auch nach Abschluss des zweiten Teils als zu gering, als dass nach dem bisher bekannten Stand der Wissenschaft dadurch nachweisbar Krebserkrankungen ausgelöst wurden. Der Abschlussbericht ist auf folgender Webseite veröffentlicht (www.endlager-asse.de)

Erhöhte Krebsraten in der Bevölkerung der Samtgemeinde Asse

Im Dezember 2010 stellte das Epidemiologische Krebsregister Niedersachsens (EKN) eine im Auftrag des Landkreises Wolfenbüttel und des Niedersächsischen Ministeriums für Soziales, Familie, Gesundheit und Integration durchgeführte Auswertung zur Krebshäufigkeit in der Samtgemeinde (SG) Asse und umliegenden Gemeinden vor. Für diese Auswertung war die Krebshäufigkeit in der SG Asse mit der im Landkreis Wolfenbüttel ohne SG Asse für den Diagnosezeitraum 2002 bis 2009 verglichen worden. Unter den 37 betrachteten Krebsuntergruppen waren statistisch signifikante Risikoerhöhungen für Leukämien und Schilddrüsenkrebserkrankungen gefunden worden. So waren in der SG Asse 18 Fälle von Leukämie und 12 Fälle von Schilddrüsenkrebs beobachtet worden, obwohl nur 8,5 Leukämie-Fälle und 3,9 Fälle von Schilddrüsenkrebs zu erwarten gewesen wären.

Da keine weitergehenden individuellen Informationen zu Risikofaktoren bei den an Krebs erkrankten Personen bekannt sind, ist die Untersuchung der Verursachung nicht möglich. Zudem kann eine regionale Unter- oder Übererfassung bestimmter Krebsarten nicht ausgeschlossen werden. Die Rolle der Schachanlage Asse II als möglicher Verursacher der erhöhten Raten bewertet das BfS wie folgt:

- Während der gesamten messtechnischen Überwachung der Umgebung der Schachanlage Asse II durch das BfS und andere unabhängige Messstellen wurden keine Hinweise auf eine erhöhte Strahlenbelastung in der Umgebung beobachtet. Eine konservative Abschätzung der durch die Emissionen bedingten Strahlenexposition in der Umgebung der Schachanlage durch das BfS (Jahresbericht 2009) ergibt Werte im Bereich von einigen 10 Mikrosievert. Die natürliche Strahlenexposition der deutschen Bevölkerung liegt im Vergleich dazu im Mittel zwischen 2 und 3 Millisievert (1 Millisievert = 1.000 Mikrosievert) pro Jahr. Dies spricht nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand gegen einen Ursache-Wirkungs-Zusammenhang zwischen den Krebserkrankungen in der SG Asse und einer Strahlenexposition der Bevölkerung durch die Schachanlage Asse II.
- Da die erhöhte Leukämierate vorwiegend bei Männern beobachtet wurde, muss die mit einer Beschäftigung bei der Schachanlage Asse II verbundene Strahlenexposition ebenfalls als Ursache in Betracht gezogen werden. Im Gesundheitsmonitoring Asse Teil 1 und Teil 2 wurde wie oben beschrieben vom BfS eine detaillierte Abschätzung der beruflichen Strahlenexposition der Beschäftigten vorgenommen. Dabei wurde bewusst bei fehlenden oder unsicheren Werten eine Überschätzung der tatsächlichen Exposition in Kauf genommen. Die so geschätzten Strahlenexpositionen liegen im Schwankungsbereich der natürlichen Strahlenbelastung und weit unter den gültigen Grenzwerten für berufliche Strahlenexposition. Sie sind zu gering, als dass dadurch nach gegenwärtigem Kenntnisstand nachweisbar Krebserkrankungen ausgelöst werden können. Eine Beschäftigung bei der Asse ist als ursächliche Erklärung für die erhöhten Raten daher als sehr unwahrscheinlich anzusehen.

Eine niedersächsische Expertengruppe unter Leitung des Landrats des Landkreises Wolfenbüttel Röhmann sowie eine Arbeitsgruppe der Strahlenschutzkommission (SSK) beschäftigen sich derzeit mit der Klärung der Ursachen für die erhöhten Leukämie- und Schilddrüsenkrebsrate in der Samtgemeinde Asse. Das BfS ist bei beiden Gruppen beratend beteiligt. Eine abschließende Bewertung wird Mitte 2012 erwartet.

Beprobung und Analyse von Salzlösungen und Salzen 2011 der Schachtanlage Asse II - Asse-Charakterisierung

Sampling and Analysis of Saline Solutions and Salts from the Asse Mine II in 2011 – Asse-Characterization

Fachlicher Ansprechpartner:

Uwe-Karsten Schkade (03018 333-4267)

Radiological measurements for the characterisation of the Asse II mine are performed every two years by the Federal Office for Radiation Protection (BfS), so that changes in contamination can be promptly identified for the duration of its operation. This contribution presents the results of the radiological characterisation of saline solutions from the Asse II mine from 2011.

Radiologische Charakterisierungsmessungen der Schachtanlage Asse II werden im Abstand von zwei Jahren benötigt, um Veränderungen der Kontaminationssituation während des Offenhaltungsbetriebes der Schachtanlage Asse II rechtzeitig zu erkennen und um in geeigneter Weise, z. B. durch bauliche Maßnahmen oder Neufestlegung von Strahlenschutzbereichen, reagieren zu können. Die radiologische Charakterisierung der Asse-Salzlö-

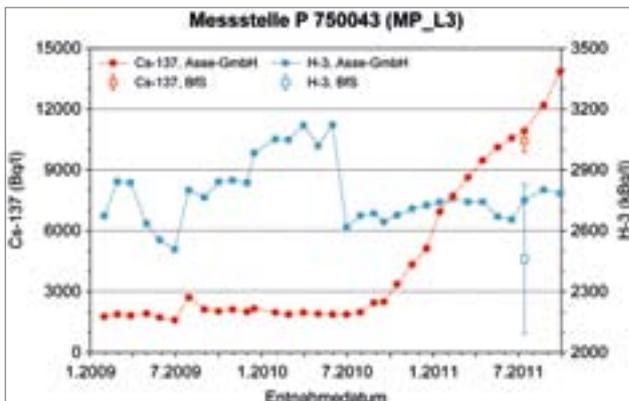
sungen erfolgte im Jahre 2009 erstmals unter Beteiligung des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS). Darüber wurde im Jahresbericht 2009 berichtet. Zwischenzeitlich wurde das Spektrum der für diese spezielle Messaufgabe verfügbaren analytischen Methoden im BfS weiterentwickelt. Dabei handelt es sich u. a. um Verfahren zur Bestimmung von Kohlenstoff-14 (C-14), Technetium-99 (Tc-99) und Radon-222 (Rn-222). Die aktuelle Charakterisierung 2011 wurde nunmehr federführend vom BfS durchgeführt.

Die Untersuchungen an den Salzlösungen der Schachtanlage Asse II wurden im Jahr 2011 mit folgenden Zielstellungen durchgeführt:

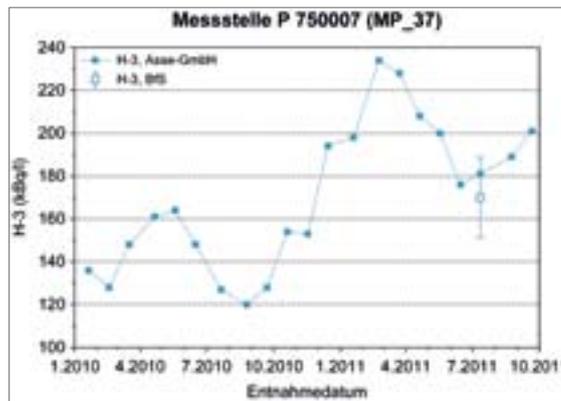
- Ermittlung des aktuellen Zustandes der radioaktiven Kontamination der Salzlösungen (vertiefte radiologische Analyse),
- Überprüfung der Beibehaltung der Leitnuklide H-3 und Cs-137 bei der Kontaminationsüberwachung im Routinebetrieb und bei Freigaben nach § 29 Strahlenschutzverordnung (StrlSchV),
- Vertiefung des Kenntnisstandes zur Bindungsform und Herkunft einzelner Radionuklide.



Probenahme am Lösungssumpf westlich Abbau 9 auf der 750-m-Sohle (Messstelle P 750007)



Zeitlicher Verlauf der H-3- und Cs-137-Aktivitätskonzentration an der Messstelle P 750043



Zeitlicher Verlauf der H-3-Aktivitätskonzentration an der Messstelle P 750007

Insgesamt wurden 26 Proben (Salzlösungen) an verschiedenen Messstellen der 490-m- bis 950-m-Sohle entnommen. Neben den Salzlösungen wurden an vier Messstellen deren ausgefallene Salze mitbeprobte. Die Abbildung auf Seite 70 unten zeigt beispielhaft die Probenahme am Lösungssumpf westlich Abbau 9 auf der 750-m-Sohle.

Die Überprüfung der Kontaminationssituation erfolgte nicht nur in Bezug auf die routinemäßig überwachten Leitnuklide Cäsium-137 (Cs-137) und Tritium (H-3), sondern auf alle relevanten Radionuklide (bis zu 25 Radionuklide je Probe) mit möglichst niedrigen Nachweisgrenzen.

Im Rahmen der radiologischen Charakterisierungsmessungen 2011 wurden insgesamt 611 Einzelmesswerte ermittelt. Die vom BFS 2011 durchgeführten radiologischen Analysen an festgelegten Messstellen zur Charakterisierung von Salzlösungen in der Schachanlage Asse II zeigen mit Ausnahme von drei Messstellen keine signifikanten Abweichungen der Aktivitätskonzentrationen der verwendeten Leitnuklide (Cs-137, H-3) gegenüber den Vorjahren.

Die Cs-137-Aktivitätskonzentration, bezogen auf das Jahr 2009, erhöhte sich für die Messstelle P 750043 um den Faktor 5. In Abbildung links oben ist der zeitliche Verlauf der H-3- und Cs-137-Aktivitätskonzentrationen an dieser Messstelle seit Januar 2009 wiedergegeben.

Bei der Messstelle P 750044 wurden in den letzten Jahren voneinander abweichende Messwerte erhalten. So wurde im Jahre 2008 eine Cs-137-Aktivitätskonzentration von 1.130 Bq/l, im Jahre 2009 ca. 150 Bq/l und im Jahre 2011 2.090 Bq/l ermittelt.

Die Ursache dieser Schwankungen konnte nicht abschließend geklärt werden und ist Gegenstand gegenwärtiger Untersuchungen.

Bei der Messstelle P 750007 wurde eine Erhöhung der H-3-Aktivitätskonzentration um den Faktor 2 registriert. In der Abbildung oben rechts ist der zeitliche Verlauf der H-3-Aktivitätskonzentration an dieser Messstelle seit Januar 2010 dargestellt.

Zusammenfassend kann festgestellt werden:

- Die Situation an allen in diesem Beitrag nicht diskutierten Messstellen der 490-m-, der 658-m- und der 725-m-Sohle hat sich, bezogen auf 2008 und 2009, nicht verändert. Die Kriterien bezüglich der Freigabe von Salzlösungen nach § 29 StrlSchV sind weiterhin erfüllt.
- Die interne Verwertung der Zutrittslösung an Messorten unterhalb der 700-m-Sohle, z. B. zur Herstellung von Sorelbeton, kann weiterhin wie bisher erfolgen, da die zugehörigen Freigabewerte nicht überschritten werden. Einzige Ausnahme bildet die Messstelle P 750007 (vergl. Abb. oben rechts), deren Salzlösungen nicht verwendet werden dürfen.
- Die Auswertung der im Rahmen der hier vorgestellten Untersuchung erhaltenen Messergebnisse ergab keine Hinweise darauf, dass die bisherige Empfehlung zur Verwendung der Radionuklide Cs-137 und H-3 als Leitnuklide modifiziert werden muss.
- Zur Vertiefung des Kenntnisstandes zur Bindungsform und Herkunft von C-14 und Tc-99 werden weitere Untersuchungen für erforderlich angesehen.



Mit dem Infomobil des BFS können aktuelle Informationen den Bürgerinnen und Bürgern schnell und direkt vermittelt werden. Am 7.7.2011 präsentierte sich das BFS auf dem Kohlmarkt in Braunschweig.

Öffentlichkeitsarbeit zur Asse

Fachlicher Ansprechpartner:

Ingo Bautz (05336-89631)

Information, Transparenz und Dialog sind seit Übernahme der Betreiberverantwortung im Januar 2009 die Leitlinien der Öffentlichkeitsarbeit des BFS zur Schachanlage Asse II. Sie bilden die Grundlage für eine Beteiligung der interessierten Öffentlichkeit am Stilllegungsprozess. Ziel des BFS ist es, verloren gegangenes Vertrauen zurückzugewinnen.

Die kommunikative Begleitung der Vorbereitungen für die Faktenerhebung, der Maßnahmen zur Notfallvorsorge sowie der Planungen zur Stilllegung waren im vergangenen Jahr Schwerpunkte der Öffentlichkeitsarbeit. Durch eine aktive Presse- und Öffentlichkeitsarbeit informierte das BFS die Bürgerinnen und Bürger umfassend, verständlich und zeitnah über alle Ereignisse und Maßnahmen im Zusammenhang mit der Schachanlage Asse II. Fortschritte, Probleme und Risiken wurden offen benannt und nachvollziehbar kommuniziert.

Als zentrale Instrumente der Öffentlichkeitsarbeit Asse des BFS haben sich die Informationsstelle INFO ASSE, die Internetseite www.endlager-asse.de und die Informationsschrift „Asse Einblicke“, externe Informationsveranstaltungen und Einsätze mit

dem BFS-Infomobil in der Region um die Asse etabliert. Auf der Internetseite www.endlager-asse.de finden sich Informationsangebote für alle Zielgruppen – von allgemeinen Informationen für interessierte Bürgerinnen und Bürger ohne Vorkenntnisse bis hin zu Studien und Gutachten für Fachleute. Hier finden sich auch alle Meldungen zu aktuellen Ereignissen und Terminen sowie Hintergrundinformationen.

Die Informationsschrift „Asse Einblicke“ wird in regelmäßigen Abständen in einer Auflage von 165.000 Exemplaren an die Haushalte rund um die Asse verteilt. Jede Ausgabe beinhaltet eine Infografik, die einen Sachverhalt zum Thema Asse allgemeinverständlich erklärt.

Die Informationsstelle INFO ASSE befindet sich direkt gegenüber dem Bergwerksgelände in Remlingen. Sie hat sich seit der Eröffnung im Januar 2009 zu einem Ort der Kommunikation zum Thema Schachanlage Asse II entwickelt. Bürgerinnen und Bürger können sich hier direkt vor Ort über den aktuellen Stand der Arbeiten informieren und ihre Fragen stellen. Computeranimationen, zwei



Informationsveranstaltung zur Umgebungsüberwachung mit zahlreichen Infoständen einzelner Fachbereiche am 23. Februar 2011 in Wolfenbüttel

dreidimensionale Modelle der Schachanlage sowie zahlreiche großformatige Schautafeln bieten anschauliche Einblicke in die Rahmenbedingungen und vielfältigen Arbeiten unter Tage.

Das öffentliche Interesse am Thema Schachanlage Asse II hielt auch 2011 an. Über 4.000 Bürgerinnen und Bürger besuchten die Informationsstelle, 1.225 davon nahmen an einer Besucherbefahrung der Schachanlage teil. Zu den Besuchern zählten zahlreiche Personen des öffentlichen Lebens, darunter auch der niedersächsische Ministerpräsident David McAllister.

Um dem großen Informationsbedürfnis in Zukunft noch besser gerecht werden zu können, wurde die Informationsstelle im Jahr 2011 um einen Tagungs- und Veranstaltungsbereich erweitert. So können in Zukunft auch größere Gruppen betreut und Veranstaltungen vor Ort durchgeführt werden. Der Erweiterungsbau wurde am 26. September 2011 anlässlich einer Asse-Sondersitzung des Umweltausschusses des Deutschen Bundestages in Remlingen in Betrieb genommen.

Im Jahr 2011 wurde die bestehende Ausstellung umgebaut, um zusätzliche Informationsangebote zu schaffen, die von den Bürgerinnen und Bürger besonders nachgefragt werden. Hierzu zählen die Themen Radioaktivität, Umgebungsüberwachung, Grundwasser und Abfallinventar. Der Abschluss der Umbaumaßnahme ist für 2012 geplant.

Im Rahmen seiner Öffentlichkeitsarbeit geht das BfS auch aktiv auf die Menschen in der Region zu. Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter informieren in Schulen, bei Veranstaltungen oder bei Einsätzen der fahrenden Infostelle, des Infomobils, über die Schachanlage Asse II.

Im Februar 2011 hatten die Bürgerinnen und Bürger im Rahmen einer Informations- und Diskussionsveranstaltung in Wolfenbüttel die Möglichkeit, sich zur Umgebungsüberwachung Asse zu informieren. Fachleute verschiedener Fachabteilungen des BfS und anderer Institutionen präsentierten ihre Arbeit und standen für Fragen zum Thema Radioaktivität und Strahlenschutz zur Verfügung.

ENDLAGER MORSLEBEN

Morsleben Repository

Fachlicher Ansprechpartner:

Harald Kronemann (03018 333-1830)

In the Morsleben repository for radioactive waste (ERAM) altogether approximately 37,000 m³ of low-level and medium-level radioactive waste had been disposed of from 1971 to 1998.

The licensing procedure for the decommissioning of the ERAM is carried out by the Saxony-Anhalt State Ministry for Agriculture and the Environment (MLU). After having examined the corresponding documents filed by BfS, the Ministry stated that the decommissioning applied for is basically realisable and initiated the public display of the application documents in October and November 2009. 15.000 objections have been raised on this issue which are currently being dealt with by MLU. The public hearing relating to the objections took place in October 2011.

Im Rahmen der Öffentlichkeitsbeteiligung im Verfahren zur Stilllegung des Endlagers für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) fand in der Zeit vom 13. bis 25. Oktober 2011 der Erörterungstermin (EÖT) in Oschersleben statt. Unter Leitung der Genehmigungsbehörde, dem Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt (MLU), wurden die seitens der Öffentlichkeit im Rahmen der Auslegung eingereichten Einwände (ca. 15.000) erörtert. Schwerpunkte der Erörterung waren neben dem Stilllegungskonzept die Bewertung der Langzeitsicherheit und die Umweltauswirkungen der Stilllegung. Das Endlager wird so verfüllt und verschlossen, dass es auch in Zukunft keine unzulässigen Auswirkungen auf die Umwelt und den Menschen haben wird. Durch die Verfüll- und Verschleißmaßnahmen werden Zuflüsse in die Grubengebäude sowie das Freisetzen und das Ausbreiten von Radionukliden aus den Einlagerungsbereichen bis in den Bereich der Biosphäre zeitlich so verzögert und behindert, dass der Großteil der Radionuklide zerfallen ist, bevor diese die Biosphäre erreichen können. Das MLU wird die Ergebnisse der Erörterung bei der Formulierung des Planfeststellungsbeschlusses abwägen und berücksichtigen. Das ERAM ist das erste Endlager für radioaktive Abfälle in tiefen geologischen Schichten, das nach einem atomrechtlichen Planfeststellungsverfahren mit Öffentlichkeitsbeteiligung stillgelegt wird. Im Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben

wurden in der Zeit zwischen 1971 und 1998 insgesamt ca. 37.000 m³ schwach und mittelradioaktive Abfälle mit einer Gesamtaktivität von weniger als $3,3 \cdot 10^{14}$ Bq (Aktivitätsangabe bezogen auf den Stichtag 31.12.2010) eingelagert. Der vom BfS am 13. Oktober 1992 beim MLU gestellte Antrag auf Weiterbetrieb wurde mit Antrag vom 9. Mai 1997 auf die Stilllegung des ERAM beschränkt.

Abschluss der bergbaulichen Gefahrenabwehrmaßnahme im Zentralteil (bGZ)

Angesichts einer Vielzahl großer Hohlräume, die seit ca. 80 Jahren im Zentralteil der Grube Bartensleben des ERAM existieren, wurden seit 2003 Stabilisierungsmaßnahmen durchgeführt. Dabei wurden 27 ausgewählte Grubenbaue im Rahmen einer Gefahrenabwehrmaßnahme nach Bergrecht mit Salzbeton verfüllt. Der verwendete Salzbeton besteht aus Steinsalz, Sand, Kalksteinmehl, Wasser und Zement als Bindemittel. Im Zuge der Verfüllmaßnahmen wurde das Gebirgsverhalten durch begleitende geomechanische Messungen überwacht.

Die Arbeiten der bergbaulichen Gefahrenabwehrmaßnahme im Zentralteil (bGZ) konnten im Februar 2011 erfolgreich abgeschlossen werden. Die Gesamtmenge des im Rahmen der bGZ eingebrachten Salzbetons beträgt insgesamt rund 935.000 m³. Die Kosten der bGZ belaufen sich auf 163 Mio. Euro. Mit der erfolgreich abgeschlossenen Gefahrenabwehrmaßnahme im Zentralteil ist gewährleistet, dass die für die Stilllegung geplanten Arbeiten zur Verfüllung der Grubenhohlräume und zur Erstellung der Abdichtungsbauwerke für die Einlagerungsbereiche West-Südfeld und Ostfeld über den gesamten Zeitraum der Stilllegung sicher umgesetzt werden können.

Stand des Planfeststellungsverfahrens zur Stilllegung sowie Stilllegungsplanung

Das Planfeststellungsverfahren zur Stilllegung des ERAM wurde mit Schreiben vom 13.10.1992 beim MLU beantragt.

Nach der Einreichung der Unterlagen für die Öffentlichkeitsbeteiligung bei der Genehmigungsbehörde (MLU) im September 2005 und einer den Forderungen der Genehmigungsbehörde gemäßen umfangreichen Überarbeitung der Auslegungunterlagen wurden diese von Oktober bis Dezember 2009 öffentlich ausgelegt.

Mit der Einleitung der Öffentlichkeitsbeteiligung hat das MLU die grundsätzliche Realisierbarkeit



Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben - Erörterungstermin im Oktober 2011 in Oschersleben

der geplanten Stilllegungsmaßnahmen im Sinne des langzeitsicheren Abschlusses der radioaktiven Abfälle von der Biosphäre (Stilllegungskonzept) anerkannt.

Das vorgesehene Stilllegungskonzept zur Sicherstellung des langzeitsicheren Abschlusses des schwach- und mittelradioaktiven Abfalls besteht aus einer Kombination folgender Maßnahmen:

- Verfüllung großer Bereiche des ERAM zur Minimierung von Senkungen an der Erdoberfläche und zum Schutz der geologischen Barriere am Salzspiegel (ca. 4 Mio. m³ Salzbeton).
- Abdichtung von Einlagerungsbereichen mit dem Ziel der langzeitlichen Isolierung der radioaktiven Abfälle (21 horizontale Abdichtungen, eine Abdichtung eines Großbohrlochs).
- Offenlassen ausgewählter Hohlräume als Sammel- und Mischungsvolumen (ca. 1,1 Mio. m³) für sich bildende Gase (Korrosion von Metall u. ä.) und nicht ausschließbare Lösungszutritte.
- Verschluss der Schächte Bartensleben und Marie mit mehreren unterschiedlichen Dichtelementen für den sicheren Abschluss von Schadstoffen gegen die Biosphäre.

Neben der Vorbereitung und Durchführung des Erörterungstermins wurden die Planungsarbeiten zur Stilllegung des ERAM fortgesetzt. Die wichtigsten Aufgaben sind die Detailplanungen für das Abdichtungs- und Verfüllkonzept. Aktuell läuft ein

größtechnischer Versuch in der Grube Bartensleben, der die technische Machbarkeit der geplanten langzeitstabilen Abdichtungsbauwerke aus Salzbeton und ihre Funktion als Streckenabdichtung im Steinsalz nachweisen soll. Dieser In-situ-Versuch wird in einer eigens hierfür aufgefahrenen Strecke durchgeführt, die geologisch den abzudichtenden Streckenabschnitten vergleichbar ist. Die Herstellung des Bauwerks wurde Ende Februar 2011 abgeschlossen. Anschließend Messungen und bautechnische Untersuchungen zur Prüfung des Bauwerks werden zurzeit noch fortgeführt. Erste Ergebnisse lassen auf die vorgesehene Funktionsfähigkeit der Abdichtung schließen. Der Abschlussbericht für diese Maßnahme wird Ende 2012 erwartet. Ein weiterer In-situ-Versuch für ein Abdichtbauwerk im Anhydrit, vorzugsweise mit einem MgO-basierten Baustoff, ist im ERAM geplant. Außerdem sind Handhabungsversuche für die geplanten Abdichtungsbauwerke in den Schächten in Vorbereitung.

Umsetzung des Plans zur Offenhaltung

Die Dauerbetriebgenehmigung (DBG) von 1986 gilt nach dem Atomgesetz i. S. d. § 9 b als Planfeststellungsbeschluss fort. Im Jahr 2003 beantragte das BfS, das Endlager nach der Einstellung der Einlagerungen 1998 auf einen Offenhaltungsbetrieb umzurüsten. Hierzu wurde ein Plan 2003 und 2005 in überarbeiteter Form für die Umrüstung und den Offenhaltungsbetrieb des ERAM eingereicht, der die Ausgangssituation für das Vorhaben Stilllegung beschreibt. Dieser Antrag wurde bisher vom MLU nicht beschieden. Auf Basis der Forderungen des MLU wurden die Betriebsanweisungen vom BfS bis

Juni 2012 überarbeitet und an das MLU übersandt. Aktuell erfolgt die abschließende Prüfung der überarbeiteten Betriebsanweisungen durch das MLU und seiner Gutachter. Ein Entwurf der Plangenehmigung Offenhaltung soll nach Aussage des MLU im IV. Quartal 2012 dem BfS zugehen.

Öffentlichkeitsarbeit zum Endlager Morsleben

Fachliche Ansprechpartnerin:

Johanna Barnstorf-Brandes (039050-97525)

Die Öffentlichkeitsarbeit des BfS hat das Ziel, Vertrauen für das vom BfS beantragte Schließungskonzept des Endlagers Morsleben zu gewinnen. Grundsätze der Öffentlichkeitsarbeit bestehen darin, auf Interessen und Fragen der Öffentlichkeit einzugehen und transparent und offen über aktuelle Fragen zu informieren. Komplexe Sachverhalte werden für die Öffentlichkeit verständlich aufbereitet und auch Unsicherheiten und offene Fragen werden klar benannt. Diese Herangehensweise verfolgte das BfS auch im Jahr 2011 bei der Begleitung zweier Meilensteine: Der erfolgreichen Beendigung der Stabilisierungsmaßnahmen sowie dem Erörterungstermin im Rahmen der geplanten Stilllegung.

Bereits zu Beginn des Jahres 2011 konnte das BfS die erfolgreiche Beendigung der Stabilisierungsmaßnahmen im Rahmen der bergbaulichen Gefahrenabwehr im Zentralteil (bGZ) presse- und öffentlichkeitswirksam bekanntgeben. In diesem Zusammenhang wurde die Endlageranimation erweitert um anschauliche und allgemein verständliche Informationen über die abgeschlossenen Maßnahmen sowie die erreichten Ziele der Stabilisierung (www.endlager-morsleben.de). Der Erörterungstermin als einer der wichtigsten Schritte im Zuge der Öffentlichkeitsbeteiligung wurde von der Genehmigungsbehörde vom 13. bis 26.10. 2011 durchgeführt. Hier hatte das BfS als Antragstellerin die Aufgabe, mit den Einwenderinnen und Einwendern ihre Meinungen, Bedenken und Hinweise zum beantragten Schließungskonzept zu erörtern. Die zentralen Fragestellungen wurden dabei in der Sache hart, aber dennoch konstruktiv und fair diskutiert.

Die Öffentlichkeitsarbeit Morsleben hat diesen wichtigen Termin im Verfahren mit Publikationen



Die Infostelle des BfS in Morsleben ist der erste Anlaufpunkt für Besucherinnen und Besucher des ERAM

begleitet. Neben entsprechenden Informationen auf der Homepage wurde der Öffentlichkeit eine Broschüre präsentiert, die anschaulich über den Erörterungstermin und seine Inhalte informiert und mittels einer Zeitleiste die wechselhafte Geschichte des Endlagers aufzeigt (www.bfs.de). Die neue Publikation wurde im Vorfeld des Erörterungstermins mit einer Auflage von 150.000 Exemplaren an die Haushalte der Region rund um das Endlager Morsleben verteilt.

Nach diesem letzten Schritt der Öffentlichkeitsbeteiligung im Stilllegungsverfahren setzt die Öffentlichkeitsarbeit des BfS alles daran, das Verfahren in seinem Ablauf und seinen Inhalten weiterhin transparent zu halten und den auf dem Erörterungstermin begonnenen Dialog mit den Bürgerinnen und Bürgern im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit weiterzuführen. Das Stilllegungskonzept und die Umweltauswirkungen der Stilllegung sollen als inhaltliche Schwerpunkte der Einwenderinnen und Einwender auch in der Öffentlichkeitsarbeit am Standort Morsleben verstärkt berücksichtigt werden.

Auch im Jahr 2011 suchte das BfS wieder verstärkt den direkten Dialog mit der Öffentlichkeit. Die INFO MORSLEBEN in unmittelbarer Nähe des Betriebsgeländes nimmt dabei als zentrale Anlaufstelle für die interessierte Öffentlichkeit eine besondere Stellung ein und stand während des Erörterungstermins mit erweiterten Öffnungszeiten den Bürgerinnen und Bürgern für Fragen und Diskussionen zur Verfügung. Im Jahr 2011 besuchten 1.623 Besucher die Infostelle, wovon 574 Besucher an einer Grubenbefahrung teilnahmen.

Verstärkt wurde im vergangenen Jahr zudem das Infomobil des BfS genutzt, um die Bürgerinnen und Bürger der Region über die geplante Stilllegung des Endlagers Morsleben zu informieren.

ENDLAGER KONRAD

Konrad Repository

Fachlicher Ansprechpartner:

Volker Kunze (03018 333-1930)

The necessary preparations for the construction of the Konrad repository have been continued in 2011. First construction operations as well as sanitary and maintenance operations have been performed. The search for unexploded ordnance devices with subsequent remediation is finished now. The time schedule and the financial budget have been revised with regard to current planning and due to dependency on other authorities.

Einleitung

Auf der Grundlage des Planfeststellungsbeschlusses des niedersächsischen Umweltministeriums aus dem Jahre 2002 wird das ehemalige Eisenerzbergwerk Konrad in Salzgitter, Niedersachsen, derzeit zum Endlager für radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung umgebaut. Der Planfeststellungsbeschluss umfasst auch die grundlegende Baugenehmigung für die Arbeiten zur Errichtung des Endlagers, allerdings auf der Basis von Unterlagen, die größtenteils aus den 1990er Jahren stammen.

Die erforderliche Anpassung der Planung an den Stand von Wissenschaft und Technik und an die geänderten gesetzlichen Vorschriften hat einen deutlich längeren Zeitbedarf ergeben. Mit einer Fertigstellung des Endlagers ist somit nicht vor 2019 zu rechnen.

Bei der Errichtung des Endlagers Konrad sind Baumaßnahmen erforderlich, die keine wesentliche Veränderung des planfestgestellten Endlagervorhabens darstellen und daher nach Atomgesetz nicht planfeststellungsbedürftig sind. Doch auch unwesentliche Änderungen können baugenehmigungspflichtig sein. Um den Verwaltungsaufwand zu minimieren, strebte das BfS seit 2008 ein beschleunigtes Zustimmungsverfahren nach § 82 Absatz 1 der Niedersächsischen Bauordnung (NBauO) an.

Im Juli 2010 wurde ein erster Zustimmungsantrag für bauliche Änderungen an der Schachthalle Konrad 1 beim Niedersächsischen Ministerium für Soziales, Frauen, Familie, Gesundheit und Integration (NMS) eingereicht. Dieser Antrag wurde mit Verweis auf die Zuständigkeit der Stadt Salzgitter zunächst zurückgewiesen.

Im Herbst 2011 erkannte das Land Niedersachsen die projektbezogene Privilegierung des BfS gemäß dem Zustimmungsverfahren nach § 82 Niedersächsische Bauordnung (NBauO) an. Voraussetzung hierfür war unter anderem der Nachweis, dass das Bundesamt für Strahlenschutz ausreichend Mitarbeiter mit entsprechender Fachkunde und Kompetenz vorweisen kann. Erst nach Anerkennung der Privilegierung des BfS und erneuter Antragstellung im September 2011 erteilte das NMS im Dezember 2011 die Zustimmung gemäß § 82 NBauO für bauliche Änderungen an der Schachthalle Konrad 1. Dass die Frage nach der für die entsprechende Genehmigung zuständigen Behörde 2011 geklärt werden konnte, ist ein wichtiger Schritt für das Endlager Konrad.

Durchgeführte Arbeiten

Für die verkehrstechnische Anbindung der Anlage am Schacht 2 muss die Kreisstraße 39 (K 39) umgebaut werden. Hierzu wurde mit der Stadt Salzgitter eine Verwaltungsvereinbarung abgeschlossen. Die Planung und das Einholen aller erforderlichen Genehmigungen für die äußere Anbindung einschließlich Umbau und Sanierung der K39 werden Ende 2012 abgeschlossen werden. Der gemeinsame Baubeginn mit der Stadt Salzgitter erfolgt im Frühjahr 2013.

Gegenwärtig ist Konrad 2 über eine andere provisorische Straße angebunden.

Abstimmungen mit der Stadt Salzgitter und der Niedersächsischen Landgesellschaft über die Beschaffung von Flächen für Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen finden weiterhin statt.

Die temporären Förderanlagen für die Schachtsanierung auf Konrad 1 einschließlich der Windenhalle mit den darin befindlichen Antriebsmaschinen wurden bereits errichtet. Die Schachtbauarbeiten zur Sanierung des Schachtmauerwerks laufen planmäßig. Ebenso setzen sich auf Konrad 2 die Arbeiten zur Sanierung des Schachtes und der Erneuerung der Schachtförderanlage fort.

Das Fördermaschinengebäude Süd auf Konrad 1 (ohne Maschinenteknik) ist fertiggestellt, die Errichtung des Medienkanals Konrad 1 (unterirdischer Kanal zur Verteilung von z. B. Stromleitungen, s. Abb. S. 78 oben) schreitet fort. Auf Konrad 1 wird die Containeranlage erweitert. Außerdem wurde mit der Herrichtung der Baustelleneinrichtungsflächen auf Konrad 2 begonnen. Nach Maßgabe der niedersächsischen Behörden wurde im Jahr 2011 der Sicherungszaun um das Gelände von Konrad 2 installiert.



Errichtung des Medienkanals auf dem Schachtgelände Konrad 1

Die untertägigen Streckenertüchtigungen und die Auffahrungen der Einlagerungskammern im Feld 5/1 werden vor Beginn der Einlagerung durchgeführt. Die Sanierungen und der Streckenvortrieb verlaufen planmäßig, ebenso wurde die Sonderbewetterungsanlage installiert. In verschiedenen Bereichen unter Tage und in den Traforäumen werden Kabel und Beleuchtung verlegt. Außerdem wurden Bohrungen vorgenommen und Extensometer zur Messung von Gebirgsbewegungen montiert.



Errichtung des Sicherungszauns um das Schachtgelände Konrad 2

Die jährliche Routineüberprüfung des Fördergerüsts Konrad 1 ergab, dass zusätzliche Instandhaltungsmaßnahmen erforderlich sind, um die Beständigkeit der Stahlkonstruktion für den Zeitraum der Umrüstung und des Betriebs des Endlagers Konrad sicherzustellen. Bei den Maßnahmen handelt es sich um Sanierungs- und Korrosionsschutzarbeiten, die voraussichtlich bis 2012 andauern werden.

Aktuelle Herausforderungen

Der Planfeststellungsbeschluss für das Endlager Konrad enthält nahezu 600 Nebenbestimmungen, die unterschiedliche Rechtsgebiete (u. a. Baurecht, Atomrecht, Wasserrecht) betreffen. Da die Planungen zum Teil noch aus den 1990er Jahren stammen, ist eine weitgehende Überarbeitung aufgrund des fortgeschrittenen technischen Regel-



Das Fördergerüst von Schacht Konrad 1. Das denkmalgeschützte Doppelbockgerüst muss im Zuge der Umrüstung aufwändig saniert werden.



Ein Filmteam des ZDF drehte im Dezember 2011 eine Grubenwehreibung in Konrad, die im Rahmen des Formats „Geheimnisvolle Unterwelten“ im März 2012 ausgestrahlt wurde.

werks nötig, in dem beispielsweise auch die neuen Vorgaben der Bundesregierung zur Energieeffizienz berücksichtigt werden müssen. Die Aufarbeitung der Unterlagen lässt absehen, dass sich somit für nahezu alle Gebäude Änderungen ergeben, die baugenehmigungspflichtig sind.

Eine Nebenbestimmung zum Planfeststellungsbeschluss zum Endlager Konrad betrifft die gehobene wasserrechtliche Erlaubnis. Diese begrenzt die Menge der in den radioaktiven Abfällen enthaltenen nichtradioaktiven schädlichen Stoffe. Für den sicheren Betrieb des Endlagers ist auch der Nachweis notwendig, dass die Festlegungen der so genannten gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis eingehalten werden. So kann ausgeschlossen werden, dass beispielsweise landwirtschaftliche Produkte aus der Region während des Einlagerungsbetriebs oder nach dem Verschluss unzulässig mit Schadstoffen belastet werden. Der Niedersächsische Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) hat am 15. März 2011 der Vorgehensweise des BfS zugestimmt, mit der die Festlegungen der gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis für das Endlager Konrad konkret umgesetzt werden sollen.

Als ein grundsätzliches Projektrisiko hat sich das so genannte „Bauen im Bestand“ erwiesen. Dies bedeutet, dass einige Gebäude und Einrichtungen in einem schlechteren Zustand als erwartet sind und somit umfangreicher saniert werden müssen. Dies hat sowohl Auswirkungen auf die Bauabläufe, als auch auf den Zeitplan.

Die neue Festlegung des Bundesumweltministeriums, nach der alle Personen, die bei der Errichtung oder dem Betrieb auf der Anlage Konrad tätig sind, nach der Atomrechtlichen Zuverlässig-

keitsüberprüfungs-Verordnung (AtZüV) überprüft werden müssen, bedeutet ebenfalls einen erhöhten Zeitbedarf und Mehraufwand. Welche Auswirkungen all diese Sachverhalte auf die Fertigstellung des Endlagers haben, wird derzeit noch bewertet.

Öffentlichkeitsarbeit zum Endlagerprojekt Konrad

Fachlicher Ansprechpartner:

Arthur Junkert (03018 333-1283)

Das Interesse von Bürgerinnen und Bürgern am Endlagerprojekt Konrad, dem ersten in Deutschland nach Atomgesetz genehmigten Endlager, ist nach wie vor ungebrochen. Im Jahr 2011 machten sich rund 3.700 Bürgerinnen und Bürger in der Informationsstelle INFO KONRAD zum geplanten Endlager Konrad kundig, etwa 2.700 davon nahmen auch an einer Grubenfahrt teil. Neben dem Besuch der Infostelle und der Schachanlage stieg auch die Nachfrage nach Vorträgen außer Haus zu Themen wie Transporten, Umgebungsüberwachung, Endlagerung allgemein und natürlich Konrad im Besonderen.

25 Schulklassen und zehn andere Bildungseinrichtungen wie Universitäten und Fachhochschulen nutzten 2011 das Angebot der Befahrung. Diese kamen nicht nur aus der näheren Umgebung, sondern auch aus Städten wie Kiel oder Mainz. Auch internationale Expertinnen und Experten verschafften sich vor Ort einen Eindruck vom Endlager.

Nach wie vor steht Konrad im Fokus der Presse. So wurde neben mehreren Fotografen auch ein

Filmteam des ZDF, des NDR und des Bayerischen Rundfunks betreut.

Auch der 2010 begonnene Dialog mit dem niedersächsischen Landvolk hat Früchte getragen. Viele Landwirte in der Umgebung des zukünftigen Endlagers sorgen sich, dass ihre Produkte durch das Endlager radiologisch belastet werden könnten. Deshalb wünschten diese, die Umgebungsüberwachung Konrads durch ein weiteres Messprogramm zu ergänzen. Diesem Anliegen trug das BfS mit der Beauftragung eines weiteren Instituts, einem Labor für Radionuklidanalytik, Rechnung. Zu den 58 vorgeschriebenen Proben pro Jahr nach der Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI) werden nun 195 zusätzliche Proben durch das unabhängige Messinstitut genommen und ausgewertet. Das zusätzliche Messprogramm startet im Januar 2012.

Der stetig aktualisierte Internetauftritt (www.endlager-konrad.de) verzeichnete 2011 vermehrte Zu-



Praktizierte Öffentlichkeitsarbeit zu Konrad: Eine Besuchergruppe informiert sich über das erste nach Atomgesetz genehmigte Endlager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle in Deutschland.

griffe. Insgesamt registrierte die Homepage rund 94.000 Besucherinnen und Besucher und rund 1,6 Millionen aufgerufene Seiten. Dabei waren insbesondere die Suchfunktion, das erläuternde Glossar, die Baudokumentation, die Thematik der Endlagerung und die Herkunft des radioaktiven Abfalls von besonderem Interesse.

ERKUNDUNGSBERGWERK GORLEBEN

Gorleben Exploratory Mine

Fachlicher Ansprechpartner:

Wilhelm Hund (03018 333-1800)

As a result of a selection procedure within the federal state, the Government of Lower Saxony proposed Gorleben to become the site for a nuclear waste management centre of the Federal Government in 1977. The above-ground work for the exploration of the Gorleben salt dome was started in April 1979 and concluded in 1998. The underground exploration started in October 1986 by sinking the first of the two shafts. In 2000 the Federal Government agreed with the electric utilities upon a moratorium on the exploration works at the Gorleben site for at least 3 years up to maximum of 10 years to clarify conceptual and safety-related issues of radioactive waste disposal. During the moratorium the exploratory mine was kept open, i. e. only maintenance and measuring, monitoring and documentation works were carried out that were necessary under operational aspects. The Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety gave order in March 2010 to re-

sume the planning for the further exploration from October 2010. The Federal Office for Radiation Protection (BfS) is operator of the Gorleben exploratory mine. The German Company for the Construction and Operation of Waste Repositories (Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern für Abfallstoffe mbH, DBE) has been commissioned by the BfS with operating the mine and performing the exploratory mining works.

Geschichte

1977 wurde der Standort Gorleben von der niedersächsischen Landesregierung nach einem landesinternen Auswahlverfahren als Standort für ein nukleares Entsorgungszentrum der Bundesregierung vorgeschlagen. Die Arbeiten zur übertägigen Erkundung des Salzstocks Gorleben wurden im April 1979 aufgenommen und im Jahre 1998 abgeschlossen. Mit dem Abteufen des ersten der beiden



Das Erkundungsbergwerk Gorleben aus der Luft betrachtet

Schächte begann im Oktober 1986 die untertägige Erkundung. Im Jahr 2000 hatte die Bundesregierung mit den Energieversorgungsunternehmen ein Moratorium für die Erkundungsarbeiten am Standort Gorleben für eine Dauer von maximal 10 Jahren vereinbart. In dieser Zeit sollten konzeptionelle und sicherheitstechnische Fragen der Endlagerung radioaktiver Abfälle geklärt werden. Während des Moratoriums wurde das Erkundungsbergwerk offen gehalten, d. h. es wurden betrieblich notwendige Unterhaltungs-, Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen sowie Mess-, Überwachungs- und Dokumentationsarbeiten durchgeführt. Im März 2010 legte das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) fest, die Erkundungsarbeiten wieder aufzunehmen.

Für die Weiterführung der Erkundungsarbeiten beantragte das BfS als Betreiber beim niedersächsischen Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) eine Verlängerung des Rahmenbetriebsplans aus dem Jahre 1983. Darüber hinaus beantragte das BfS die Zulassung des die nächsten zwei Jahre abdeckenden Hauptbetriebsplans. Nähere Informationen finden Sie unter www.bfs.de/de/endlager/erkundungsbergwerk_gorleben/weitere_informationen/klagen_gorleben.html. Mit Vorliegen der bergrechtlichen Zulassungen wurden die Erkundungsarbeiten am Standort Gorleben wieder aufgenommen. Auf Grundlage des

BMU-Erlasses vom 6. Dezember 2011, welcher die laufenden Konsensgespräche zum weiteren Vorgehen bei der Endlagerung radioaktiver Abfälle und zur Erkundung Gorlebens berücksichtigt, wurden Streckenauffahrungen in den EB 3 zurückgestellt.

Ziel der Erkundungsarbeiten

Ziel der Erkundung des Standortes Gorleben ist es zu klären, ob die geowissenschaftlichen Anforderungen an ein Endlager am Standort Gorleben erfüllt sind und eine sichere Endlagerung radioaktiver Abfälle im Salzstock Gorleben realisierbar ist. Zentrale Fragestellungen dieser Erkundung sind

- die Standsicherheit des Endlagerbergwerks,
- die Integrität der geologischen Barriere und ihre Wirksamkeit für einen Nachweiszeitraum von 1 Mio. Jahren,
- die sicherheitliche Bewertung von potenziellen Wegsamkeiten für salinare Lösungen sowie
- das Vorkommen von Salzlösungen und Kohlenwasserstoffen (KW) im Salzgebirge.

Diese Fragen lassen sich nach derzeitigem Stand von Wissenschaft und Technik nur über eine geowissenschaftliche Erkundung von unter Tage klären. Zur Prüfung der grundlegenden Anforderungen an ein Endlager für radioaktive Abfälle wurde ein geologisches Erkundungsprogramm

auf Basis der bereits vorliegenden Erkundungsergebnisse und der identifizierten offenen Fragestellungen geplant.

Parlamentarischer Untersuchungsausschuss Gorleben (PUA Gorleben)

Der Deutsche Bundestag hat am 26. März 2010 einen Untersuchungsausschuss zur Historie des geplanten Endlagers für radioaktive Abfälle in Gorleben eingesetzt (PUA Gorleben). Es wurden 26 Fragen formuliert, die Aufschluss darüber bringen sollen, ob die Entscheidung für den Standort nach dem aktuellen Stand der Technik gefällt wurde, ob es politische Vorfestlegungen bezüglich des Standortes gegeben hat und ob Mitglieder oder Mitarbeiter der Bundesregierung oder Dritte Gutachten beeinflusst, dem Parlament oder der Öffentlichkeit Informationen vorenthalten oder falsche Angaben gemacht haben. Der PUA Gorleben wurde 2011 fortgeführt (www.bundestag.de/bundestag/ausschuesse17/ua/1untersuchungsausschuss/index.jsp).

Erkundungskonzept für die geowissenschaftliche Erkundung des Salzstocks Gorleben

Für die Endlagerung Wärme entwickelnder radioaktiver Abfälle eignet sich insbesondere zusammenhängendes, großvolumiges, homogenes Salzgestein als einschlusswirksamer Gebirgsbereich. Auf Basis der vorliegenden Erkenntnisse wird das Hauptsalz (z2HS) der Staßfurt-Folge (z2) als Wirtsgestein bevorzugt.

Die Erkundung soll klären, ob solche, für eine mögliche Endlagerung radioaktiver Abfälle geeigneten Salzbereiche im Salzstock Gorleben vorhanden sind. Hierfür sind auch Kenntnisse über die geologischen Verhältnisse bis zu mehreren hundert Metern unterhalb der Erkundungssohle erforderlich.

Für die Langzeitsicherheit eines Endlagers ist es von entscheidender Bedeutung, dass die Integrität der geologischen Barriere zwischen dem Grubengebäude und grundwasserführenden Schichten über den verlangten Nachweiszeitraum erhalten bleibt. Das Erkundungskonzept sieht im Salzstock Gorleben daher die Ermittlung des Vorhandenseins und schließlich die räumliche Lage von potenziellen Wegsamkeiten für Salzlösungen als weiteren wesentlichen Erkundungsschwerpunkt vor. Wegsamkeiten könnten sich insbesondere beim Salzauf-

stieg (Diapirismus) in mächtigen Anhydritgesteinen (Hauptanhydrit; z3HA) gebildet haben. Anhydrit reagiert auf Druckbeanspruchung während des Salzaufstiegs spröde im Vergleich zu dem ihn umgebenden kriechfähigen und plastisch verformbaren Salz. Er zerbricht daher in einzelne Schollen und neigt zur Bildung von Klüften. Deshalb müssen für eine Bewertung der Integrität die räumliche Lage von Hauptanhydritvorkommen im Salzstock und der Grad der Zerböckung ermittelt werden. Im Salzstock Gorleben angetroffene Lösungs-, Kondensat- und Gasvorkommen werden z. B. mittels Druckaufbaumessungen, chemischer Analysen und Isotopenbestimmungen untersucht und bewertet. Weitere Untersuchungen dienen der Ermittlung des Wassergehaltes der salinaren Gesteine sowie der Anpassung des geologischen Lagerstättenmodells an den aktuellen Kenntnisstand der Erkundung. Weiterer Untersuchungsbedarf kann im Zuge der Erarbeitung der vorläufigen Sicherheitsanalyse identifiziert werden.

Betriebliche Arbeiten

Die betrieblichen Arbeiten beschränken sich derzeit auf das Erstellen der Bohrungen zur geowissenschaftlichen Erkundung. Die dazu erforderlichen Bohrer wurden ausgesetzt bzw. befinden sich in der Herstellung.

Es wurden betrieblich die Vorbereitungen für die Erweiterung der vorhandenen Bohrtechnik durch zwei Großbohranlagen getroffen, mit denen ab 2012 auch Vertikalbohrungen bis zu ca. 400 Meter Tiefe möglich sind.

Die bergmännische Instandhaltung der untertägigen Strecken und Hohlräume erfolgt nach einem „Beraubeplan“. Das anfallende Beraubesalz wird gemeinsam mit dem aus der Bohrortauffahrung anfallenden Haufwerk regelmäßig zutage gefördert und auf der Salzhalde abgelagert. Weitere betriebliche Überwachungsmaßnahmen verlaufen planmäßig.

Der Gültigkeitszeitraum des zugelassenen Hauptbetriebsplanes endet im Laufe des Jahres 2012. Ein neuer Hauptbetriebsplan bzw. ein Antrag auf Verlängerung des zugelassenen Hauptbetriebsplanes um 3 Monate wird Mitte 2012 bei der bergrechtlichen Genehmigungsbehörde eingereicht.

Erkundungsarbeiten im Salzstock Gorleben

Geologische Erkundungsbohrungen, geotechnische Bohrungen und Messungen sowie geophysikalische Messungen in Bohrungen und Strecken wurden im EB1 durchgeführt. Gesteins-, Gas-, Lösungs- und Kondensatproben für weiterführende Untersuchungen und Analysen im Labor wurden gewonnen. Schwerpunktmäßig umfassten die durchgeführten Arbeiten die folgenden Untersuchungen:

- Elektromagnetische Reflexionsmessungen (EMR-Messungen) in Strecken und Bohrungen.
- Ultraschallmessungen (Messung der Intervallgeschwindigkeiten) in Bohrungen zur Untersuchung der KW-Vorkommen.
- Geologische Kartierung neu aufgefahrener Hohlräume.
- Bohrkernaufnahme.
- Chemische Analyse von Kohlenwasserstoffen (Gase und Kondensate).
- Chemische und mineralogische Analyse von Salzgesteinen.
- Messung der Gesteinsdurchlässigkeit in Bohrungen mittels Packertests.
- Temperaturmessungen.
- Druckaufbaumessungen zur Untersuchung der CO₂-Vorkommen.

- Spannungsmessungen zur Erfassung des Gebirgsspannungszustandes im Salinar.
- Messung der Gebirgsbewegung und -verformung.
- Salzmechanische Untersuchungen an Gesteinsproben.

Gezielt ausgerichtete geologische Erkundungsbohrungen liefern u. a. Daten über die Lage und den Verlauf des nördlichen und mittleren Hauptanhydritstranges. Eine Bohrung bestätigte die anhand früherer Untersuchungen nachgewiesene Zerblokkung des mittleren Hauptanhydritstranges. Für die Untersuchung der im Erkundungsbergwerk angetroffenen gasförmigen und flüssigen Kohlenwasserstoffvorkommen (KW) wurde ein umfangreiches Bohr- und Analyseprogramm konzipiert. Dieses Programm ist zum Teil umgesetzt. Die Untersuchungsergebnisse sollen eine Grundlage für die sicherheitliche Bewertung der KW-Vorkommen liefern. Dazu wurden im Jahr 2011 Packerbohrungen für Druckaufbau- und Permeabilitätsmessungen und Kurzbohrungen im Querschlag 1 West und Querschlag 1 Ost mit je ca. 6 m Länge gestoßen, welche der Gewinnung von Probenmaterial für weiterführende Laboruntersuchungen zu den Kohlenwasserstoffen dienten. Auf Basis geologischer Aufnahmen von Bohrkernen (auch unter UV-Licht) sowie der Analysenbefunde können Aussagen zur Verteilung der KW im Gebirge getroffen





Das BfS mit seinem Infomobil auf dem Tag des Offenen Dorfes 2011 in Gorleben

werden. Des Weiteren wurde eine ca. 360 m lange Bohrung (RB 639) parallel zum Querschlag 1 West gestoßen, die der Gewinnung von Probenmaterial für mineralogische Untersuchungen diene. Die Bohrung wurde auch für geotechnische und geophysikalische Messungen genutzt. Zwei Bohrungen zur Untersuchung der Gorlebenbank, die als potenzieller Lösungsbringer salzstockinterner Lösungen gilt, wurden erstellt. Ihre Länge beträgt 34,7 m (RB753 auf 820-m-Sohle) bzw. 33,7 m (RB754 auf 880-m-Sohle). Diese Bohrungen wurden geotechnisch und geophysikalisch vermessen.

Neben den Arbeiten zur geologischen Erkundung wurden die oben erwähnten geophysikalischen und geotechnischen Messungen im Erkundungsbergwerk durchgeführt. Dabei handelt es sich unter anderem um Georadar-Messungen (EMR, elektromagnetische Reflexion). Diese geophysikalische Messmethode kann in Bohrungen und Strecken oder anderen Hohlräumen angewendet werden und dient dazu, das Gebirge zerstörungsfrei zur Bestimmung von geologischen Strukturen zu untersuchen. Im Erkundungsbergwerk wurden EMR-Messungen in verschiedenen Strecken mit unterschiedlichen Messkonfigurationen und Antennen ausgeführt. Diese Messungen dienten der Untersuchung der Lagerungsverhältnisse zwischen aufgefahrenen Bereichen in Richtung Salzspiegel, der Salzstockflanken sowie der Hauptanhydritstränge.

Detaillierte Informationen zu den in 2011 durchgeführten Erkundungsarbeiten finden Sie unter www.bfs.de/de/endlager/erkundungsbergwerk_gorleben/weitererkundung/aktuelle_arbeiten/erkundungsarbeiten_2011.html.

Öffentlichkeitsarbeit zum Erkundungsbergwerk Gorleben

Fachlicher Ansprechpartner:

Markus Nitsch (05882 987-2912)

Das Bundesamt für Strahlenschutz betreibt im Zugangsgebäude des Erkundungsbergwerks Gorleben eine Informationsstelle. Die Mitarbeiter der Infostelle informieren Besucher über die Endlagerung radioaktiver Abfälle und den Stand der Erkundungen am Salzstock Gorleben. Nach Voranmeldung organisiert die Infostelle Besucherbefahrungen des Erkundungsbergwerks. Im Jahr 2011 nahmen insgesamt etwa 4.000 Besucher die Informationsangebote der Infostelle Gorleben wahr. Fast 3.500 von ihnen besichtigten in diesem Rahmen auch das Erkundungsbergwerk.

Am 24. September 2011 präsentierte sich die Infostelle Gorleben mit dem BfS-Infomobil auf dem "Tag des Offenen Dorfes" in Gorleben. Zahlreiche interessierte Besucherinnen und Besucher nutzten diese Gelegenheit, um sich über das Thema „Endlagerung radioaktiver Abfälle“ zu informieren.

Der Hintergrund der Informationsarbeit der Infostelle Gorleben erweiterte sich 2011 nach dem Reaktorunglück in Fukushima. Dem im Konsens vorgenommenen Ausstieg aus der Nutzung der Kernenergie soll eine politische Neuorientierung bei der Suche nach einem Endlager für Wärme entwickelnde Abfälle folgen. Hierzu wird angedacht, Alternativen zum Standort Gorleben zu erkunden.

ENDLAGERUNG WÄRME ENTWICKELNDER RADIOAKTIVER ABFÄLLE – INTERNATIONALER STAND

International Status of Disposal of Heat-Generating Radioactive Waste

Fachlicher Ansprechpartner:

Jürgen Wollrath (03018 333-1964)

Whereas the disposal of radioactive waste with negligible heat generation (i. e. low level and intermediate level radioactive waste) is well-matured, a repository for heat-generating waste such as the vitrified fission product solution and spent nuclear fuel when declared to be waste does not yet exist worldwide. Ongoing activities comprise conceptual design studies up to detailed planning work. Most well-developed countries using nuclear energy prepare site selection criteria and respective procedures including the participation of the public. Only few countries succeeded in implementing such criteria and procedures already resulting in site investigations. A survey on the status and current activities in the area of disposal of heat-generating radioactive waste is given.

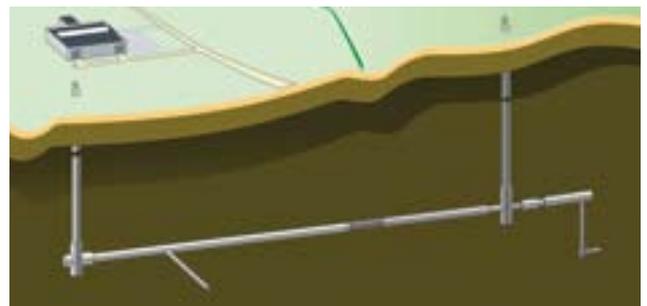
Bei den Arbeiten zur Entsorgung radioaktiver Abfälle hat sich weltweit die Auffassung durchgesetzt, dass es – unabhängig von der Nutzung der Kernenergie zur Stromerzeugung – langfristig sichere und von der Öffentlichkeit akzeptierte Lösungen für die Endlagerung der bereits vorhandenen und der zukünftig anfallenden Abfälle geben muss. International hat sich dabei die Endlagerung von radioaktiven Abfällen mit vergleichsweise kurzlebigen Radionukliden in oberflächennahen Endlagern und von radioaktiven Abfällen mit vergleichsweise langlebigen Radionukliden in tiefen geologischen Formationen durchgesetzt. Es besteht Konsens darüber, dass ein Entsorgungskonzept einen definierten Endpunkt (Endlagerung) beinhalten muss. Konzepte ohne einen solchen Endpunkt werden aus ethischen Gründen als nicht akzeptabel betrachtet und auch als potenziell unsicher eingestuft.

Die Entsorgung darf nicht zukünftigen Generationen überlassen werden. Lösungen sind jetzt zu erarbeiten, auch wenn die Realisierung eines Endlagerprojektes von den ersten konzeptionellen Überlegungen bis zur Aufnahme des Einlagerungsbetriebes sehr lange Zeiträume in Anspruch nehmen kann.

Für die Endlagerung von radioaktiven Abfällen aus der Wiederaufarbeitung, wie z. B. verglastes Spaltproduktkonzentrat, und von ausgedienten Brennelementen, die direkt endgelagert werden sollen, sind bisher überwiegend nur Planungsarbeiten (konzeptionelle Überlegungen bis konkrete Planungen) durchgeführt worden (vgl. Jahresbericht 2008 des BfS). Ergänzend kommt die Entwicklung von Standortauswahlverfahren hinzu, die in einigen Fällen bereits angewendet worden sind und zur Untersuchung von potenziell geeigneten Standorten geführt haben. Ein betriebsbereites Endlager für Wärme entwickelnde radioaktive Abfälle existiert bisher weltweit noch nicht. Der gegenwärtige internationale Stand soll anhand der nachfolgenden Beispiele aufgezeigt werden.

Belgien

In Belgien wird Ton auf seine Eignung als Wirtsgestein für ein Endlager für Wärme entwickelnde Abfälle untersucht. Experimentelle Arbeiten werden in einem Untertagelaboratorium in etwa 220 m Tiefe bei Mol durchgeführt. Planungs- und Sicherheitsstudien zur Endlagerung dieser Abfälle erfolgten durch die in Belgien für das Management der radioaktiven Abfälle zuständige Organisation ONDRAF/NIRAS im Rahmen des Projekts SAFIR und werden derzeit im ersten Sicherheits- und Machbarkeitsbericht SFC-1 zusammengefasst. Weiterhin erarbeitet ONDRAF/NIRAS derzeit einen Plan für den langfristigen Umgang mit den hochradioaktiven Abfällen. Dieser Plan wird ergänzt mit einer Umweltverträglichkeitsuntersuchung, in der auch Alternativen zu einer Endlagerung im Ton betrachtet werden. Diese Unterlagen sollen die belgische Regierung in die Lage versetzen, die



Schematische Darstellung des Untertagelaboratoriums HADES in Mol / Belgien (Quelle: EIG EURIDICE)



Untertagelabor HADES in Mol / Belgien (Quelle: EIG EURIDICE)

technische Option für den langfristigen Umgang mit diesen Abfällen festzulegen sowie den Entscheidungsprozess für eine schrittweise Umsetzung dieser Option und die Herangehensweise zum Erreichen einer anhaltenden gesellschaftlichen Unterstützung festzulegen.

Frankreich

Die Vorgehensweise zur Behandlung Wärme entwickelnder radioaktiver Abfälle ist in Frankreich seit 1991 gesetzlich geregelt. Dabei sollen drei Optionen untersucht werden: Die Machbarkeit der Abtrennung von langlebigen Radionukliden aus dem Abfall (Partitioning) und ihre Umwandlung in kurzlebige oder nichtradioaktive Elemente (Transmutation) soll bis 2012 ermittelt werden und ggf. eine Pilotanlage bis 2020 errichtet werden. Für eine ggf. auch längerfristige Lagerung von Wärme entwickelnden radioaktiven Abfällen sollen bis 2015 die notwendigen Einrichtungen vorhanden sein. Für die Endlagerung der radioaktiven Abfälle mit der Option einer Rückholbarkeit der endgelagerten Abfälle für etwa 100 Jahre soll von der dafür zuständigen Organisation ANDRA in 2015 ein Genehmigungsantrag gestellt werden. Die Inbe-

triebnahme des Endlagers ist für 2025 vorgesehen. Die Endlagerung ist seit 2006 nach der Demonstration ihrer Machbarkeit die Referenzlösung. Zur Ermittlung der Machbarkeit der Endlagerung sollten ursprünglich Untertagelabore in drei verschiedenen Wirtsgesteinen eingerichtet werden. Davon wurde aber auf Grund von mangelnder Akzeptanz in der betroffenen Öffentlichkeit nur das Labor im Wirtsgestein Ton nahe der Ortschaft Bure verwirklicht. Aufbauend auf den Ergebnissen, die im Untertagelabor gewonnen wurden, erfolgt die Festlegung des Standorts für das Endlager in einem gestuften Verfahren unter Beteiligung der betroffenen Öffentlichkeit. In diesem Verfahren ist zunächst eine 250 km² große Standortregion identifiziert worden, die anschließend auf 30 km² eingengt worden ist. In diesem Gebiet sollen detaillierte Untersuchungen zur genauen Festlegung des Ortes des Endlagerbergwerks durchgeführt werden. Das Verfahren soll 2013 mit einer öffentlichen Debatte abgeschlossen werden.

Finnland

In Finnland ist nach Abschluss des Standortauswahlverfahrens, in dem die möglichen Standortge-

meinden ein Einspruchsrecht haben, im Jahr 2001 die Entscheidung gefallen, den Standort Olkiluoto für die Endlagerung von ausgedienten Brennelementen zu untersuchen. In unmittelbarer Nähe zu den dortigen Kernkraftwerken soll das Endlager für abgebrannte Brennelemente in einer kristallinen Gesteinsformation in einer Tiefe von etwa 400 m errichtet werden. Am Standort Olkiluoto wird von der mit der Endlagerung betrauten Firma Posiva Oy seit 2004 das Untertagelaboratorium Onkalo eingerichtet, um die erforderlichen Untersuchungen zum Nachweis der Eignung des Granits als Wirtsgestein durchzuführen und um Endlagertechniken erproben zu können. Die Endtiefe von 420 m ist 2010 erreicht worden. Der Antrag auf Baugenehmigung für das Endlager soll 2012 gestellt werden. Bis spätestens 2016 soll die Baugenehmigung vorliegen. Die Inbetriebnahme der Anlage ist für das Jahr 2020 geplant, sein Verschluss ist bis 2120 vorgesehen (100 Jahre Einlagerungsbetrieb).

Großbritannien

In Großbritannien sind die Vorgehensweise und die Zuständigkeiten im Bereich der Entsorgung radioaktiver Abfälle seit 2001 mit dem „Managing Radioactive Waste Safely“-Programm neu geregelt

worden. Mit der Nuclear Decommissioning Authority (NDA) wurde 2004 eine Behörde geschaffen, die sowohl für die Stilllegung von kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen als auch für die Entsorgung der radioaktiven Abfälle verantwortlich ist. Als Genehmigungsbehörde fungiert seit 2011 das Office for Nuclear Regulation (ONR). Die Festlegung eines Standortes für Errichtung und Betrieb eines Endlagers für Wärme entwickelnde radioaktive Abfälle erfolgt im Rahmen eines Auswahlverfahrens. In dem von der britischen Regierung im Juni 2008 veröffentlichten „White Paper“, das den Rahmen für die Errichtung eines Endlagers beschreibt, ist die Aufforderung an Gemeinden und Regionen festgelegt, ihr Interesse an einer Beteiligung im Standortauswahlverfahren zu bekunden. Derartige Interessensbekundungen müssen auf einer pluralistischen Diskussion in den Gemeinden bzw. Regionen beruhen. Derzeit haben zwei Gemeinden zusammen mit dem Rat der Grafschaft Cumbria ihr Interesse bekundet, in dem weiteren Verfahren ergebnisoffen mitzuwirken. Die britische Regierung versucht derzeit noch weitere Interessenten zu finden. Die standortspezifischen Eignungsuntersuchungen sollen durch einen umfangreichen Dialog zwischen den lokalen Behörden, der Öffentlichkeit und der das Verfahren betreibenden NDA

Untertagelaboratorium Onkalo / Finnland (Quelle: Posiva Oy)



begleitet werden. Die NDA ist beauftragt worden zu untersuchen, wie das Endlagerprogramm beschleunigt werden kann und ob es möglich ist, innerhalb von 10 Jahren zur Inbetriebnahme eines Endlagers zu gelangen.

Schottland verfolgt einen Sonderweg. 2011 wurde bekannt gegeben, dass hochradioaktiver Abfall langfristig oberflächennah und möglichst dicht an den Standorten, wo dieser Abfall entsteht, gelagert werden soll. Der Betreiber muss aufzeigen, wie das Lager überwacht wird und wie eine Rückholung der Abfälle erfolgen kann.

Japan

In Japan ist die Nuclear Waste Management Organisation of Japan (NUMO) für die Endlagerung Wärme entwickelnder Abfälle und abgebrannter Brennelemente in tiefen geologischen Formationen zuständig. Zentrale Elemente der Arbeiten zur Realisierung eines Endlagers sind ein dreistufiger Standortauswahlprozess und die Akzeptanz der Standorte in der Öffentlichkeit, wobei um freiwillige Standortkandidaten geworben wird. NUMO führt derzeit ein Auswahlverfahren für potenziell geeignete Endlagerstandorte durch. Zunächst hatte eine Gemeinde Standortuntersuchungen zugestimmt, hat diese Zustimmung jedoch 2007 nach einem Wechsel des Bürgermeisters zurückgezogen. Es wird jedoch an dem Standortauswahlprozess festgehalten und durch intensive Diskussionen, Öffentlichkeitsarbeit und Workshops weiterhin versucht, freiwillige Standortgemeinden zu finden. Der Prozess wurde durch den Tsunami vom 11. März 2011 und den damit verbundenen Reaktorunfall in Fukushima zunächst unterbrochen.

Kanada

In Kanada sieht die 2002 gegründete zuständige Nuclear Waste Management Organisation (NWMO) die Endlagerung ausgedienter Brennelemente in tiefen geologischen Formationen mit der Option der Rückholbarkeit vor. Die von der NWMO vorgeschlagene grundsätzliche Vorgehensweise (Adaptive Phased Management, APM), die unter Beteiligung der Öffentlichkeit erarbeitet wurde, wurde im Juni 2007 durch die Regierung bestätigt. Das APM gliedert sich in drei Phasen. Es beginnt mit der Vorbereitung des Standortauswahlverfahrens und endet mit dem Verschluss des Endlagers nach einer Überwachungsphase. Das gesamte Verfahren beinhaltet die kontinuierliche Beteiligung der Öf-

fentlichkeit und insbesondere die Zustimmung und Unterstützung der Bevölkerung aus den Standortgemeinden. Ein entsprechendes Standortsuchverfahren wird derzeit von der NWMO unter Einbezug der Öffentlichkeit entwickelt. Als Ergebnis der bereits durchgeführten öffentlichen Konsultationen wurde festgelegt, dass sich die Endlagerstandortsuche vorerst auf Regionen beziehen wird, in denen die Kernenergie genutzt wird.

Schweden

Im Rahmen eines Standortauswahlverfahrens mit umfangreicher Öffentlichkeitsbeteiligung hat die für die Entsorgung radioaktiver Abfälle zuständige Institution Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) den Standort Forsmark, an dem auch ein Kernkraftwerk betrieben wird, auf der Basis sicherheitlicher, gesellschaftlicher, technischer und umweltrelevanter Kriterien für ein Endlager für abgebrannte Brennelemente ausgewählt. Das Standortauswahlverfahren gliedert sich in eine Phase, in der Anfang bis Mitte der 90ziger Jahre Machbarkeitsstudien an acht Standorten mit kristallinem Wirtsgestein durchgeführt wurden, und in eine daran anschließende Bewertung und von der Regierung mitgetragene Auswahl von vier Standorten. Zwei von diesen vier Standorten haben sich gegen eine weitergehende Standorterkundung ausgesprochen, an den verbliebenen zwei Standorten (Simpevarp und Forsmark) sind mit deren Zustimmung seit 2002 umfangreiche übertägige Standorterkundungsmaßnahmen durchgeführt worden. Im März 2011 hat SKB den Antrag zur Genehmigung der Errichtung des Endlagers bei der zuständigen Genehmigungsbehörde Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) eingereicht. Derzeit prüft SSM den Genehmigungsantrag unter Einbezug internationaler Experten. Auch das BfS ist in dieser Expertengruppe vertreten. Nach den Plänen von SKB ist die Inbetriebnahme des Endlagers etwa 2020 zu erwarten. Die Beendigung des Einlagerungsbetriebes und der Verschluss sind für 2080 geplant.

Schweiz

Nach dem Kernenergiegesetz und der Kernenergieverordnung von 2005 muss für die langfristig sichere Entsorgung der radioaktiven Abfälle in der Schweiz ein Sachplan zur Festlegung von Endlagerstandorten aufgestellt werden. Das Schweizerische Bundesamt für Energie (BFE) hat die Federführung zur Aufstellung dieses Sachplans für „Geologische Tiefenlager“ zur Entsorgung radioaktiver Abfälle

übernommen. Sachpläne sind ein Instrument, um raumwirksame Aufgaben in einem transparenten Prozess durchzuführen und zu koordinieren. Die Zusammenarbeit mit Kantonen, Organisationen, der Bevölkerung und den Nachbarstaaten hat darin einen festen Platz. Der Mitwirkung und dem Dialog mit allen Beteiligten kommt beim Sachplan „Geologische Tiefenlager“ große Bedeutung zu. Der Sachplan „Geologische Tiefenlager“ besteht aus zwei Teilen: einem Konzeptteil und einem Umsetzungsteil. Im Konzeptteil werden die Verfahrensregeln für die spätere Standortsuche festgelegt. Der Konzeptteil wurde am 2. April 2008 vom Schweizerischen Bundesrat verabschiedet. Danach soll die Umsetzung des Standortauswahlverfahrens in drei Schritten erfolgen und zu einer ergebnisoffenen Standortfestlegung führen. Für die Endlagerung von hochradioaktiven Abfällen und ausgedienten Brennelementen wurden von der in der Schweiz für die Endlagerung zuständigen Nationalen Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle (NAGRA) 2008 die Gebiete Zürich Nordost, Nördlich Lägern und Jura Ost vorgeschlagen, in denen das bevorzugte Wirtsgestein (Opalinuston) in geeigneter Ausdehnung und Tiefenlage vorkommt. Nach einem öffentlichen Konsultationsprozess, der im Herbst 2010 stattgefunden hat, hat der Schweizerische Bundesrat im November 2011 entschieden, diese Gebiete definitiv in das Sachplanverfahren aufzunehmen. Damit ist der erste Schritt des Standortauswahlverfahrens abgeschlossen.

Die Aufstellung des Sachplans erfolgt unter Einbeziehung der Nachbarstaaten der Schweiz. Vor diesem Hintergrund berief das Bundesumweltministerium im September 2005 die deutsche Begleitkommission Schweiz (BeKo-Schweiz). Die BeKo-Schweiz bietet den betroffenen Gebietskörperschaften und interessierten Verbänden eine Plattform zur gegenseitigen Information und zur Abstimmung über die verschiedenen Interessenlagen auf deutscher Seite. Zur Beantwortung von Fragen des BMU und der BeKo-Schweiz zum Sachplan „Geologische Tiefenlager“ und zur fachlichen Begleitung des Standortauswahlverfahrens hat das BMU im Juni 2006 die deutsche Expertengruppe Schweizer Tiefenlager (ESchT) einberufen. Die Leitung dieser Expertengruppe nimmt das BfS wahr.

USA

Für die Endlagerung von abgebrannten Brennelementen ist der Standort Yucca Mountain in Nevada

umfassend geowissenschaftlich untersucht worden. Das geplante Endlager sollte in vulkanischem Tuff als Wirtsgestein etwa 200 m bis 425 m unter der Erdoberfläche, aber oberhalb des Grundwasserspiegels, aufgeföhren werden. Die Auswahl dieses Standortes basiert auf einer politisch stark beeinflussten und nicht rein wissenschaftlich-technischen Entscheidung. Diese Festlegung führte dazu, dass während der Standorterkundung und der Endlagerplanung mehrere Anpassungen der Kriterien und des Endlagerkonzeptes erforderlich wurden. Das für die Endlagerung der hochradioaktiven Abfälle zuständige Department of Energy (DOE) hat im Juni 2008 bei der Aufsichts- und Genehmigungsbehörde Nuclear Regulatory Commission (NRC) einen Genehmigungsantrag eingereicht. Die Genehmigungsbehörde NRC hat danach drei Jahre Zeit, diesen Antrag zu bescheiden (mit Möglichkeit der Verlängerung um ein weiteres Jahr). In Umsetzung von Empfehlungen der National Academy of Sciences (NAS) und eines Gerichtsurteils aus dem Jahr 2004 legte die Environmental Protection Agency (EPA) im September 2008 die einzuhaltenen strahlenschutztechnischen Anforderungen und Randbedingungen für das Yucca-Mountain-Projekt vor. In 2009 hat die Regierung angekündigt, das Yucca-Mountain-Programm zu beenden und eine so genannte „Blue-Ribbon“-Kommission zu beauftragen, Alternativen zur Behandlung und Endlagerung der hochradioaktiven Abfälle zu entwickeln. 2010 hat das DOE bei der NRC den Antrag gestellt, den Genehmigungsantrag für das Yucca-Mountain-Projekt nicht weiter zu verfolgen und 2011 hat die Regierung das Yucca-Mountain-Programm endgültig beendet.

Die 2010 eingesetzte „Blue-Ribbon“-Kommission hat im Januar 2012 ihre Empfehlungen veröffentlicht. Darin wird betont, dass es in der Verantwortung der heutigen Generationen liege, eine sichere endgültige Lösung zum Umgang mit hochradioaktiven Abfällen zu finden. Die von der Kommission vorgeschlagene Strategie beruht auf drei Pfeilern: Ein Standort für ein Endlager kann nur mit Einwilligung der betroffenen Staaten und Gemeinden festgelegt werden. Die Verantwortung für den Umgang mit den Abfällen soll von einer neuen unabhängigen Organisation wahrgenommen werden. Die Finanzierung der Aufgaben soll dadurch sichergestellt werden, dass Gebühreneinnahmen in einem vom Haushalt separierten Fund verwaltet werden.

ZWISCHENLAGERUNG VON KERNBRENNSTOFFEN UND SICHERUNG DER AUFBEWAHRUNG

Interim Storage of Spent Fuel Elements and Security of Storage

Fachliche Ansprechpartner:

Werner Noack (030 18333-1760)

Norbert Esser (03018 333-1920)

In Germany the Federal Office for Radiation Protection (BfS) is the competent authority for issuing interim storage approvals for spent fuel elements. The spent fuel elements from the operation of power and research reactors are kept in three central and twelve decentralised interim storage facilities and in the AVR cask interim storage facility in Jülich. Another interim storage facility is applied for at the site of Obrigheim. In 2011 the BfS dealt with approval amendments of interim storage facilities. Against the background of new findings of the security agencies the security of the interim storage facilities has to be optimized. For that purpose structural alterations and – up to their realization – temporary measures will be conducted.

Kernbrennstoffe, insbesondere bestrahlte Brennelemente aus dem Betrieb von Leistungs- und Forschungsreaktoren (soweit bestehenden Ver-

trägen entsprechend kein Rücktransport in die USA erfolgt) werden in der Bundesrepublik Deutschland in den zentralen Zwischenlagern Transportbehälterlager Ahaus (TBL Ahaus), Transportbehälterlager Gorleben (TBL Gorleben) und dem Zwischenlager Nord (ZLN) in der Nähe von Greifswald sowie in dezentralen Zwischenlagern an den Standorten von Kernkraftwerken und dem AVR-Behälterlager Jülich bis zur Inbetriebnahme eines Endlagers für Wärme entwickelnde Abfälle aufbewahrt. Das BfS ist die zuständige Genehmigungsbehörde für die Aufbewahrung der Kernbrennstoffe gemäß § 6 Atomgesetz (AtG). In Betrieb sind derzeit die drei zentralen Zwischenlager, zwölf dezentrale Zwischenlager an den Kernkraftwerksstandorten sowie das AVR-Behälterlager in Jülich. Beantragt ist die Aufbewahrung von bestrahlten Brennelementen in einem weiteren Standort-Zwischenlager in Obrigheim. Einen Überblick über die in Betrieb befindlichen Zentralen Zwischenlager und Standort-Zwischenlager gibt die folgende Tabelle (S. 91).



Zentrales Zwischenlager Gorleben (Stand: Januar 2011)

ZENTRALE ZWISCHENLAGER UND STANDORT-ZWISCHENLAGER (STAND 31.12.2011)

Zentrale Zwischenlager(ZL) / Standort-Zwischenlager (SZL)	Erteilung der 1. Genehmigung nach § 6 AtG	Masse SM [Mg]	Stellplätze gesamt (Ende 2011 belegt)	Baubeginn oder Baugenehmigung	Inbetriebnahme
TBL Ahaus (ZL)	10.04.1987	3960	420 (56) 329 Behälter	Juli 1984	Juni 1992
TBL Gorleben (ZL)	05.09.1983	3800	420 (113)	Baugen. April 1982	April 1995
TBL im ZLN Rubenow (ZL)	05.11.1999	585	80 (74)	Baugen. Juli 1994	Ende 1999
AVR-Behälterlager Jülich (SZL)	17.06.1993	0,225	158 (152)	Baugen. Feb.1985	August 1993
SZL Biblis	22.09.2003	1400	135 (51)	01.03.2004	18.05.2006
SZL Brokdorf	28.11.2003	1000	100 (14)	05.04.2004	05.03.2007
SZL Brunsbüttel	28.11.2003	450	80 (6)	07.10.2003	05.02.2006
SZL Grafenrheinfeld	12.02.2003	800	88 (13)	22.09.2003	27.02.2006
SZL Grohnde	20.12.2002	1000	100 (13)	10.11.2003	27.04.2006
SZL Gundremmingen	19.12.2003	1850	192 (34)	23.08.2004	25.08.2006
SZL Isar	22.09.2003	1500	152 (22)	14.06.2004	12.03.2007
SZL Krümmel	19.12.2003	775	80 (19)	23.04.2004	14.11.2006
SZL Lingen	06.11.2002	1250	125 (32)	18.10.2000	10.12.2002
SZL Neckarwestheim	22.09.2003	1600	151 (41)	17.11.2003	06.12.2006
SZL Philippsburg	19.12.2003	1600	152 (36)	17.05.2004	19.03.2007
SZL Unterweser	22.09.2003	800	80 (8)	19.01.2004	18.06.2007
SZL Obrigheim	beantragt	100	15	–	–

Sicherung von Zwischenlagern

Die Maßnahmen zum Schutz gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter, die so genannten Sicherungsmaßnahmen, sind regelmäßig zu überprüfen. Sie umfassen insbesondere auch den Schutz gegen terroristische Angriffe. Eine Änderung oder Ergänzung der Sicherungsmaßnahmen, insbesondere der baulich-technischen Maßnahmen, kann erforderlich werden, wenn sich die Gefährdungsbewertung durch die Sicherheitsbehörden ändert. Eine Änderung oder Ergänzung kann auch erforderlich werden, wenn sich neue Erkenntnisse ergeben, insbesondere zu den Auswirkungen der unterstellten Szenarien. Die Basis für die Sicherung von Zwischenlagern bildet bisher der inhärente Schutz durch den Lagerbehälter selbst. Es wurde davon ausgegangen, dass der Lagerbehälter einen ausreichenden Schutz gegen die bei ortsfesten kerntechnischen Einrichtungen zu unterstellenden gewaltsamen Einwirkungen

bietet. Das Zwischenlager wurde daher baulich nicht zwingend so ausgeführt wie die relevanten Gebäude eines Kernkraftwerkes.

Da sich die Erkenntnislage zu bestimmten Angriffsszenarien, die lediglich im Nahbereich der Lagerbehälter zu Schutzzielverletzungen führen können, verändert hat, müssen die Sicherungsmaßnahmen optimiert und nachgerüstet werden. Dazu werden bauliche Maßnahmen und – bis zu deren Umsetzung – temporäre Maßnahmen durchgeführt. Die Nachrüstung erfolgt jedoch nicht aufgrund einer veränderten Gefährdungslage für kerntechnische Einrichtungen in der Bundesrepublik Deutschland.

Erforderliche Maßnahmen

Unter Leitung des Bundesumweltministeriums (BMU) haben sich die zuständigen atomrechtlichen Aufsichtsbehörden der Länder mit Zwischenlagern,

das BfS als Genehmigungsbehörde sowie Vertreter der Innenbehörden der Länder mit den Betreibern auf ein gemeinsames generisches Sicherungskonzept zur Nachrüstung verständigt. Die zuständigen Gremien haben die Anforderungen an die Nachrüstung gebilligt. Die übergeordneten Gremien wurden regelmäßig informiert. Die Betreiber stimmten den erforderlichen Maßnahmen im Jahr 2010 zu.

Aufgabe der Genehmigungsbehörde

Das BfS ist die zuständige Genehmigungsbehörde nach § 6 Atomgesetz für Genehmigungen zur Aufbewahrung von Kernbrennstoffen, also für sämtliche Zwischenlager in Deutschland. Die Maßnahmen im Rahmen der Nachrüstung erfordern Änderungsgenehmigungen des BfS. Anträge zur Nachrüstung aller Zwischenlager wurden beim BfS bis Sommer 2011 gestellt.

Aufgabe der Aufsichtsbehörden der Länder mit Zwischenlagern

Zur Einhaltung des erforderlichen Schutzniveaus bis zur Fertigstellung der Nachrüstmaßnahmen wurden temporäre Maßnahmen festgelegt, die inzwischen an den Standorten weitgehend realisiert sind. Hierbei handelt es sich im Wesentlichen um administrative und personelle Maßnahmen. Für die Zustimmung zu den in der Zwischenzeit vorgesehenen temporären Maßnahmen sind die atomrechtlichen Aufsichtsbehörden der Länder zuständig.

Dosisbelastung durch das Zwischenlager Gorleben

Beim Zwischenlager Gorleben gab es 2011 eine öffentliche Diskussion um die Einhaltung der in der Genehmigung festgelegten Grenzwerte für die Strahlenbelastung am Anlagenzaun. Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens für die Aufbewahrung von Kernbrennstoffen im TBL Gorleben wurde mit Hilfe von Modellrechnungen ermittelt, wie

hoch die Strahlenexposition voraussichtlich sein wird. In der Aufbewahrungsgenehmigung für das TBL Gorleben vom 02.06.1995 wird für die Dosisbelastung durch das Zwischenlager Gorleben ein Richtwert von 0,30 mSv/a „am ungünstigsten Aufpunkt am Zaun des Betriebsgeländes“ festgelegt. Des Weiteren legt die Nebenbestimmung A8 fest, dass „sobald dort eine Dosis von umgerechnet 0,27 mSv pro Jahr gemessen wird, der Einlagerungsbetrieb so lange zu unterbrechen [ist], bis die Zustimmung der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde zu den vorgesehenen Maßnahmen zur Einhaltung des Wertes von 0,30 mSv pro Jahr vorliegt“.

Zur Überprüfung der Strahlenexposition durch das TBL Gorleben und die weiteren kerntechnischen Anlagen an dem Standort wird ein Umgebungsüberwachungsprogramm durchgeführt. Dieses umfasst Messprogramme zur Überwachung der Radioaktivität und der Ortsdosisleistung in der Umgebung des TBL Gorleben, die sich an der Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI) des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit orientieren. Dementsprechend werden sowohl vom Betreiber (Gesellschaft für Nuklear-Service mbH, GNS) als auch – im Auftrag des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt, Energie und Klimaschutz (NMU) – von der unabhängigen Messstelle Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) regelmäßig Messungen vorgenommen.

Die Bewertung der im Rahmen der Umgebungsüberwachung am TBL Gorleben ermittelten Messwerte im Hinblick auf Grenzwerte erfolgt im atomrechtlichen Aufsichtsverfahren durch das dafür zuständige NMU. Genauere Informationen können den Internetseiten des NMU entnommen werden (www.umwelt.niedersachsen.de/themen/atomaufsicht_strahlenschutz/aktuelle_informationen_zur_schachtanlage_asse_ii_und_zum_transportbehaelterlager_gorleben/99143.html).

TRANSPORT VON RADIOAKTIVEN STOFFEN UND KERNBRENNSTOFFEN

Transport of Radioactive Material and Nuclear Fuel

Fachlicher Ansprechpartner:

Frank Nitsche (03018 333-1770)

In Germany the Federal Office for Radiation Protection (BfS) is the competent authority for issuing approvals of shipment and package design in the field of safe transport of radioactive material. In 2011 the last shipment of vitrified high active radioactive waste from the reprocessing plant in France to Gorleben took place.

Overall the BfS issued 123 approvals for the shipment of nuclear fuels and large sources and 19 package design approval certificates in 2011.

Auf dem Gebiet des Transports von radioaktiven Stoffen und Kernbrennstoffen ist das BfS die zuständige Behörde zur Erteilung von Beförderungsgenehmigungen für alle Verkehrsträger gemäß § 4 Atomgesetz (AtG) für Kernbrennstoffe und § 16 Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) für Großquellen.

Außerdem ist das BfS gemäß Gefahrgutbeförderungsgesetz und den darauf beruhenden Verordnungen zuständig für die Erteilung von verkehrrechtlichen Beförderungsgenehmigungen sowie für die Zulassung und Anerkennung von Transportbehältern.

Die atom- und gefahrgutrechtliche Aufsicht über Transporte von radioaktiven Stoffen und Kernbrennstoffen obliegt für die Verkehrsträger Straße, Binnengewässer und See den Landesbehörden. Für die Aufsicht über Transporte mit der Bahn ist das Eisenbahn-Bundesamt (EBA) verantwortlich. Die gefahrgutrechtliche Aufsicht über Transporte im Luftverkehr wird vom Luftfahrt-Bundesamt (LBA) durchgeführt, die atomrechtliche Aufsicht obliegt den zuständigen Landesbehörden.

Verantwortlich für die Durchführung von Transporten ist der Genehmigungsinhaber. Welche der beantragten Transportstrecken genutzt wird und wann der Transport stattfindet, liegt in seiner Verantwortung und ist ggf. mit den Innenministerien der Länder abzustimmen. Je nach Art des Transports kann diese Abstimmung von einer rechtzeitigen Information des Beförderers an die vom Transport berührten Innenministerien bis zu einer detaillierten Abstimmung von Transporttermin und -strecke zwischen Beförderer und den vom Transport berührten Bundesländern reichen. Die Innenministerien können die Transportstrecke und den Transporttermin bei Bedarf ändern.



Zuständigkeiten bei der Aufsicht nach Gefahrgut- und Atomrecht

Im Berichtszeitraum wurde entsprechend der am 01. Juni 2011 vom BfS erteilten Beförderungsgenehmigung der letzte Transport von HAW-Glaskokillen aus der französischen Wiederaufarbeitungsanlage La Hague zum Transportbehälterlager Gorleben durchgeführt. Bei den HAW-Glaskokillen handelt es sich um Abfälle aus der Wiederaufarbeitung von Brennstäben aus deutschen Kernkraftwerken, die vor 2005 von Deutschland aus dorthin transportiert worden sind. Die Kernkraftwerksbetreiber sind verpflichtet, die bei der Wiederaufarbeitung entstandenen Abfälle zurückzunehmen. Der Transportzug mit den elf Behältern der erstmals eingesetzten Bauart CASTOR HAW 28M überschritt am 25. November 2011 die deutsch/französische Grenze, erreichte am 28. November 2011 den Zielbahnhof in Dannenberg und nach dem Umschlag auf Straßenfahrzeuge am Abend des gleichen Tages das Zwischenlager Gorleben. Damit wurde die im Jahre 1995 begonnene Rückführung von insgesamt 3.024 HAW-Glaskokillen, verpackt in 97 Versandstücken unterschiedlicher Bauart, aus Frankreich nach Deutschland abgeschlossen.

Bereits im Februar 2011 wurden weitere 140 HAW-Glaskokillen aus der Verglasungsanlage der Wiederaufarbeitungsanlage in Karlsruhe (WAK), die in fünf Behältern der Bauart CASTOR HAW 20/28 CG (Vorläuferbauart des CASTOR HAW 28M, der nur die Beförderung von HAW-Glaskokillen mit einer geringeren Wärmeleistung gestattet) verpackt waren, über die Schiene in das Zwischenlager Nord befördert. Die hierfür erforderliche Beförderungsgenehmigung war vom BfS am 11. Juni 2010 erteilt worden.

Ein wesentlicher Arbeitsschwerpunkt auf dem Gebiet der Zulassungen von Transportbehältern im Jahr 2011 war die Fortführung des umfangreichen Verfahrens für die erstmalige Zulassung des Behälters TN 24 E für den Transport und die Lagerung von bestrahlten Brennelementen aus Druckwasserreaktoren.

Auf internationalem Gebiet wurde die Mitarbeit des BfS bei der Weiterentwicklung der Sicherheitsstandards zum Transport radioaktiver Stoffe bei der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) und der Europäischen Union (EU) fortgesetzt. Die IAEO-Empfehlungen zum sicheren Transport radioaktiver Stoffe (TS-R-1) sowie das erläuternde Material dazu (TS-G-1.1) unterliegen einem zweijährigen Überprüfungsprozess, der zuletzt 2009

begonnen wurde. Die Arbeitsgruppe „Klasse 7“ des Gefahrgutverkehrsbeirats des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung (BMVBS) unter Leitung des BfS erarbeitete hierzu alle erforderlichen Stellungnahmen Deutschlands. Der neue Entwurf der TS-R-1 wurde im Herbst 2011 von dem zuständigen IAEO-Transportgremium, dem Transport Safety Standards Committee (TRANSSC), und dem Committee on Safety Standards (CSS) angenommen. Dem Gouverneursrat der IAEO obliegt die Freigabe zur Veröffentlichung. Die inhaltlichen Änderungen betreffen insbesondere die Anforderungen an den Transport spaltbarer Stoffe. Dabei wurde ein neues, abgestuftes System der Freistellung von den Anforderungen an Versandstücke zum Transport spaltbarer Stoffe entwickelt. Außerdem wurde für „Instrumente und Fabrikate“ eine Möglichkeit geschaffen, mit behördlicher Genehmigung über praxisbezogene Dosisabschätzungen Freistellungen von den gefahrgutrechtlichen Vorschriften zu erlangen. Die IAEO-Transportempfehlungen werden regelmäßig einem Überarbeitungs-/ Überprüfungsprozess unterzogen, um die Umsetzung des neuesten Standes von Wissenschaft und Technik sowie von praktischen Erfahrungen und Erfordernissen zu gewährleisten. Diese Änderungen der IAEO-Transportempfehlungen werden voraussichtlich ab 1. Januar 2015 in den gefahrgutrechtlichen Vorschriften für alle Verkehrsträger rechtsverbindlich umgesetzt.

Die Mitarbeit des BfS in der „Europäischen Vereinigung zuständiger Behörden für den sicheren Transport radioaktiver Stoffe“ wurde fortgesetzt mit dem Ziel, ein einheitliches und abgestimmtes Herangehen bei der Anwendung der Vorschriften zu gewährleisten.

Im Jahre 2011 wurden insgesamt 122 Beförderungsgenehmigungen (Einzel-, Mehrfach- und allgemeine Genehmigungen) für Kernbrennstoffe und Großquellen erteilt. Es wurden 22 Transporte von Großquellen und 310 Transporte von Kernbrennstoffen durchgeführt. Entsprechend den gefahrgutrechtlichen Anforderungen wurden durch das BfS 6 Versandstückmusterzulassungen und 13 Anerkennungen ausländischer Zulassungen für Transportbehälter sowie eine verkehrsrechtliche Beförderungsgenehmigung erteilt. Eine Aufgliederung der statistisch erfassten Transporte von Kernbrennstoffen ist in den nachfolgenden drei Tabellen dargestellt.

Informationen über die vom BFS erteilten Beförderungsgenehmigungen nach § 4 AtG für Kernbrennstoffe sowie nach § 16 StrlSchV für Großquellen und Angaben über die durchgeführten Kernbrennstofftransporte können den Internetseiten des BFS

(www.bfs.de) entnommen werden. Darüber hinaus wurden die Internetseiten ergänzt durch Informationen zu den Bauart-Zulassungen für Transportbehälter für radioaktive Stoffe einschließlich erteilter Zulassungen und Anerkennungen.

KERNBRENNSTOFF-TRANSPORTE 2011 (STAND: 31.12.2011)

	unbestrahlt	bestrahlt	Abfall / Reststoffe	Teilsumme
Inland	58	0	1	59
Export	99	4	1	104
Import	42	1	1	44
Transit	73	30	0	103
Summe	272	35	3	310

	unbestrahlt	bestrahlt	Abfall / Reststoffe	Teilsumme
Inland	-	-	-	-
Straße	58	0	0	58
Schiene	0	0	1	1
Teilsumme	58	0	1	59
Güs-Trpte*	-	-	-	-
Straße	112	35	0	147
Schiene	0	0	1	1
Luft	0	0	0	0
See	102	0	1	103
Teilsumme	214	35	2	251
Gesamtsumme	272	35	3	310

*) grenzüberschreitende Transporte

Verkehrsträger	Anzahl der Transporte	Teilsumme
Straße	205	205
See	11	
See + Schiene	0	0
See + Straße	92	103
Schiene	1	
Schiene + Straße	1	
Schiene + Straße + See	0	2
Luft	0	
Luft + Straße	0	
Luft + Straße + See	0	0
Gesamtsumme		310



Foto: Christoph Dietrich / Photocase .de

/ WEITERE ARBEITSSCHWERPUNKTE DES BfS

Further Topics of BfS

SONNE - ABER SICHER!" - DAS BfS ENGAGIERT SICH FÜR HAUTKREBSPRÄVENTION

„Sun – But Do It Safely!“ – BfS Stands up for Reasonable Exposure to Sun and for Skin Cancer Prevention

Fachliche Ansprechpartnerinnen:

Cornelia Baldermann (03018 333-2141)

Christiane Pözl-Viol (03018 333-2144)

Due to the fact that skin cancer incidences in Germany have increased since the 1980th by more than a factor of three and more and more younger people came down with black skin cancer (malignant melanoma), behaviour-oriented and structural prevention measures are necessary. Regarding structural prevention, the Federal Office for Radiation Protection (BfS) was mainly involved in standard setting and supporting legal policies. In relation to behaviour-oriented prevention, BfS continued in 2011 its UV radiation action programme "Sun – but do it safely", started a cooperation with other national and Europe-wide acting agencies engaged in UV protection and skin cancer prevention, and together with ICNIRP and WHO organised a workshop to encourage the effectiveness of the UV Index and to improve this communication tool in UV campaigns.

Aufgrund der steigenden Hautkrebsneuerkrankungsraten sind sich internationale und nationale Strahlenschutzorganisationen sowie medizinische und wissenschaftliche Einrichtungen darüber einig, dass Präventionsmaßnahmen (Vorbeugemaßnahmen) gegen Hautkrebs verstärkt vorangetrieben werden müssen.

Solarien - vorbeugende Problemvermeidung durch gesetzliche Regelungen

Auf Initiative des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) und des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS, www.bfs.de) wurden rechtliche Regelungen für den Betrieb von Solarien festgelegt. Im Jahre 2009 trat das „Gesetz zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung bei der Anwendung am Menschen“ (NiSG, www.gesetze-im-internet.de/nisg/index.html) und am 1. Januar 2012 die „Verordnung zum Schutz vor schädlichen Wirkungen künstlicher ultravioletter Strahlung“ (UV-Schutz-Verordnung; UVSV, www.gesetze-im-internet.de/uvsv/index.html) in Kraft.

Die UV-Schutz-Verordnung (UVSV) regelt u. a. den Einsatz und die Aufgaben von qualifiziertem Fachpersonal. Als Grundlage für die Schulungs- und Fortbildungsunterlagen haben das BfS und die Arbeitsgemeinschaft Dermatologische Prävention (ADP, www.unsererahaut.de) einen Ausbildungsleitfaden (www.bfs.de -> Solarien -> Schulung und Fortbildung) erarbeitet, der verdeutlicht, welche Lernziele mit den in der UVSV stichwortartig aufgeführten Lerninhalten erreicht werden sollen. Die Überprüfung auf Einhaltung der Regelungen durch die UVSV obliegt den Landesbehörden.

Das Bundesamt für Strahlenschutz empfiehlt jedem, der trotz der gesundheitlichen Risiken ein Sonnenstudio aufsuchen möchte, grundsätzlich dessen Qualität selbst zu überprüfen. Dazu dient eine praktikable Checkliste – der Solarium-Check.

Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) empfiehlt jedem, der trotz der gesundheitlichen Risiken ein Sonnenstudio aufsuchen möchte, grundsätzlich dessen Qualität selbst zu überprüfen. Dazu dient eine praktikable Checkliste – der Solarium-Check.

Solarium-Check – Der Check für Ihre Gesundheit

Kann einer der aufgelisteten Punkte nicht mit „ja“ beantwortet werden, dann sollten Sie dieses Sonnenstudio nicht nutzen – unabhängig davon, welches Zertifikat Sie dort vorfinden:

Das Sonnenstudio

- ist ein durch speziell geschultes Fachpersonal beaufsichtigtes Studio.

Das Personal

- lässt keine Person unter 18 Jahren oder mit Hauttyp I beziehungsweise II ins Solarium;
- hat auf die Gesundheitsschädlichkeit der UV-Strahlung hingewiesen;
- hat ungefragt eine Informationsschrift über die Wirkung der UV-Strahlung ausgehändigt. Die Inhalte der Informationsschrift sind veröffentlicht in der UV-Schutz-Verordnung, Bundesgesetzblatt, 2011 (www.bfs.de/de/bfs/recht/rsh/volltext/1A_Atomrecht/1A_24_UVSV.pdf)
- hat sich erkundigt, ob
 - Medikamente genommen werden;
 - häufige Sonnenbrände vor allem in der Kindheit aufgetreten sind;
 - auffällige und / oder viele Muttermale vorhanden sind;
 - Hautkrankheiten und / oder Hautkrebskrankungen auch in der Familie bestehen beziehungsweise bestanden;
- rät vom Solarienbesuch ab, wenn mindestens eine dieser Fragen mit „Ja“ beantwortet wurde;
- fragt, wie lange der letzte Solariumsbesuch zurückliegt;
- bestimmt den Hauttyp;
- berechnet die Anfangsbesonnungszeit;
- erstellt einen individuellen Dosierungsplan über zehn Besonnungen;
- händigt ungefragt eine Schutzbrille aus;
- weist darauf hin, dass man nur ungeschminkt und ohne Parfüm auf die Sonnenbank soll.

In den Geschäftsräumen findet man (gut sicht- und lesbar)

- den Hinweis „Benutzung von Solarien für Kinder und Jugendliche unter 18 Jahren verboten“;
- einen Aushang der Ausschlusskriterien. Die Ausschlusskriterien sind veröffentlicht in der UV-Schutz-Verordnung,

In der Kabine findet man (gut sicht- und lesbar)

- einen Aushang der Schutzhinweise. Die Schutzhinweise sind veröffentlicht in der UV-Schutz-Verordnung,
- Informationen zur maximalen Bestrahlungsdauer der Erstbestrahlung spezifisch für das in der Kabine stehende Gerät;
- Informationen zur maximalen Höchstbestrahlungsdauer für Hauttyp I bis IV spezifisch für das in der Kabine stehende Gerät und mit dem Hinweis, dass die Bestrahlung von Hauttyp I und II ausgeschlossen ist.

Das Bräunungsgerät

- verfügt über eine Notabschaltung;
- hat eine Markierung für den einzuhaltenden Mindestabstand, wenn die Entfernung der bestrahlten Person zum Gerät variabel eingestellt werden kann;
- ist mit dem Hinweis versehen: „Warnung!“ „Vorsicht! UV-Strahlung kann akute Schäden an Augen und Haut verursachen, führt zu vorzeitiger Hautalterung und erhöht das Risiko, an Hautkrebs zu erkranken. Empfehlungen zum Gesundheitsschutz beachten! Schutzbrille tragen! Medikamente und Kosmetika können die UV-Empfindlichkeit der Haut erhöhen.“;
- wird vom Personal gereinigt und desinfiziert.



Questcity - ein Spiel zur Stärkung der Selbsthilfe- und der Selbstschutzzfähigkeit

„Sonne - Aber sicher!“

Die in 2010 gestartete Informationskampagne „Sonne – Aber sicher!“ (www.bfs.de/de/uv/sonne_aber_sicher) wurde 2011 weitergeführt. Neben Einsätzen des UV-Infomobils an Schulen und im Rahmen zahlreicher Messen und öffentlichen Veranstaltungen, wurden die Informationsmaterialien des BfS um das Faltblatt „Sonnenspass im Schnee – Aber sicher!“ ergänzt, um auf die Gesundheitsrisiken der UV-Strahlung für Skifahrer und Hochalpinisten aufmerksam zu machen. Die UV-Unterrichtsmaterialien und die Broschüre „Mit heiler Haut durch den Sommer“ wurden 2011 in die Datenbank „Prävention von Kinderunfällen“ der Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA, www.bzga.de) aufgenommen. Erste Lehrerfortbildungen fanden 2011 statt. Um Kinder und Jugendliche, die Zielgruppe der UV-Informationskampagne des BfS, noch besser zu erreichen, bringt das BfS das Thema „UV-Schutz“ in das interaktive Online-Spiel „Questcity“ (<http://questcity.eu>) ein.

Das UV-Bündnis – Schulterschluss für effektive Prävention

Mit dem Ziel, der Botschaft „UV-Schutz ist gesund!“ das höchstmögliche Gewicht zu verleihen, begann das BfS 2011, eine Vernetzung namhafter Organisationen aus Wissenschaft, Medizin und Fachbehorörden herbeizuführen. Mit Erfolg – 2011 wurde mit 13 Partnern, die bereits seit Jahren im UV-Schutz und der Hautkrebs-Prävention aktiv sind, das UV-Bündnis ins Leben gerufen (www.bfs.de/de/uv/uv2/uv_buendnis.html), eine gemeinsam getragene Vereinbarung zur Zusammenarbeit abgestimmt und das erste Faltblatt des UV-Bündnisses mit dem

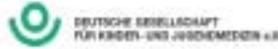
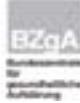
Titel „Sonne – Aber sicher! – Eine Initiative des Bundesamtes für Strahlenschutz“ (www.bfs.de/de/bfs/publikationen/broschue-ren/optische_strahlung/uv_buendnis_flyer.html) veröffentlicht.

Die Bündnispartner treten gemeinsam für einen verantwortlichen Umgang mit der Sonne und für einen gelebten UV-Schutz mit dem Ziel ein, langfristig die Zahl der Neuerkrankungen an Hautkrebs und anderen Gesundheitsschäden durch UV-Strahlung zu reduzieren. Die Bündnispartner wollen durch die Verwendung einheitlich formulierter Empfehlungen und unter anderem durch gemeinsam getragene Aktionen erreichen, dass nicht nur eine nachhaltige Veränderung des Sonnenschutz-Verhaltens, sondern auch eine Veränderung der Lebens-, Arbeits- und Umweltbedingungen der Menschen erfolgt, z. B. durch Einrichten ausreichender Schattenplätze in Freizeiteinrichtungen, Schulhöfen, Kindergärten, Sportanlagen und weiteren öffentlichen Einrichtungen im Freien.

Der UV-Index - das Maß für einen effektiven UV-Schutz weltweit

Der UV-Index (UVI, www.bfs.de/de/uv/uv2/uv_messnetz/uvi), der vor über 10 Jahren im Rahmen internationaler Bemühungen durch die Weltgesundheitsorganisation (WHO, www.who.int/en) in Zusammenarbeit mit dem Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP, www.unep.org), der Weltorganisation für Meteorologie (WMO, www.wmo.int), der Internationalen Kommission zum Schutz für nicht-ionisierender Strahlung (ICNIRP, www.icnirp.de) und dem BfS entwickelt wurde, ist der eigentliche Indikator, um individuell für sich persönlich die richtigen Sonnenschutzmaßnahmen zum richtigen Zeitpunkt zu ergreifen. Er ist ein Maß für die sonnenbrandwirksamen UV-Strahlen und wird wie eine Wettervorhersage prognostiziert und veröffentlicht.

Untersuchungen zeigen aber, dass der UV-Index in der allgemeinen Bevölkerung wenig bekannt und bislang nur wenig Einfluss auf die Wahl des individuellen Sonnenschutzverhaltens hat. Es sind also neue Wege zu gehen, wenn man die selbstverständliche Nutzung des UV-Indexes erreichen will. Zudem war es auf Grund neuerer Forschungsergebnisse notwendig, die wissenschaftliche Herleitung und Begründung des UV-Indexes – vornehmlich in Hinblick auf UV-A-Strahlung und Vitamin-D-Synthese – zu überprüfen. Dementsprechend wurde



2011 traten dem UV-Bündnis 13 Organisationen bei

Ende 2011 von WHO, ICNIRP und BfS ein gemeinsamer Workshop durchgeführt, dessen Ergebnisse inzwischen im Fachjournal „Health Physics“ veröffentlicht wurden. Die wissenschaftlichen Grundlagen zur Berechnung bzw. Messung des UV-Indexes wurden bestätigt, ebenso wie die Ableitung der Sonnenschutzempfehlungen ab einem UV-Index von „3“. Unter den Teilnehmern des Workshops bestand Einigkeit, dass keine Notwendigkeit besteht, Vitamin D in die Sonnenschutzempfehlungen mit einzubeziehen, da der quantitative Zusammenhang von Sonnenexposition und der aktiven Form des Vitamins nicht bekannt ist und auch bis jetzt kein „optimaler Vitamin-D-Level/-Pegel“ definiert werden kann. Deutlich wurde, dass Maßnahmen

ergriffen werden müssen, um die Bekanntheit des UV-Indexes zu steigern. Forschungsbedarf wurde vor allem hinsichtlich des Einflusses der persönlichen Einstellung und anderer Parameter wie Selbstvertrauen und Selbstbewusstsein auf das UV-Schutzverhalten formuliert, da diese Größen in vergangenen Studiendesigns zu wenig berücksichtigt wurden. Eine genaue Kenntnis über den Einfluss dieser Größen auf das Verhalten könnte aber wesentlich dazu beitragen, die bestehenden Hemmschwellen für Veränderungen im Sonnenschutzverhalten langfristig zu überbrücken.



LUNGENKREBS-FRÜHERKENNUNG MITTELS COMPUTERTOMOGRAPHIE

Individual Health Assessment of Lung Cancer with Low-dose Computed Tomography

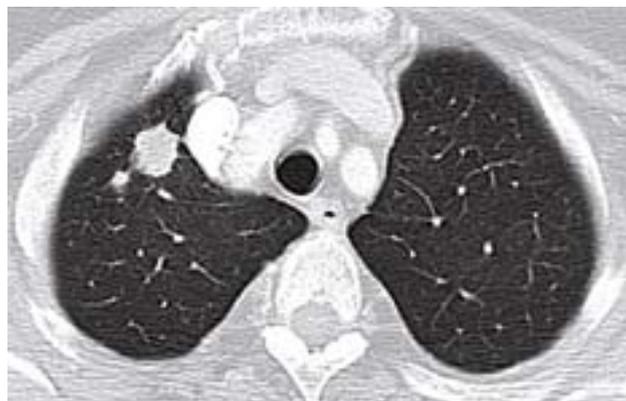
Fachliche Ansprechpartnerinnen:

Eva Schüler (03018 333-2337)
Elke Nekolla (03018 333-2327)

Public health strategies are currently aimed at early detection of cancer where radiological procedures are of particular importance, e. g. low-dose CT (LDCT) of the lung. In June 2011, the results of the US National Lung Screening Trial (NLST) were published indicating a 20 % reduction in lung cancer mortality among heavy smokers undergoing LDCT scans. Hence, it can be assumed that smokers will increasingly ask for or will be offered CT exams in the future. The BfS, therefore, intends to initiate a feasibility study that defines the requirements to be met by a quality-assured LDCT examination in case of an individual health assessment of lung cancer. The study should furthermore examine whether such examinations can be implemented into the German health care system.

Aktuelle Gesundheitsstrategien zielen immer stärker auf Früherkennungsmaßnahmen ab. Hierbei kommt den bildgebenden Verfahren, z. B. der Niedrig-Dosis-Computertomographie (Low-Dose CT – LDCT) der Lunge, eine besondere Bedeutung zu. Im Juni 2011 wurden die Ergebnisse einer US-amerikanischen Studie, des National Lung Screening Trial (NLST), publiziert, die auf eine ca. 20%ige Verringerung der Lungenkrebs-Mortalität bei starken Rauchern hindeuten, die sich Früherkennungsuntersuchungen mittels LDCT unterzogen haben. Es ist daher davon auszugehen, dass derartige CT-Untersuchungen in Zukunft verstärkt angeboten bzw. von Rauchern in erhöhtem Maße nachgefragt und wahrgenommen werden. Zur Klärung der in diesem Kontext auftretenden Fragen fand im Oktober 2011 im Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) ein Fachgespräch statt, an dem u. a. das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, das Bundesministerium für Gesundheit, radiologische und pneumologische Fachgesellschaften sowie Berufsverbände und die deutsche Krebsgesellschaft teilnahmen. Die Teilnehmer waren sich einig, dass in Deutschland die Voraussetzungen für die Durchführung einer Lungenkrebs-Früherkennung aus folgenden Gründen derzeit nicht gegeben sind:

- Die Möglichkeit, die Durchführung von Röntgenreihenuntersuchungen als Früherkennungsmaßnahme bei besonders betroffenen Personengruppen unter dem Begriff „Heilkunde“ (§ 23 Absatz 1 Röntgenverordnung) einzuordnen, ist nicht gegeben. Stattdessen kann nach eingehender Nutzen-Risiko-Bewertung eine Sonderzulassung durch die obersten Landesgesundheitsbehörden für qualitätsgesicherte Programme erfolgen. Da diese Zulassung aktuell nicht vorliegt, fehlt die rechtliche Grundlage durch die Röntgenverordnung.
- Ein standardisiertes Qualitätsmanagement für den gesamten Früherkennungsprozess ist derzeit nicht gegeben.
- Trotz der Ergebnisse der NLST-Studie ist die wissenschaftliche Datenlage für eine abschließende Bewertung des Nutzens einer Lungenkrebs-Früherkennung noch zu gering.
- Die strahlenepidemiologische Risikoabschätzung durch das BfS hat ergeben, dass das Strahlenrisiko durch regelmäßige Früherkennungsmaßnahmen mittels LDCT (jährliche Untersuchungen im Alter von 50 bis 69 Jahren) unbedingt zu berücksichtigen ist. Unter Annahme einer Mortalitätsreduktion von 20 % läge das Verhältnis von Nutzen (also geretteten Leben) zum Strahlenrisiko für Männer nur etwa bei der Hälfte und für Frauen – aufgrund der höheren Strahlenempfindlichkeit der weiblichen Brust und Lunge – bei nur etwa einem Viertel des Verhältnisses wie beim Mammographie-Screening-Programm. Bei letzterem wurden zweijährliche Röntgenmammographien an Frauen im Alter von 50 bis 69 Jahren und eine Mortalitätsreduktion von 25 % zugrundegelegt. In diesen Abschätzungen ist noch keine Abklärungsdiagnostik im Falle falsch-positiver Befunde berücksichtigt.



LDCT der Lunge bei einer 74-jährigen Frau mit einem kleinen Lungenkarzinom mit Satellitenherd, Durchmesser 17 mm
(Quelle: Prof. Dr. S. Diederich, Marien Hospital Düsseldorf)

Da jedoch die Nachfrage nach Untersuchungen zur Früherkennung von Lungenkrebs in Folge der Ergebnisse der NLST-Studie trotz der genannten Aspekte steigen wird, sind Maßnahmen erforderlich, um ein unkontrolliertes „graues“ Lungenkrebs-Screening bei Rauchern einzudämmen. Im Rahmen des Fachgesprächs wurde vorgeschlagen, ein Forschungsvorhaben zu initiieren, welches die Anforderungen definiert, die an eine qualitätsgesicherte Untersuchungskette zur individuellen Früherkennung von Lungenkrebs mittels LDCT zu stellen sind, und welches untersucht, ob bzw. inwieweit dies im bestehenden deutschen Gesundheitssystem umgesetzt werden kann. Das BMU hat sich bereit erklärt, die Kosten für die wissenschaftliche Betreuung eines solchen Vorhabens zu übernehmen. Bezüglich der erforderlichen CT-Untersuchungen im Rahmen von Früherkennung und Abklärung ist jedoch eine Finanzierung erforderlich. Hierzu werden mögliche Finanzierungsansätze in Erfahrung gebracht.

BERUFLICHE STRAHLENBELASTUNG IN DER MEDIZIN

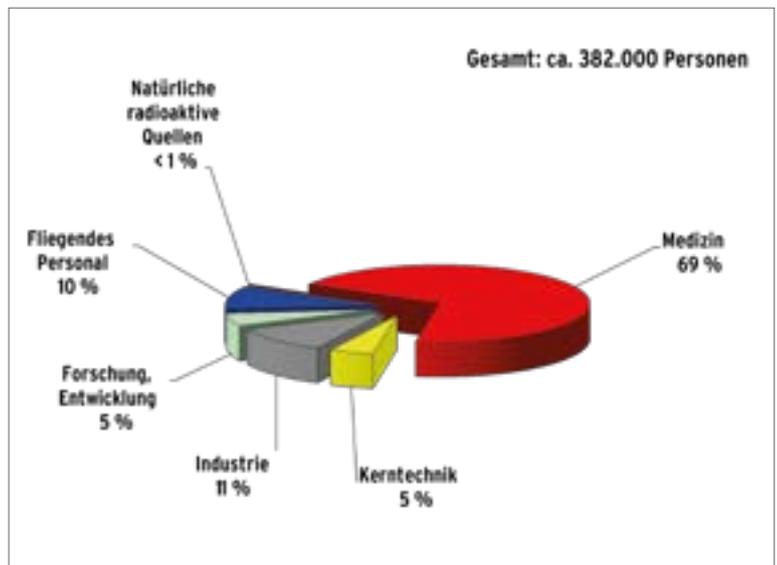
Occupational Radiation Exposure in Medicine

Fachlicher Ansprechpartner:

Gerhard Frasch (03018 333-2410)

In Germany, 265.000 occupationally radiation exposed persons are working in the medical sector. The trend of the whole body exposure through the last twelve years shows a considerable dose reduction that applies for all age groups and gender. In contrast, the partial body exposures rise due to an increase of medical applications in interventional radiology and nuclear medicine.

In Deutschland sind über 380.000 Personen nach Strahlenschutz- oder Röntgenverordnung beruflich strahlenschutzüberwacht. Die Expositionsdaten dieses Personals stammen überwiegend von den Dosimeterauswertungen der vier behördlich bestimmten Personendosismessstellen Deutschlands (Helmholtz Zentrum München, Materialprüfungsamt Dortmund, LPS Berlin, Senatsverwaltung Berlin). Diese senden ihre Auswertungsergebnisse monatlich an das Strahlenschutzregister im Bundesamt für Strahlenschutz, das diese Daten personenbezogen zusammengeführt und die Dosiswerte im Hinblick auf die Einhaltung der Strahlenschutzgrundsätze „Limitierung“ und „Optimierung“ auswertet. Die vorliegenden statistischen Auswer-

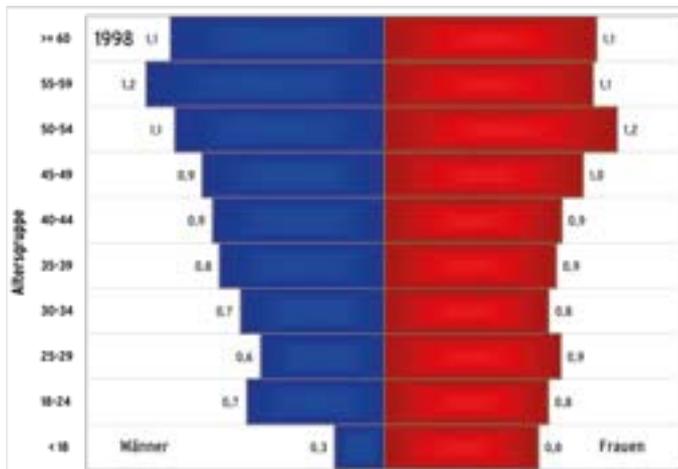


Strahlenschutzüberwachte Personen in Deutschland im Jahr 2010

tungen basieren auf den Dosisfeststellungen der Jahre 1998 bis 2010.

Der weitaus größte Teil aller Überwachten, nämlich etwa 265.000 Personen, arbeitet in medizinischen Bereichen (Abb. oben). Von diesen sind wiederum die meisten in der Röntgendiagnostik beschäftigt, wo sie in der Regel keine oder nur sehr geringe Strahlendosen erhalten. Betrachtet man die Entwicklung der beruflichen Strahlenbelastung in der Medizin vor dem Hintergrund der abgesenkten Dosisgrenzwerte, die 2001 in der Strahlenschutz- und 2003 in der Röntgenverordnung eingeführt wurden, dann sieht man eine erfreuliche Entwicklung: In allen medizinischen Tätigkeitsbereichen ist die berufliche Ganzkörper-Strahlenbelastung in den vergangenen dreizehn Jahren deutlich zurückgegangen. Dies zeigen Kriterien wie z. B. die Anzahl der jährlichen Grenzwertüberschreitungen, die mittlere Jahrespersonendosis, die Kollektivdosis oder die Verschiebung der Häufigkeitsverteilung der Dosis zu niedrigeren Werten.

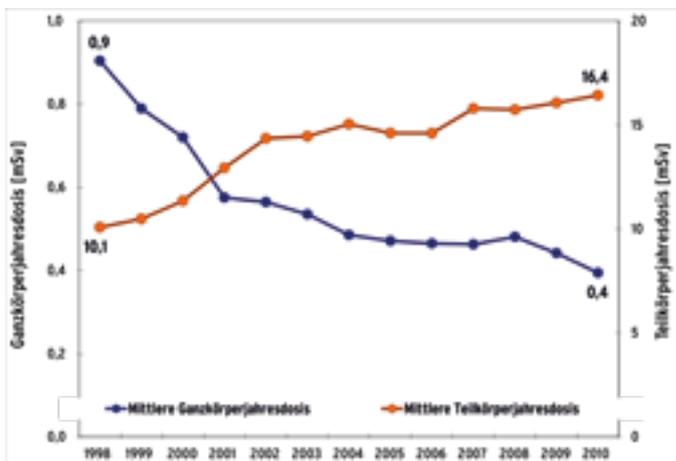
Eindrucksvoll sind die Unterschiede bei der mittleren Jahrespersonendosis, wenn man diese für verschiedene Altersgruppen und nach Geschlechtern getrennt berechnet und die Jahre 1998 und 2010 vergleicht (Abb. auf S. 103 oben). Zum einen ging die durchschnittliche Jahresdosis in allen Altersgruppen um etwa die Hälfte zurück. 1998 stellte man noch einen mit dem Alter deutlich zunehmenden Dosisanstieg fest, der vor allem bei den Männern besonders deutlich ausgeprägt war. 2010 ist diese Altersabhängigkeit dagegen kaum mehr vorhanden. Unabhängig von Alter und Ge-



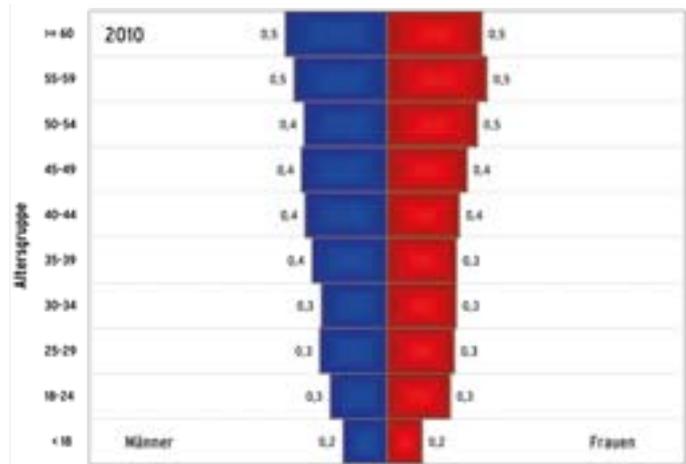
Mittlere Jahresdosis des medizinischen Personals nach Alter und Geschlecht im Jahr 1998 [mSv]

schlecht haben alle Strahlenschutzüberwachten in der Medizin von Verbesserungen im Strahlenschutz profitiert.

Anders ist dies bei den Teilkörperexpositionen, die vor allem in der interventionellen Radiologie auftreten. Dort kommt es bei medizinischen Eingriffen unter Durchleuchtung häufiger zu erhöhten Strahlendosen an der Hand. Das gilt auch für Anwendungen in der Nuklearmedizin, wo radioaktive Präparate auf Spritzen aufgezogen und Patienten injiziert werden. Auffällig sind deshalb die gegenläufigen Trends bei den Ganzkörper- und Teilkörperexpositionen: Während die mittlere Ganzkörperdosis seit 1998 um die Hälfte auf 0,4 mSv zurückgegangen ist, nahm die gemessene mittlere Teilkörperdosis der Hand um ca. 60 % zu (Abb. unten). Die Gründe sind unterschiedlich: Unbestritten ist, dass die Fingerringdosimeter, mit denen die Strahlenbelastung der Hand gemessen wird, vom medizinischen Personal mehr akzeptiert werden als früher. In der Folge werden heute Dosiswerte registriert, die früher nicht gemessen wurden. Es



Mittlere Jahresdosis des medizinischen Personals bei Ganzkörper- und Teilkörperexposition von 1998 bis 2010 [mSv]



Mittlere Jahresdosis des medizinischen Personals nach Alter und Geschlecht im Jahr 2010 [mSv]

gibt aber auch eine Zunahme der teilkörperexponierten Tätigkeiten in der interventionellen Radiologie und der Nuklearmedizin.

Die Auswertungen zeigen, dass in Bezug auf Limitierung und Optimierung die Anforderungen der Röntgen- und Strahlenschutzverordnung in allen Tätigkeitsbereichen mit guten Ergebnissen umgesetzt wurden. Bei den Teilkörperexpositionen scheint es jedoch angesichts der steigenden Expositionen angezeigt, die Wirksamkeit der derzeitigen Strahlenschutzmaßnahmen zu überdenken.

STRAHLENSCHUTZ BEIM AUFBAU DES DIGITALEN BEHÖRDENFUNKS IN DEUTSCHLAND

Radiation Protection at Setting up Digital Radio of Security Authorities and Organisations

Fachliche Ansprechpartnerin:

Christiane Pözl-Viol (03018 333-2144)

The setup of the digital radio network of security authorities and organisations in Germany is presently cause for concern in the general public about potential health effects due to the electromagnetic fields from the new base stations. In order to guarantee basic radiation protection requirements for the German TETRA net (Terrestrial Trunked Radio System), BfS has currently been running two research projects regarding open scientific questions. The research projects are funded by the Federal Agency for Digital Radio of Security Authorities and Organisations (BDBOS) on the basis of an agreement concluded in the year 2008 between BfS and BDBOS. For BfS, the scientific findings as well as regular information interchange between BfS and BDBOS are an important basis to adequately inform the public.

In Deutschland wird seit einigen Jahren ein einheitliches digitales Sprech- und Datenfunksystem für Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) – dies sind z. B. die Polizeien von Bund und Ländern, der Verfassungsschutz, die Feuerwehr, Rettungsdienste sowie der Katastrophen- und Zivilschutz – aufgebaut. Damit sollen die bisher genutzten analogen Funksysteme ersetzt werden. Von dem neuen Netz werden eine Reihe von Verbesserungen für die Kommunikation erwartet, so z. B. Abhörsicherheit, bessere Sprachqualität und Möglichkeiten zur Datenübertragung. Im Jahr 2011 wurde an zahlreichen Orten der Widerstand gegen den Aufbau der BOS-Funkanlagen seitens der Bevölkerung offenkundig. Die Menschen befürchten gesundheitliche Beeinträchtigungen durch die hochfrequenten elektromagnetischen Felder, die von den Anlagen ausgehen.

Weitere Forschung zu Strahlenschutzaspekten notwendig

Bisherige Forschungserkenntnisse zu Fragen gesundheitlicher Wirkungen aus dem Mobilfunkbereich können nur eingeschränkt auf den TETRA-Funk übertragen werden, da sich die Pulsfrequenz und der Frequenzbereich unterscheiden. Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) führt daher momentan zwei Forschungsvorhaben zur Klärung offener wissenschaftlicher Fragen durch. Finanziert werden die Projekte durch die Bundesanstalt für den Digitalfunk für Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BDBOS). Grundlage dafür ist eine Verwaltungsvereinbarung vom November 2008 zwischen BfS und BDBOS. Folgenden Fragen wird nachgegangen:

Welcher Strahlenbelastung sind die Nutzer der mobilen Sprechfunkgeräte ausgesetzt?

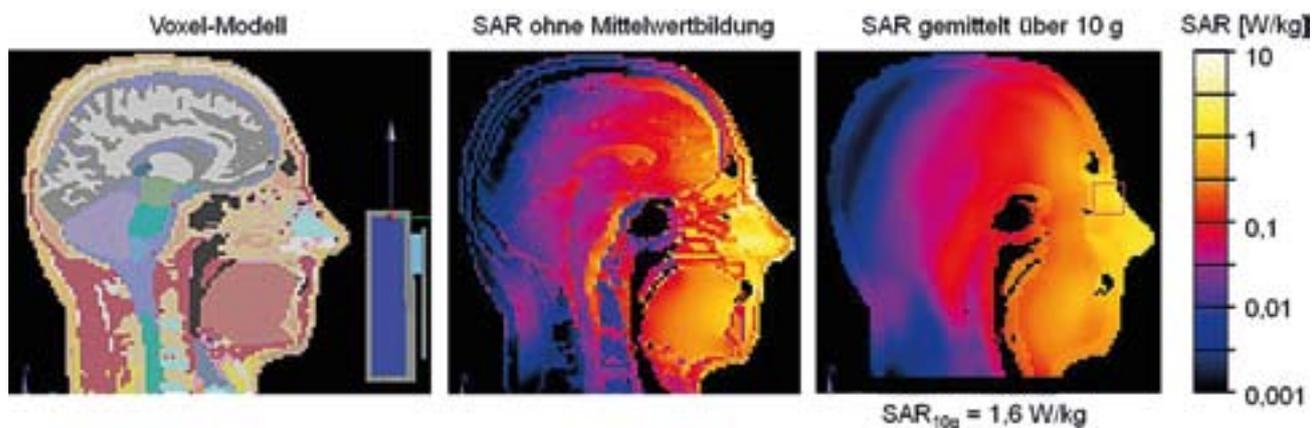
Anhand von Computersimulationen wird hier sichtbar gemacht, wie Strahlung in den Körper eindringt, sich im Inneren weiter ausbreitet und dabei durch Energieabgabe an das umgebende Gewebe gedämpft wird. Die entsprechende Absorptionsrate ist als räumliche Verteilung in den Organen darstellbar (siehe Abbildung unten). Sie führt zu einer (typischerweise leichten, lokalen) Erwärmung des Körpers.

Dabei werden realistische Computermodelle der in Deutschland eingesetzten Funkgeräte und hoch aufgelöste anatomische Körpermodelle eingesetzt. Bisher wurden bereits unterschiedliche alltagsrelevante Szenarien untersucht, das sind zum einen Trageweisen am Körper, z. B. am Gürtel oder in der Brusttasche, und zum anderen Telefonierhaltungen am Kopf.

In all diesen Szenarien konnte gezeigt werden, dass bei normaler Sprachübertragung der von der Internationalen Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, ICNIRP) empfohlene Basiswert für die Exposition der Allgemeinbevölkerung eingehalten wird.

Für den Fall einer Datenübertragung unter voller Ausnutzung der im TETRA-Standard vorgesehenen Übertragungsrate (d. h. Bündelung von vier Zeitschlitzten) wird in allen betrachteten Fällen zumindest noch der Basiswert für die beruflich bedingte Exposition eingehalten, der um einen Faktor fünf höher liegt.

Weitere Simulationen sollen Aufschluss über die Exposition beim Betrieb von Handfunkgeräten im Inneren von Autos sowie von fahrzeuggebundenen Funkgeräten geben.



Verteilung der spezifischen Absorptionsrate (SAR) im Querschnitt eines anatomischen Körpermodells mit TETRA-Handfunkgerät



Am Ohr getragene Antenne zur Exposition mit genauer Positionierung

Haben TETRA-Signale einen Einfluss auf die Gehirnaktivität?

In dieser Studie wird untersucht, ob eine Exposition mit dem für den BOS-Funk genutzten TETRA-Signal möglicherweise Einflüsse auf die Gehirnaktivität von Nutzern der Endgeräte hat.

Es werden Tests durchgeführt, die Rückschlüsse auf Reaktionsgeschwindigkeit und Genauigkeit, akustische und visuelle Informationsverarbeitung, Konzentrationsfähigkeit, Gedächtnis und Belastbarkeit zulassen. Das Wach-EEG (Elektroenzephalogramm zur Untersuchung der Gehirnaktivität) in Ruhe und bei Bearbeitung von Tests wird aufgezeichnet und ausgewertet. Der Einfluss einer TETRA-Exposition auf die Schlafqualität und das Schlaf-EEG wird untersucht, sowie die Befindlichkeit und Belastbarkeit am folgenden Tag. Die Ergebnisse werden in Bezug auf ihre gesundheitliche Bedeutung für berufliche Nutzer bewertet.

Es wurde eine Expositionsanlage konstruiert, die eine mit einem TETRA-Endgerät verursachte Exposition simuliert (siehe Abbildung oben). Sie kann bequem bis zu acht Stunden, auch während des Schlafes, getragen werden. Die tatsächliche Exposition einzelner Hirnareale wurde detailliert berechnet.

Es werden insgesamt 30 junge, gesunde Männer im Alter von 18 - 30 Jahren aus der Gruppe der potenziellen Nutzer und beruflich Exponierten wie Polizisten und Feuerwehrmitglieder getestet. Junge Männer sind in der Schlafforschung eine

etablierte, gut untersuchte Vergleichsgruppe. Jeder Proband wird sowohl exponiert als auch zur Kontrolle scheinexponiert. Bei der Scheinexposition befindet sich die Antenne am Kopf, ist aber ausgeschaltet. Weder die Probanden noch die Wissenschaftler wissen, wann welche Exposition stattfindet (doppelte Verblindung). Im Jahr 2011 wurde etwa die Hälfte der Testpersonen untersucht. Ergebnisse werden 2013 erwartet.

Information der Bevölkerung

Für das BfS ist es ein wesentliches Ziel, dem Wunsch der Bevölkerung und der TETRA-Endgerätenutzer nach frühzeitiger, transparenter und umfassender Information zu entsprechen. Die genannte Verwaltungsvereinbarung, der regelmäßige Informationsaustausch zwischen BfS und BDBOS sowie die Mitgliedschaft der BDBOS beim Runden Tisch Elektromagnetische Felder bilden dafür eine wichtige Grundlage (Auskünfte zum RTEMF: www.emf-forschungsprogramm.de/runder_tisch.html/rtemf.html).

Mehr Informationen zu Strahlenschutzaspekten beim Ausbau des BOS-Funknetzes, zu den beiden Forschungsprojekten zum TETRA-Funk sowie den bisherigen Zwischenberichten können auf den Internetseiten des BfS (www.bfs.de/de/elektro/hff/anwendungen/bos_funk) nachgelesen werden. Die BDBOS informiert auf ihren Seiten www.bdbos.bund.de umfassend über den Aufbau des BOS-Funknetzes.

BEDEUTUNG VON RINGVERSUCHEN FÜR DIE ÜBERWACHUNG INKORPORIERTER RADIOAKTIVER STOFFE

Importance of Laboratory Intercomparisons for Incorporation Monitoring

Fachliche Ansprechpartner/in:

Udo Gerstmann (03018 333-2430)
Martina Hartmann (03018 333-4546)
Werner Buchholz (03018 333-2431)

Incorporation monitoring laboratories are committed to participate in intercomparison exercises performed by the BfS. In-vivo measurements are done with a phantom consisting of polyethylene bricks containing radioactive rods. For in-vitro exercises, pooled urine samples are spiked with radionuclide standard solutions and are sent to the laboratories by mail. In addition, the laboratories have to calculate dosis for given incorporation scenarios. The results of the exercises of the last ten years show that the measurement results and calculated doses in general were in good agreement with the 'true' reference values.

Personen, bei denen von Berufs wegen die Möglichkeit der Aufnahme radioaktiver Stoffe in den Körper (Inkorporation) besteht, werden entsprechend überwacht. Die Untersuchungen werden in Deutschland von behördlich bestimmten Messstellen durchgeführt. Darüber hinaus stehen diese Messeinrichtungen bei besonderen Anlässen auch für Messungen der Bevölkerung zur Verfügung. Nach den Reaktorunfällen von Tschernobyl (April 1986) und Fukushima Dai-ichi (März 2011) stand die Untersuchung auf Inkorporation von Cs-137 und Cs-134 im Vordergrund (s. Seite 38 ff). Bei der Untersuchung von Referenzpersonen aus der Bevölkerung finden sich auch heute noch gelegentlich Personen, die durch den Verzehr bestimmter Pilzarten aus dem Tschernobyl-Unfall stammendes Cs-137 inkorporiert haben.

Inkorporationsmessungen werden in zwei Gruppen eingeteilt:

Bei den In-vivo-Verfahren (lateinisch: im Lebendigen) werden gammastrahlende Radionuklide wie Cs-137 im menschlichen Körper direkt nachgewiesen. Dies ist möglich, weil ein Teil der Gammastrahlung den Körper verlässt und so mit Hilfe eines Ganz- oder Teilkörperzählers registriert werden kann. Anhand der Energie der nachgewiesenen Photonen können die Nuklide identifiziert werden (vgl. Abb. nächste Seite oben).

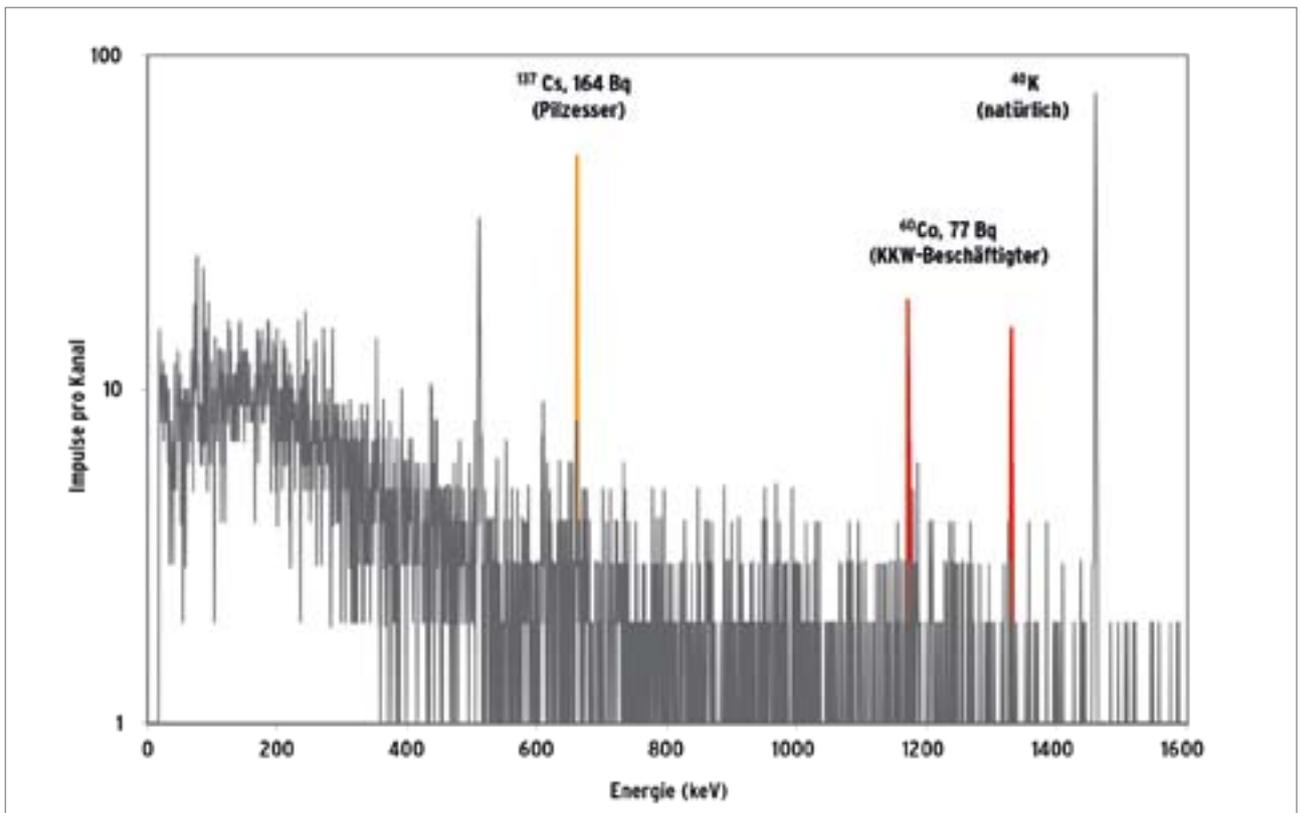
Mit den In-vitro-Verfahren (lateinisch: im Glas) werden inkorporierte Radionuklide über die Analyse von Urin- oder Stuhlproben bestimmt. Dies ist möglich, weil selbst von relativ fest im Körper eingelagerten Stoffen laufend ein kleiner Teil ausgeschieden wird. In-vitro-Verfahren beinhalten radioanalytische Trennverfahren. Sie sind oft sehr viel zeitaufwändiger als In-vivo-Verfahren und werden daher nur bei Nukliden angewandt, die keine durchdringende Gamma-Strahlung aussenden, z. B. reine Alpha- oder Betastrahler.

Aus den Messungen, bei denen Art und Menge der inkorporierten Radionuklide bestimmt werden, ermitteln die Inkorporationsmessstellen die resultierende effektive Dosis und/oder Organdosis und leiten diese an das BfS in standardisierter Form weiter.

Zur Qualitätssicherung müssen die behördlich bestimmten Inkorporationsmessstellen nach § 41 der Strahlenschutzverordnung an Ringversuchen des BfS teilnehmen. Dabei handelt es sich um eine so genannte externe qualitätssichernde Maßnahme. Hierzu sind Proben mit definierten Radionuklidgehalten zu untersuchen. Durch Vergleich der Analyseergebnisse der Labore mit den Sollwerten,

Probenart	Nuklide	Turnus
Urin	U-nat, Th-nat, C-14, H-3, S-35, Am-241, Pb-210, Sr-90, Pu-239/240, Cm-244	Jährlich (mit jeweils zwei Nuklid/Matrix-Kombinationen)
Ganzkörper-Phantom	K-40, Co-57, Co-60, Cs-137, Ba-133, Eu-152, Am-241	1997, 2001, 2003, 2005 - 2009 jährlich
Schilddrüse/Hals	I-125, I-129, I-131, Ba-133	1999, 2005, 2007, 2009

Übersicht über die von der Leitstelle Inkorporationsüberwachung durchgeführten Ringversuche zur Inkorporationsüberwachung



Beispiele für mit einem Ganzkörperzähler aufgenommene Gammaskpektren
(Grau = nicht exponierte Person, Orange = Pilzesser, Rot = Beschäftigter eines Kernkraftwerks)

die zunächst nur dem BfS bekannt sind, können Rückschlüsse auf die Messqualität der Labore gezogen werden. Weiterhin werden den Inkorporationsmessstellen von der Leitstelle die Messdaten von realen Inkorporationsfällen zur Verfügung gestellt, anhand derer die Messstellen die jeweiligen effektiven und/oder Organdosen berechnen müssen.

Die Tabelle auf S. 106 gibt einen Überblick über die in den vergangenen Jahren vom BfS durchgeführten Ringversuche zur Inkorporationsüberwachung.

Für In-vitro-Ringversuche wird Urin verwendet, dem bekannte Mengen radioaktiver Standardlösungen zugesetzt wird. Da jedes der zugesetzten Radionuklide einzeln chemisch abgetrennt und gemessen werden muss, werden pro Probe nur zwei Nuklide zugegeben. Die Proben werden per Post an die Messstellen versendet und von diesen analysiert.

Bei den In-vivo-Ringversuchen wird von allen Messstellen ein so genanntes Phantom untersucht. Dabei handelt es sich um einen aus Polyethylen-

Ziegeln modellierten menschlichen Körper (Phantom „Olga“). Die Ziegel weisen Bohrungen auf, in die verschiedene Aktivitätsquellen eingeführt werden können. An der In-vivo-Messkampagne 2009 nahmen beispielsweise 41 Messstellen in 33 Städten teil.

Die Entwicklung der Abweichung der Labormittelwerte vom „echten“ Wert (Referenzwert) bei den



Messung des Ziegelphantoms „Olga“ in einem Ganzkörperzähler

In-vivo-Ringversuchen der vergangenen zehn Jahre zeigt, dass die Messergebnisse der Messstellen sehr gut mit den Referenzwerten übereinstimmen und dass die Messwertestreuung abgenommen hat. Auch bei den In-vitro-Ringversuchen kann generell festgestellt werden, dass die Messstellen die Kriterien der Richtigkeit und Präzision überwiegend erfüllen.

Eine positive Entwicklung wird auch bei der Dosisbestimmung bei den von der Leitstelle Inkorporationsüberwachung gestellten Fallbeispielen beobachtet. Ausschlaggebend hierfür ist die Möglichkeit für die Messstellen, anhand realistischer Inkorporationsszenarien die vollständige Ermittlung der effektiven Dosen – beginnend mit der Auswahl eines geeigneten Messverfahrens bis zur Dosisberechnung und Meldung an das Strahlenschutzregister – einzuüben.

Insgesamt konnte durch die von der Leitstelle Inkorporationsüberwachung durchgeführten qualitätssichernden Maßnahmen nachgewiesen werden, dass die behördlich bestimmten Messstellen in Deutschland in der Lage sind, radioaktive Stoffe im menschlichen Körper zuverlässig und genau nachzuweisen sowie die daraus resultierende Strahlenexposition zu berechnen.

NUKLEARSPEZIFISCHE GEFAHRENABWEHR: ZUSAMMENARBEIT UND ÜBUNGEN IM JAHRE 2011

Defence against Nuclear Hazards: Cooperation and Exercises in 2011

Fachliche Ansprechpartner/in:

Emily Kröger (03018 333-4131)
Ralph Maier (03018 333-4130)

Defence against nuclear hazards means preparing for and responding to a situation where radioactive material is out of regulatory control, in particular that radioactive material is being used maliciously. The BfS supports other German authorities with its own employees and equipment, or as part of the Federal Unit for Defence Against Nuclear Hazards ("ZUB") together with the Federal Criminal Police Office (BKA) and the Federal Police (BPOL).

Nuklearspezifische Gefahrenabwehr (NGA) ist die Bewältigung von Situationen, in denen radioaktive Stoffe unbefugt gehandelt oder missbräuchlich

verwendet werden oder es in Fällen von Verlust oder Fund radioaktiver Stoffe zu einer potenziellen Gefährdung von Leben, Gesundheit und Sachgütern kommt. Zur Abwehr derartiger Gefährdungen ist oft eine Zusammenarbeit zwischen den Polizeibehörden und den Strahlenschutzbehörden erforderlich. In besonders schwerwiegenden Fällen, in denen Bundes- und Landesbehörden die Situation nicht mehr mit eigenen Kräften bewältigen können, unterstützt das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) die ersuchende Behörde. Diese Unterstützung kann durch den Einsatz von Kräften des BfS (sofern es um rein radiologische Gefährdungslagen geht) oder durch den Einsatz der „Zentralen Unterstützungsgruppe des Bundes für gravierende Fälle nuklearspezifischer Gefahrenabwehr (ZUB)“ erfolgen. Die ZUB umfasst Mitarbeiter/-innen des Bundeskriminalamtes (BKA), der Bundespolizei (BPOL) sowie des BfS.

Eine besondere Herausforderung für die NGA im BfS war der Einsatz der ZUB im Jahre 2006 in Hamburg, in dem Spuren vom Polonium-210 gefunden wurden (s. a. Jahresbericht 2006 des BfS).

Das BfS unterstützt die ersuchende Behörde unter anderem:

- bei der Beratung der Entscheidungsträger in allen Fragen des Strahlenschutzes und der Gefährdung durch radioaktive Stoffe,
- bei der Detektion, Nuklididentifizierung und Aktivitätsabschätzung sowie Stoffbewertung der Materialien,
- bei der Gewährleistung des Strahlenschutzes für die Einsatzkräfte,
- bei der Beurteilung von Kritikalitätsfragen und Risiken,
- bei Ausbreitungs- und Strahlenexpositionsprognosen, inkl. der Abschätzung der radiologischen Auswirkung einer Detonation.

Ferner kann das BfS nach einem Ereignis die ersuchende Behörde beim Abtransport des radioaktiven Materials und bei der Durchführung von Dekontaminationsmaßnahmen beraten.

Das BfS organisiert Informationsveranstaltungen zum Thema NGA und führt praktische Übungen zusammen mit den Sicherheitsbehörden durch. Zusätzlich liefert das BfS Unterstützung im Rahmen der internationalen Zusammenarbeit auf dem Feld der NGA.

Die Aufgabe der NGA im BfS ist es, die Vorbereitungen für derartige operative Einsätze zu treffen. Dies ist nur durch zahlreiche interne Übungen und durch Übungen mit den Partnern der ZUB möglich. Gemeinsam mit einem Bundesland führen alle Spezialkräfte der ZUB einmal pro Jahr eine „Vollübung“ durch. Sie spielen dabei ein fiktives NGA-Szenario durch. Im Jahre 2011 wurde mit dem Land Hessen geübt („RASPAD“-Übung). Diese Übung umfasste das ganze Spektrum der nuklearspezifischen Gefahrenabwehr (www.presseportal.de/polizeipresse/pm/43563/2112569/lka-he-raspadvier-tage-fuer-den-ernstfall-gemeinsame-grossuebung-zur-abwehr-nuklearspezifischer \t „_new“).

Die „RASPAD“-Übung demonstrierte, dass den Einsätzen der nuklearspezifischen Gefahrenabwehr Situationen des Notfallschutzes vor- oder nachgelagert sind. Sowohl die nuklearspezifische Gefahrenabwehr als auch der Notfallschutz nutzen ähnliche messtechnische Systeme und teilweise auch vergleichbare Strategien und Konzepte. Deshalb wurde auf Bitten des Auswärtigen Amtes die Mitarbeiter der Deutschen Botschaft in Tokyo

bei der Bewältigung der Lage während der Reaktorkatastrophe von Fukushima durch die Arbeitsgruppe Nuklearspezifische Gefahrenabwehr vor Ort operativ durch Personal zur Beratung und Bewertung als auch durch die Bereitstellung von Messtechnik unterstützt. Dies zeigt, dass die „nuklearspezifische Gefahrenabwehr“ aufgrund ihrer sehr schnellen Einsatzfähigkeit und operativen Erfahrung auch im „nuklearen Notfallschutz“ eine unterstützende Rolle spielt. Das BfS stellt in solchen Lagen Kapazitäten zur Bewältigung der Gefährdungslage zur Verfügung (messtechnische Kapazitäten, physikalisches, chemisches, medizinisches oder technisches Wissen) und unterstützt die Einsatzkräfte operativ vor Ort.

Die Kapazitäten des BfS auf dem Feld der NGA können auch in anderen Lagen eingesetzt werden. Zum Beispiel: Das BfS unterstützt die Sicherheitsbehörden bei Staatsbesuchen und bei großen Veranstaltungen, so genannten „Major Public Events“, mit entsprechender Messtechnik und fachlicher Beratung.



Dekontaminationsplatz der zentralen Unterstützungsgruppe des Bundes für gravierende Fälle der nuklearspezifischen Gefahrenabwehr (ZUB) während der RASPAD-Übung in Hessen im Jahre 2011

NEUE ENTWICKLUNGEN AUF DEM GEBIET DER RADIOAKTIVITÄT IM TRINKWASSER

New Developments with Regard to Radioactivity in Drinking Water

Fachlicher Ansprechpartner:

Klaus Gehrcke (03018 333-4200)

In 2009 the Federal Office for Radiation Protection (BfS) published the results of a comprehensive study on natural radioactivity in drinking water in Germany. Among others, the study formed the basis of Germany's position in the discussions about a planned new European Directive on radioactivity in drinking water under the Euratom Treaty. Other than the currently valid Drinking Water Directive of 1998 the new Draft also includes the necessary requirements for the practical implementation, especially the definition of natural radionuclides to be considered. In case of an approval by the European Parliament, the Directive will have to be implemented in Germany too. A guideline on the investigation and evaluation of radioactivity in drinking water developed by a working party under the leadership of the BfS between 2009 and 2012 may form a valuable basis for the implementation in practice.

Das Bundesamt für Strahlenschutz hat im Jahre 2009 die Ergebnisse seiner Untersuchungen zur Strahlenexposition durch natürliche Radionuklide in Trinkwasser veröffentlicht (www.bfs.de/de/ion/nahrungsmittel/TW_Bericht_2009.pdf). Diese bislang umfangreichsten systematischen Untersuchungen des Trinkwassers in Deutschland waren mit dem Ziel durchgeführt worden, eine fachliche Grundlage für die längst überfällige Präzisierung der Anforderungen an die Überwachung insbesondere der natürlichen Radioaktivität im Trinkwasser im Rahmen des Trinkwasserrechts zu schaffen. Die Studie hatte einerseits bestätigt, dass die Strahlenexposition durch den Verzehr von im Trinkwasser enthaltenen Radionukliden natürlichen Ursprungs im Mittel sehr gering ist. Andererseits sind aber die Konzentrationsschwankungen sehr groß und im Einzelfall können aus gesundheitlichen Vorsorgegründen Maßnahmen zur Reduzierung angezeigt sein. Die existierenden Rechtsvorschriften bilden dafür aber keine ausreichende Grundlage. Die deutsche Trinkwasserverordnung von 2001 setzt die Europäische Trinkwasserrichtlinie von 1998 in nationales Recht um. Wie diese enthält sie zwar Grenzwerte und Anforderungen für die Ge-

samtrichtdosis und die Tritium-Konzentration, jedoch fehlen in beiden Fällen Vollzugsvorschriften, ohne die eine praktische Umsetzung nicht möglich ist. Zudem sind die Regelungen aus strahlenschutzfachlicher Sicht unbefriedigend, und zwar vor allem deshalb, weil eine nach den Ergebnissen der BfS-Studie wichtige Gruppe von Radionukliden, die langlebigen Radon-Zerfallsprodukte Blei-210 und Polonium-210 sowie das Radon-222 selbst, unberücksichtigt bleiben.

Im europäischen Maßstab soll diesem Missstand nunmehr abgeholfen werden. In einem Vorschlag der Europäischen Kommission zur Schaffung einer eigenständigen Richtlinie zur Radioaktivität im Trinkwasser aus dem Jahre 2011 sind nicht nur Präzisierungen zur praktischen Umsetzung enthalten, sondern es werden auch die genannten Radionuklide berücksichtigt, indem für Radon-222 ein eigener Parameter geschaffen wird und seine Zerfallsprodukte bei der Dosisermittlung berücksichtigt werden. In den Diskussionen um die Schaffung dieser Richtlinie haben die Ergebnisse der BfS-Studie eine wichtige Rolle gespielt.

Der Regelungsansatz der Richtlinie stimmt in wesentlichen Teilen mit den grundsätzlichen Empfehlungen überein, die seit 2009 in einer vom BfS geleiteten Arbeitsgruppe aus Vertretern von Bundes- und Länderministerien und Behörden, Ingenieurbüros und Trinkwasserverbänden in Form eines Leitfadens erarbeitet wurden (s. a. Jahresbericht 2009 des BfS).

Der Leitfaden beinhaltet neben einigen für die überwiegend nicht strahlenschutzfachkundigen Nutzer erforderlichen fachlichen Grundlagen als wesentliches Element zunächst einen Vorschlag für eine den modernen Erkenntnissen und Schutzanforderungen genügende, angemessene Untersuchungs- und Bewertungsstrategie. Daran schließen sich Hinweise für die praktische Umsetzung an, die unter anderem die Mess- und Untersuchungshäufigkeit, die Durchführung einfacher Übersichtsmessungen sowie Empfehlungen im Falle der Nichteinhaltung von Parametern beinhaltet. Ein Kapitel zu analytischen Fragen einschließlich der Qualitätssicherung ist ebenfalls Bestandteil des Leitfadens. Einige wichtige inhaltliche Aspekte sind, dass

- auf die Messung und Bewertung künstlicher Radioaktivität im Allgemeinen verzichtet

werden kann, weil die auf der Grundlage der Strahlenschutzverordnung bzw. des Strahlenschutzvorsorgegesetzes bereits durchgeführten Überwachungsprogramme ausreichend sind,

- bei der Ermittlung der Gesamtrichtdosis die Radon-Zerfallsprodukte Blei-210 und Polonium-210 einbezogen werden,
- für Radon ein eigenständiger Parameter von 100 Bq/l empfohlen wird.

Der Leitfaden befindet sich in wesentlichen Teilen in Übereinstimmung mit dem Entwurf der Europäischen Richtlinie zur Radioaktivität im Trinkwasser von Ende 2011. Er bildet den Stand einer modernen, fachgerechten und angemessenen Gesundheitsvorsorge hinsichtlich radioaktiver Stoffe im Trinkwasser ab, geht dabei aber über den rechtsverbindlichen Rahmen der derzeit gültigen deutschen Trinkwasserverordnung hinaus. Für die im Falle einer Bestätigung der Europäischen Richtlinie durch das Europäische Parlament erforderliche Umsetzung in deutsches Recht kann er aber bereits eine wichtige Grundlage darstellen. Der Leitfaden wurde 2012 auf der Homepage des BMU veröffentlicht (www.bmu.de/strahlenschutz/downloads/17_legislaturperiode/doc/49023.php).

MELDEPFLICHTIGE EREIGNISSE IN KERntechnischen EINRICHTUNGEN 2011

Reportable Events in Nuclear Facilities in 2011

Fachlicher Ansprechpartner:

Matthias Reiner (03018 333-1570)

On behalf of the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU), the Federal Office for Radiation Protection (BfS) is responsible for the registration, documentation and evaluation of

reportable events in nuclear facilities. The BfS performs an initial assessment of the reported events and informs the involved nuclear authorities, the expert organisations, the manufacturers and the operators of nuclear power plants as well as the general public in quarterly and annual reports. These reports contain all reportable events in nuclear power plants, research reactors and other nuclear facilities.

Nationales und internationales Meldeverfahren

Störfälle und andere wesentliche Ereignisse in kerntechnischen Anlagen müssen von den Betreibern an die jeweils zuständigen Landesaufsichtsbehörden gemeldet werden. Grundlage ist die Atomrechtliche Sicherheitsbeauftragten- und Meldeverordnung (AtSMV) vom 14. Oktober 1992 (BGBl. I S. 1766, s. auch www.bfs.de/de/bfs/recht/rsh/rechtsvorschriften_A35.html: Pkt. 1A-17). Wesentliche Ziele und Aspekte bei der Anwendung des Meldeverfahrens der AtSMV sind:

- Rechtzeitige Information an die Aufsichtsbehörde.
- Frühzeitige Erkennung und Beseitigung von Fehlerursachen und Schwachstellen.
- Vermeidung von Wiederholungsfehlern und Vorbeugung gegen Auftreten ähnlicher Fehler.
- Einheitliche Anwendung des Verfahrens in den kerntechnischen Anlagen.

Die Meldung der meldepflichtigen Ereignisse erfolgt nach den in der AtSMV festgelegten Kriterien und Meldekategorien. Es gibt vier Meldekategorien (s. unten), wobei sich die Zuordnung zur Meldekategorie nach der Dringlichkeit richtet, mit der die zuständige Aufsichtsbehörde über das Ereignis informiert werden muss, um gegebenenfalls recht-

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

Meldekategorien

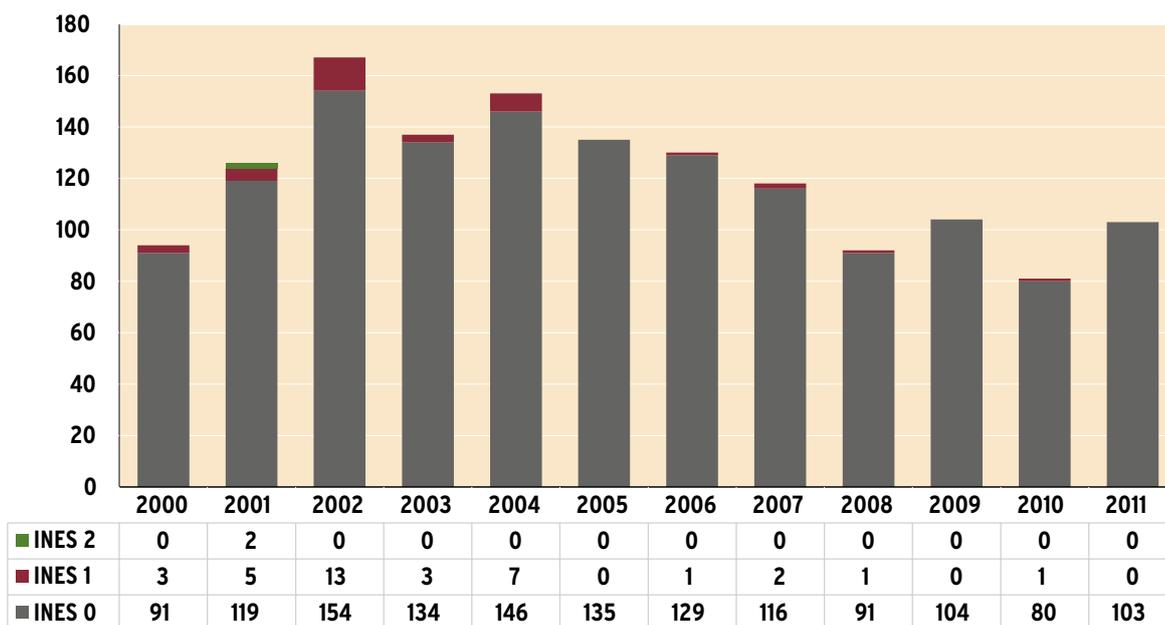
zeitig Maßnahmen ergreifen zu können. Neben dem behördlichen deutschen Meldeverfahren nach AtSMV erfolgt die Einstufung der meldepflichtigen Ereignisse für Zwecke der Öffentlichkeitsarbeit nach der internationalen Bewertungsskala INES – International Nuclear Event Scale. Die internationale Bewertungsskala umfasst gemäß dem gültigen Benutzerhandbuch die Stufen 0 bis 7, wobei Ereignisse mit geringer oder ohne sicherheitstechnische Bedeutung in die Stufe 0 eingeordnet werden. Die Einstufung der meldepflichtigen Ereignisse anhand der INES-Skala soll eine rasche Information der Öffentlichkeit auf der Grundlage einer international einheitlichen Darstellung der sicherheitstechnischen oder radiologischen Bedeutung von Ereignissen ermöglichen (Abb. rechts).

Meldepflichtige Ereignisse 2011

Das nachfolgende Diagramm zeigt eine Übersicht über die in den Jahren 2000 - 2011 aus den deutschen Kernkraftwerken gemeldeten meldepflichtigen Ereignisse, aufgeschlüsselt entsprechend ihrer sicherheitstechnischen Bedeutung in den einzelnen INES-Stufen. Ereignisse mit einer INES-Einstufung oberhalb der Stufe 2 sind in deutschen Kernkraftwerken bisher nicht aufgetreten. 2011 wurden aus den deutschen Kernkraftwerken 104 meldepflichtige Ereignisse gemeldet. Davon war jedoch ein Ereignis eine Nachmeldung aus dem Jahr 2009, bei dem erst nach nochmaliger Prüfung nachträglich die Meldepflicht festgestellt wurde. Somit ereigneten sich 2011 insgesamt 103



Die Internationale Bewertungsskala für nukleare Ereignisse (Abkürzung INES von englisch International Nuclear Event Scale)



Meldepflichtige Ereignisse 2011 in Deutschland

Ereignisse. Alle 103 Ereignisse wurden in die Meldekategorie N (Normal) eingestuft und der INES-Stufe 0 (keine oder sehr geringe sicherheitstechnische Bedeutung) zugeordnet. Zu allen Ereignissen finden sich kurze Ereignisbeschreibungen in den Monatsberichten des Berichtsjahres auf der BfS-Homepage (www.bfs.de/de/kerntechnik/ereignisse/berichte_meldepflichtige_ereignisse/monatsberichte.html). Inzwischen wurde auch ein Ereignis aus dem Jahr 2010 in der Meldekategorie E und INES-Stufe 1 nachgemeldet (Kernkraftwerk Philippsburg, Block 2). Die Beschreibung zu diesem Ereignis befindet sich im Monatsbericht März 2012.

Aus den deutschen Forschungsreaktoren mit mehr als 50 kW thermischer Dauerleistung wurde im Jahr 2011 ein meldepflichtiges Ereignis erfasst (2010: 3); das Ereignis wurde in die Meldekategorie N und in die INES-Stufe 0 eingestuft.

Aus den Anlagen zur Kernbrennstoffver- und -entsorgung wurden im Jahr 2011 insgesamt 23 Ereignisse gemeldet (2010: 27). Alle Ereignisse wurden in die Meldekategorie N eingestuft und der INES-Stufe 0 zugeordnet.

STILLEGUNG EINES ENDGÜLTIG ABGESCHALTETEN KERNKRAFTWERKS

Decommissioning of a Permanently Shut Down Nuclear Power Plant

Fachlicher Ansprechpartner:

Bernd Rehs (03018 333-1547)

The Federal Government has decided to phase out of the use of nuclear power for the commercial generation of electricity until the end of 2022. The Atomic Energy Act was amended and put into force on 6 August 2011. Eight nuclear power plants were shut down permanently in 2011 and the remaining nine still operational nuclear power plants will be shut down permanently until the end of 2022 in a stepwise programme. After permanent shut down of a nuclear power plant preparatory works for decommissioning are carried out during the post operational phase. The following decommissioning requires a comprehensive licensing process which includes an environmental impact assessment as well as aspects of radiation protection.

Die Nutzung der Kernenergie zur gewerblichen Erzeugung von Elektrizität ist in Deutschland – zeitlich gestaffelt – bis Ende 2022 befristet. Das Ende der Laufzeit der einzelnen Kernkraftwerke ist im Atomgesetz festgelegt. Am 6. August 2011 erlosch für acht Kernkraftwerke die Berechtigung zum Leistungsbetrieb. Spätestens Ende 2015, 2017 und 2019 soll jeweils ein weiteres der noch neun in Betrieb befindlichen Kernkraftwerke abgeschaltet werden. Spätestens Ende 2021 folgen drei weitere und schließlich Ende 2022 die restlichen drei Kernkraftwerke. Die Aufgabe der sicheren Stilllegung von Kernkraftwerken bildet damit einen wachsenden Arbeitsschwerpunkt für Betreiber, Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden.

Nach endgültiger Abschaltung eines Kernkraftwerks schließt sich die Nachbetriebsphase an, während der Arbeiten zur Vorbereitung der Stilllegung durchgeführt werden. Die sich an die Nachbetriebsphase anschließende Stilllegung einer kerntechnischen Anlage erfordert ein umfassendes Genehmigungsverfahren, welches insbesondere Aspekte des Strahlenschutzes und mögliche Auswirkungen auf die Umwelt mit einschließt. Bei der Stilllegung wird in Deutschland zwischen den folgenden grundlegenden Stilllegungsstrategien unterschieden:

- **Direkter Abbau:** Bei dieser Stilllegungsstrategie wird eine kerntechnische Anlage abgebaut und aus der atomrechtlichen Überwachung entlassen.
- **Sicherer Einschluss:** Bei dieser Stilllegungsstrategie wird eine kerntechnische Anlage für einen längeren Zeitraum in einen praktisch wartungsfreien Zustand überführt, wobei der endgültige Abbau und die Entlassung aus der atomrechtlichen Überwachung auf einen späteren Zeitraum verschoben werden.

In Deutschland wurde der direkte Abbau bisher überwiegend praktiziert, obwohl das Atomgesetz beide Stilllegungsstrategien als gleichwertig ansieht. Stilllegungsstrategien können auch Mischformen aus diesen beiden grundlegenden Alternativen sein. So kann durch den Ausbau unzerlegter Großkomponenten, deren Zwischenlagerung und spätere Zerlegung der Stilllegungsablauf insgesamt optimiert werden.

Jede Anlage, in der mit radioaktiven Stoffen umgegangen wurde, ist mehr oder weniger mit diesen Stoffen kontaminiert, das heißt, es finden sich Reste dieser Stoffe auf Oberflächen, in Behältern oder Rohrleitungen. Durch geeignete Dekontaminationsverfahren können diese so genannten Kontaminationen wieder entfernt werden. Dazu werden die betroffenen Oberflächen mechanisch oder chemisch abgetragen. Wenn dies erfolgreich ist, können die entsprechenden Stoffe wiederverwertet oder beseitigt werden (Freigabe). Als radioaktiver Abfall fallen dann nur die abgetragenen Oberflächen (und gegebenenfalls Hilfsstoffe) an.

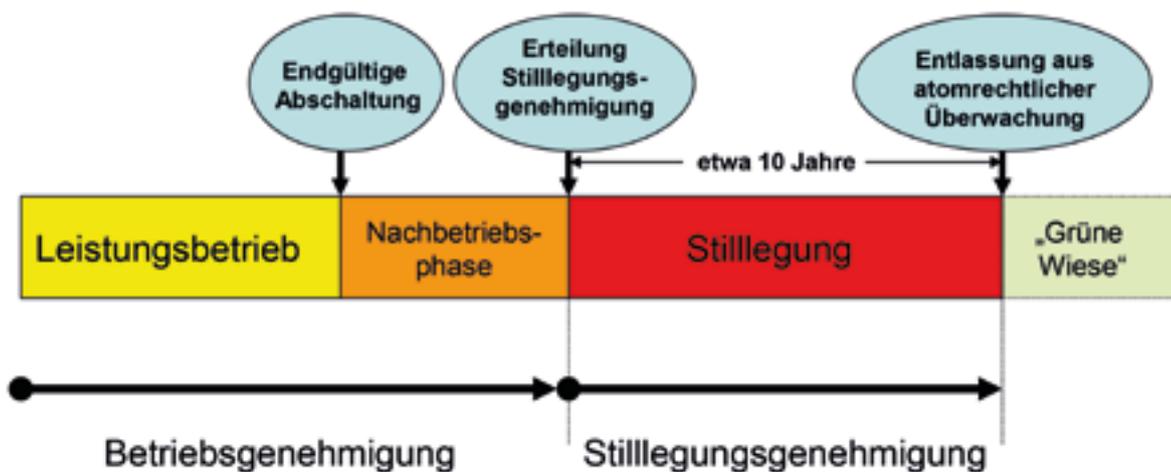
Bei Reaktoren tritt zusätzlich die so genannte Aktivierung der kernnahen Materialien auf, das heißt durch die Einwirkung von Neutronen während des Reaktorbetriebes wird ein kleiner Teil des Materials selbst radioaktiv. Die Aktivierung betrifft das gesamte jeweilige Materialvolumen und sie ist deshalb nicht durch Dekontaminationstechniken entfernbar. Diese Teile werden als radioaktiver Abfall entsorgt.

Bei der Stilllegung von kerntechnischen Anlagen können trotz Dekontamination noch Bereiche mit hohen Dosisleistungen vorhanden sein. Der Strahlenschutz muss deshalb mit in die Arbeitsplanung einbezogen werden. Aus der Erfahrung mit bisherigen Stilllegungsprojekten ist bekannt, dass sich in

deutschen Reaktoren die mittlere Jahreskollektivdosis für das Anlagenpersonal bei der Stilllegung gegenüber dem Leistungsbetrieb (inklusive Revisionsdosen) vermindert. Zur Gewährleistung eines adäquaten Strahlenschutzes werden geeignete Maßnahmen ergriffen (wie zum Beispiel Abschirmungen, Einhausungen, gerichteter Unterdruck oder Atemschutzmittel), die sicherstellen, dass die Strahlenexposition des Betriebspersonals sowohl durch Direktstrahlung als auch durch freigesetzte Radionuklide unterhalb der in der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) vorgegebenen zulässigen Grenzwerte liegt.

Die Abgabe von Radionukliden über Abluft und Abwasser während der Stilllegungsarbeiten wird durch technische Maßnahmen so begrenzt, dass der Schutz der Bevölkerung nach den Vorgaben der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) sichergestellt wird. Durch eine Überwachung der Abgaben wird die Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften nachgewiesen.

Nicht wiederverwertbare und nicht freigebare Materialien müssen als radioaktive Abfälle entsorgt werden. Bei der Stilllegung eines Kernkraftwerkes wird mit konditionierten Stilllegungsabfällen in der Größenordnung von 5.000 Kubikmetern gerechnet. Bei den Stilllegungsabfällen handelt es sich um Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeent-



Beispielhaftes zeitliches Ablaufschema der Übergänge zwischen Lebensabschnitten für ein Kernkraftwerk

wicklung. Die Abfälle müssen so lange zwischengelagert werden, bis das Endlager Konrad für schwach- und mittelradioaktive Abfälle zur Verfügung steht. Diese Zwischenlagerung geschieht in der Regel in einem Zwischenlager am Standort der Anlage.

Bevor die anfallenden radioaktiven Abfälle in ein Zwischen- oder Endlager abgeliefert werden, müssen sie entsprechend behandelt (konditioniert) werden. Feste Abfälle werden zum Beispiel zwecks Volumenreduzierung kompaktiert. Flüssige Abfälle werden in feste Produkte überführt, etwa durch Eintrocknung / Eindampfung oder Zementierung.

Beim Transport der konditionierten Abfälle in ein Zwischenlager müssen die gesetzlichen verkehrs

rechtlichen Bestimmungen beachtet werden. Zur Beförderung werden für alle radioaktiven Stoffe spezielle Transportbehälter und Verpackungen verwendet.

Das Ziel der Stilllegung ist in der Regel der Abbau der kerntechnischen Anlage und die anschließende Entlassung des Standortes aus der atomrechtlichen Überwachung. Häufig wird die so genannte „Grüne Wiese“ angestrebt, das heißt eine vollständige Entfernung aller Bauten und die Rekultivierung des Standortes. Es sind aber auch andere Stilllegungsziele möglich, zum Beispiel die industrielle Nutzung eines freigegebenen Standortes, ein Teilabbau der kerntechnischen Anlage und eine anderweitige Nutzung verbleibender Gebäude.



Foto: CERN, Switzerland

DER UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES BUNDES- UMWELTMINISTERIUMS – FORSCHUNG ZUR STÄRKUNG DER NUKLEAREN SICHERHEIT UND DES STRAHLENSCHUTZES

The Environmental Research Programme of the Federal Environmental Ministry –
Research for Strengthening Nuclear Safety and Radiation Protection

Fachlicher Ansprechpartner:

Udo Volland (030 18333-1510)

Since regulatory procedures must be tied as closely as possible to the current state of science and technology, the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety has established in its responsibility a comprehensive environmental research programme. One part of this programme which is mainly implemented and managed by BfS supports the goal to provide a profound basis for governmental decision-making processes in order to enhance nuclear safety and radiation protection in Germany. Thus, a major task of BfS is to evaluate the results of the research programme with respect to further implementation in ordinances, guidelines and other types of governmental or operational rules.

Zur Durchführung seiner gesetzlichen Aufgaben auf den Gebieten der Reaktorsicherheit, der nuklearen Ver- und Entsorgung und des Strahlenschutzes 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 aufgabengebundenen Ressortforschung zur Verfügung, um Untersuchungen, Gutachten und Studien zur Klärung von Einzelfragen an Universitäten, Forschungsinstitute, Sachverständigenorganisationen oder Unternehmen der freien Wirtschaft zu vergeben.

Die zur Lösung aktuell anstehender Probleme und Fragestellungen durchzuführenden Untersuchungen, Gutachten und Studien unterliegen einem jährlichen Planungsprozess mit Prioritätensetzung und sind Bestandteil des jährlichen Umweltforschungsplanes (UFOPLAN), der alle geplanten Ressortforschungsvorhaben des BMU mit umweltpolitischer Bedeutung umfasst. Die Liste der prioritär durchzuführenden Vorhaben des Umweltforschungsplanes wird zu Beginn eines jeden Jahres auf der Homepage des BMU veröffentlicht. Das BfS unterstützt das BMU fachlich und wissenschaftlich auf den Gebieten des Strahlenschutzes und der kerntechnischen Sicherheit. Hierunter fällt auch die Mitwirkung bei der Planung und Ausführung des UFOPLANS. Das BfS ist – neben der verwaltungsmäßigen Ausführung des UFOPLANS – insbesondere für die Initiierung, fachliche Begleitung und Auswertung einzelner Untersuchungsvorhaben verantwortlich. Dabei kommt der Umsetzung der Ergebnisse dieser Untersuchungsvorhaben in behördliches Handeln eine besondere Bedeutung zu. Die Ergebnisse der Ressortforschung finden Eingang bei der Novellierung von Gesetzen und Verordnungen, Erstellung von Richtlinien, Regeln und Leitfäden sowie bei der Erteilung von Genehmigungen und bei Zulassungsverfahren für Anwendungen mit radioaktiven Stoffen oder ionisierender Strahlung im medizinischen Bereich.

Wesentliche, in die Zukunft gerichtete Themenfelder des UFOPLANS, die auch für die als Folge der Reaktorkatastrophe von Fukushima, Japan, durchzuführenden Sicherheitsbewertungen und europaweiten Stresstests der noch in Deutschland in Betrieb befindlichen Kernkraftwerke von hoher Bedeutung sind, umfassen methodische Weiterentwicklungen der probabilistischen Sicherheitsanalyse für Kernkraftwerke, sicherheitstechnische Untersuchungen zu anlagenübergreifenden Einwirkungen von innen (EVI) und außen (EVA), zur Vorsorge bei Störfällen mit lang andauernden Notstromszenarien, zum Werkstoffverhalten und den zugehörigen Schädigungsmechanismen, zum Alterungsmanagement von Anlagenteilen und zu den Konzepten des Sicherheitsmanagements. Schwerpunkt auf dem Gebiet der Endlagerung radioaktiver Abfälle bildet die methodische Weiter-

entwicklung der Instrumentarien für die Langzeitsicherheitsanalyse der Endlagerung radioaktiver Abfälle in tiefen geologischen Formationen in unterschiedlichen Wirtsgesteinen. Für den Bereich des Strahlenschutzes sind die biologischen Wirkungsmechanismen der ionisierenden Strahlung im Niedrig-Dosisbereich und das Phänomen erhöhter Strahlensensibilität Gegenstand von anstehenden Untersuchungen. Fragestellungen der Radioökologie betreffen das Ausbreitungsverhalten bestimmter Radionuklide im Ökosystem und sind für Expositionsabschätzungen von Flora und Fauna von hoher Bedeutung. Weitere wichtige Themenfelder betreffen die Freigabe von Reststoffen aus der Stilllegung kerntechnischer Einrichtungen, die Begrenzung der natürlichen Strahlenexposition durch Radon und Radonfolgeprodukte, die Anwendung ionisierender Strahlung und starker elektromagnetischer Felder in der medizinischen Diagnostik sowie die gesundheitlichen Auswirkungen der nichtionisierenden elektromagnetischen Strahlung in den verschiedenen Frequenzbereichen bis hin zur UV-Strahlung.

Im Jahr 2011 wurden vom BfS insgesamt 181 Untersuchungsvorhaben administrativ betreut. Hiervon lag für 116 Vorhaben die fachliche Begleitung und Projektsteuerung bei Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des BfS. Für die Ausführung des UFOPLANS im Jahr 2011 wurden dem BfS vom BMU Ressortforschungsmittel in Höhe von 7,0 Millionen Euro für den Bereich Strahlenschutz und in Höhe von 20,9 Millionen Euro für den Bereich der kerntechnischen Sicherheit (Reaktorsicherheit einschließlich Entsorgung) zur Verfügung gestellt. Für die vom BfS fachlich begleiteten Ressortforschungsvorhaben werden die Ergebnisse in Form der Abschlussberichte in der BfS-Schriftenreihe „Ressortforschungsberichte zur kerntechnischen Sicherheit und zum Strahlenschutz“ veröffentlicht und zur Information der fachlich interessierten Öffentlichkeit als pdf-Dateien zum Download auf der Internetseite des BfS (www.bfs.de) bereitgestellt.

Nachstehend werden Zielsetzung, Vorgehensweise und Gegenstand des UFOPLANS exemplarisch anhand einzelner Vorhaben aus den verschiedenen Arbeitsfeldern des BfS verdeutlicht.

DIE WISMUT-BIOPROBENBANK: FOLGEN DES URAN-ABBAUS UND STRAHLENWIRKUNGEN

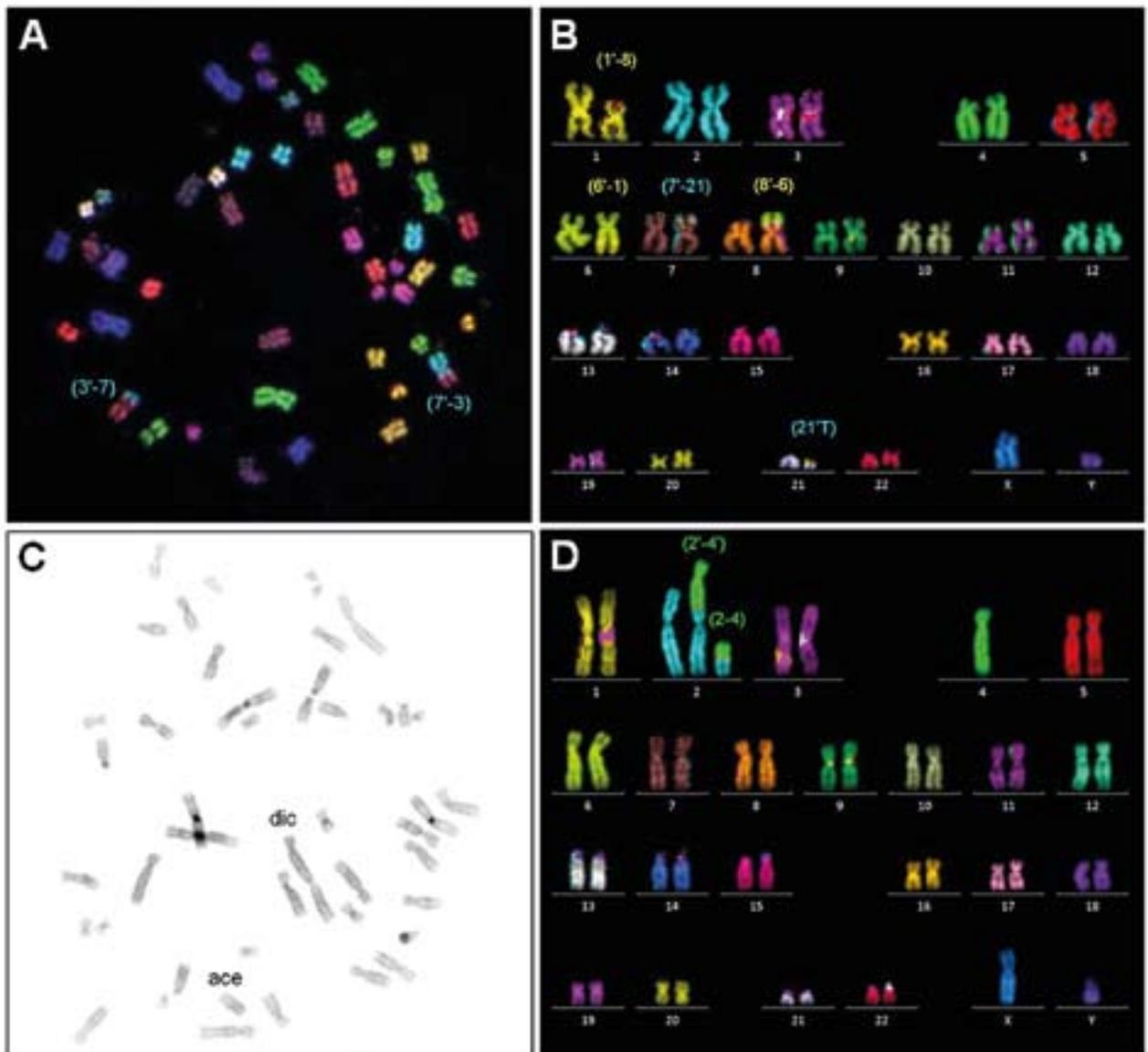
The German Uranium Miners Biobank:
Consequences of Uranium Mining and Radiological Impacts

Fachliche Ansprechpartnerin:

Maria Gomolka (03018 333-2211)

The BfS data and biobank of former Wismut uranium miners (German Uranium Miners Biobank, GUMB) is available now for national and international collaborations. The Biobank provides a valuable tool to investigate complex diseases like cancer or cardiovascular diseases in the context of ionizing radiation in the high to low dose range and of the interaction of radiation and silica or arsenic. Biosamples from blood or lung tissue can be analysed. Several national and international projects are in progress.

Bioprobenbanken beruflich strahlenexponierter Personen sind eine wertvolle Grundlage zur Erforschung von komplexen Erkrankungen wie Krebs und Herz-Kreislaufkrankungen vor dem Hintergrund der Strahlenbelastung. Komplexe Erkrankungen entstehen durch das Zusammenwirken von mehreren Faktoren wie z. B. umweltbedingten Einflüssen oder Auslösern, in diesem Fall der Strahlenexposition, den eigenen erblichen Veranlagungen, die die körpereigene Reaktion auf die Umwelt steuern, und dem eigenen Lebensstil. Welche biologischen Vorgänge im Menschen durch die Strahlung ausgelöst werden und wie diese zusammen mit anderen Faktoren den Krankheitsprozess beeinflussen, soll anhand verschiedener zukünftiger Projekte an der Deutschen Uranerzbergarbeiter-Bioprobenbank (GUMB) untersucht werden.



Chromosomenanalyse mit mFISH (multicolor fluorescence in situ hybridization) in Probanden der Wismut-Studie

Das BfS hat im Rahmen der so genannten Ressortforschung (Umweltforschungsplan des Bundesumweltministeriums) in den letzten vier Jahren eine Bioprobenbank von unterschiedlich strahlenexponierten Uranerzbergarbeitern der ehemaligen Wismut AG aufgebaut und beim BfS archiviert. In Zusammenarbeit mit dem Institut für Prävention und Arbeitsmedizin (IPA), der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) in Bochum, der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) in Berlin und dem Institut für Epidemiologie des Helmholtz Zentrums München steht jetzt umfangreiches Probenmaterial zur Verfügung:

- 442 Blutproben gesunder Wismut-Bergarbeiter.
- 250 Bioproben aus Tumor und Normalgewebe und weitere 80 Bioproben aus Vollblut von an Lungenkrebs verstorbenen Wismut-Bergarbeitern.
- 90 Blutproben von Kindern jung an Lungenkrebs verstorbener Wismut-Bergarbeiter.

Es wurde Probenmaterial von hoch bis niedrig exponierten Uranerzbergarbeitern gewonnen, die auch unterschiedlich mit Quarzstaub und Arsen belastet waren. Die Bioproben wurden nach einem hohen Standard gesammelt und eingelagert, so dass der jetzige Umfang dieser Bioprobenbank beruflich strahlenexponierter Bergarbeiter international einmalig ist.

Mehrere nationale (Kompetenzverbund Strahlenforschung) und internationale EU-Projekte (DOREMI) wurden bereits begonnen oder sind in Vorbereitung, in denen folgende Fragestellungen untersucht werden:

- Suche nach Expositionsmarkern (Indikatoren) chronisch lang zurückliegender Strahlenexposition.
- Veränderung der In-vitro-Strahlenantwort von Blutzellen von chronisch exponierten Probanden.
- Identifizierung von erblichen Faktoren, die in Zusammenwirken mit Strahlung Lungentumore auslösen.
- Identifizierung von strahlenpathologischen Mechanismen.
- Suche nach einem strahlenspezifischen Fingerabdruck in Lungentumoren.

Neueste wissenschaftliche Methoden zur Untersuchung von strahleninduzierten chromosomalen Veränderungen in Blutzellen (Abbildung S. 119), Veränderungen des Erbguts und dessen Regulation, sowie Veränderungen regulatorischer Entzündungsfaktoren im Blut sollen biologische Mechanismen aufklären, die durch die chronische Strahlenexposition ausgelöst wurden. Das Verständnis der biologischen Reaktionen unterstützt und verbessert die Risikobeurteilung und die Risikoabschätzung und hilft, individuelle Vorsorgemaßnahmen zu ergreifen.

DIE DEUTSCHE URANBERGARBEITERSTUDIE - MEHR ALS 60 JAHRE BEOBACHTUNGSZEITRAUM

The German Uranium Miners Cohort Study – A More than 60-Year Period of Follow-up

Fachliche Ansprechpartnerin:

Michaela Kreuzer (03018 333-2250)

The German uranium miners cohort includes 58,987 men who had been employed between 1946 and 1989 at the former Wismut uranium mining company in Eastern Germany. In the extended follow-up period from 1946 to 2008 a total of 53 % of the cohort had been still alive, 43 % died and 4 % were lost to follow-up. Meanwhile data of the cohort has been opened for interested scientists and several questions are presently investigated by external research groups. A pooling of the German, French, Czech and Canadian uranium miner studies is planned.

Seit einigen Jahren führt das Bundesamt für Strahlenschutz eine große Studie an ehemaligen Beschäftigten des Uranerzbergbaus der Wismut (sog. Wismut-Kohorte) durch. Ziel ist es, das Gesundheitsrisiko im Hinblick auf Strahlung, Quarzfeinstaub, und Arsen langfristig zu untersuchen. Hierfür wird alle fünf Jahre über Einwohnermeldeämter recherchiert wie viele Personen noch leben, verstorben oder ggf. nicht zu ermitteln sind. Von den Verstorbenen wird die Todesursache ermittelt. Inzwischen wurde der Beobachtungszeitraum auf Ende 2008 erweitert. Damit umfasst der Beobachtungszeitraum 1946 bis 2008 nun mehr als 60 Jahre. Die nachfolgende Tabelle zeigt für die jeweiligen Beobachtungszeiträume Ende 1998, 2003 und 2008 die Verteilung des Vitalstatus und die Anzahl der Krebstodesfälle in der Wismutkohorte.

Beobachtungszeitraum	Ende 1998		Ende 2003		Ende 2008	
	n	%	n	%	n	%
Vitalstatus						
Lebt	39.255	66.6	35.294	59.8	31.406	53.3
Verstorben	16.598	28.1	20.920	35.5	25.438	43.1
Nicht zu ermitteln	3.148	5.3	2.773	4.7	2.138	3.6
Summe	59.001	100.0	58.987	100.0	58.982	100.0
Krebstodesfälle	4.800		6.373		7.780	

Diese neuen Daten sind vor allem interessant, um zeitliche Entwicklungen besser quantifizieren zu können. So konnte in den bisherigen Analysen gezeigt werden, dass das Lungenkrebsrisiko durch Radon mit zunehmender Zeit seit Exposition sinkt. Bisher konnte allerdings nur ein Zeithorizont von bis zu 35 Jahren nach Exposition bewertet werden. Auch wurde gezeigt, dass das radonbedingte Lungenkrebsrisiko mit zunehmendem erreichten Alter sinkt. Auch hier werden durch den verlängerten Beobachtungszeitraum neue Erkenntnisse erwartet.

Im Jahr 2011 wurden aktuelle Ergebnisse zum Sterberisiko an Leukämie (Dufey et al. 2011) oder Magenkarzinom bei Wismutbergarbeitern (Kreuzer et al. 2012) veröffentlicht. Bezüglich Leukämie wurde kein Zusammenhang mit der Strahlendosis gefunden. Beim Magenkarzinom ergab sich ein geringfügig erhöhtes Risiko in Abhängigkeit von der Strahlendosis, Feinstaub und Arsen. Die beobachtete Risikoerhöhung beim Magenkarzinom kann aber möglicherweise auch durch Zufall oder andere Faktoren erklärt werden. Auswertungen zum Zusammenhang von Lungenkrebs und Quarzfeinstaub zeigen einen deutlichen Risikoanstieg bei einer Gesamtexposition von über 10 Staubjahren, während unterhalb von 10 Staubjahren kein erhöhtes Risiko beobachtbar ist. Die Effekte von Radon und Quarzfeinstaub addieren sich. Der Datensatz der Wismutkohorte wurde inzwischen für interessierte Wissenschaftler geöffnet. Mehrere internationale Forschungsgruppen haben einen Antrag für eine spezielle wissenschaftliche Fragestellung gestellt. Diese wurden alle positiv bewertet und die Daten übergeben.

Eine gemeinsame Auswertung der Originaldaten der deutschen, französischen, tschechischen und kanadischen Uranbergarbeiterstudien ist geplant. Dieser Datensatz wird ca. 120.000 Bergarbeiter

umfassen und detaillierte Analysen gerade bei selten auftretenden Krebserkrankungen und im niedrigen Expositionsbereich erlauben.

GESUNDHEITLICHE AUSWIRKUNGEN STARKER STATISCHER MAGNETFELDER DER MAGNET-RESONANZ-TOMOGRAPHIE

Health Effects of Strong Static Magnetic Fields of Magnetic Resonance Imaging

Fachliche Ansprechpartnerin:

Blanka Pophof (03018 333-2146)

To test the health effects of strong static magnetic fields of magnetic resonance imaging three research projects were performed, focusing on pregnancy, cognitive performance and well-being. The fertility of male mice and the pregnancy of females were not influenced by magnetic fields. The pups exposed during the embryonal stage showed a slightly delayed development regarding weight and opening the eyes. The behavioral development of the pups remained unchanged. Several humans reported vertigo, nystagmus, magnetophosphenes and head ringing in magnetic fields, but their cognitive performance was not impaired and the fields did not cause stress.

Einleitung

Bei der Magnet-Resonanz-Tomographie (MRT), einem in der Medizin z. B. zur Krebserkennung oder bei Verletzungen verwendeten bildgebenden diagnostischen Verfahren, kommen Personen mit starken statischen Magnetfeldern in Kontakt. Die aktuell in der klinischen Praxis genutzten Geräte haben eine magnetische Flussdichte von 1,5 oder 3 Tesla (T), in der Forschung werden aber bereits Geräte mit 7 und 9,4 T getestet. Zukünftig sollen diese auch in der medizinischen Diagnostik eingesetzt werden. Aktuelle Forschungsergebnisse geben

keine Hinweise auf gesundheitliche Schäden durch kurzzeitige Magnetfelder bis zu 4 T, die Auswirkungen stärkerer Magnetfelder sind aber unzureichend untersucht.

Aus diesem Grund wurden drei Forschungsvorhaben zu gesundheitlichen Auswirkungen starker statischer Magnetfelder bis 7 T durchgeführt, die alle 2011 beendet wurden. Es ging dabei um den Schutz schwangerer Patientinnen sowie des medizinischen Personals und um die Leistungsfähigkeit von Personen, die sich in starken statischen Magnetfeldern und in räumlichen Gradienten (Maß für die räumliche Änderung der magnetischen Flussdichte) statischer Magnetfelder bewegen.

Auswirkungen von Magnetfeldern auf Fortpflanzung und Entwicklung

In den letzten Jahren wird MRT zunehmend auch bei schwangeren Frauen zur Diagnostik benutzt. Die Entwicklung leistungsfähigerer Tomographen mit höheren Feldstärken zur Verbesserung der Bildqualität erfordert die Überprüfung der Sicherheit von schwangeren Patientinnen und medizinischem Personal. Deswegen untersuchten Wissenschaftler an der Universität Duisburg-Essen (www.uni-due.de) im Auftrag des BfS, ob und gegebenenfalls welchen Einfluss starke statische Magnetfelder auf die Fruchtbarkeit, Schwangerschaft und Embryonalentwicklung von Mäusen haben. Männliche und schwangere weibliche Mäuse wurden 21 bzw. 18 Tage lang täglich 75 Minuten im Isozentrum und am Eingang eines 1,5-T- und eines 7-T-Tomographen mit statischen Magnetfeldern exponiert (Abb. rechts), oder zur Kontrolle scheinexponiert (0 T).

Die Fruchtbarkeit der exponierten Männchen war anhand der Untersuchung von Hoden und Spermien nicht negativ beeinflusst. Bei Weibchen zeigte sich kein Einfluss der Magnetfelder auf Schwangerschaftsrate, Schwangerschaftsdauer, Wurfgröße und Geschlechterverteilung der Jungtiere. Es wurden keine Missbildungen beobachtet. Bei den während der embryonalen Entwicklung exponierten Jungtieren zeigte sich eine leicht verzögerte Entwicklung in Bezug auf Gewicht (5 %) und das Öffnen der Augen (1 Tag). Die Werte lagen im normalen physiologischen Bereich und die Tiere waren gesund.

Es zeigte sich kein Einfluss der Magnetfeldexposition auf Hoden- und Spermienentwicklung bei

den jungen, im Mutterleib exponierten Männchen. Nach Verpaarung mit nicht exponierten Partnern waren die im Mutterleib exponierten Jungtiere beider Geschlechter, gemessen an der Schwangerschaftsrate, genauso fruchtbar wie nicht exponierte Tiere. Die Plazenten der exponierten Weibchen und bei 7 T auch ihre Embryonen waren signifikant leichter. Das könnte einen negativen Einfluss der Exposition bedeuten, allerdings waren alle Embryonen gesund und normal entwickelt. Insgesamt ergibt sich aus der Studie, dass die Fruchtbarkeit und die Schwangerschaft durch Magnetfeldexposition nicht beeinträchtigt werden. Die während der embryonalen Entwicklung exponierten Jungtiere zeigten keine gesundheitlich relevanten Einflüsse der Magnetfelder, aber eine leicht verzögerte Entwicklung. Das Verhalten der Tiere während der Exposition lässt darauf schließen, dass sie die Felder wahrgenommen hatten. Der dadurch möglicherweise verursachte Stress könnte dann zu der beobachteten Entwicklungsverzögerung geführt haben.

Diese Ergebnisse bedeuten keine gesundheitliche Beeinträchtigung von Schwangeren und Föten. Aus Vorsorgegründen sollte jedoch das Nutzen-Risiko-Verhältnis bei MRT-Untersuchungen von Schwangeren medizinisch streng abgewogen werden (Strahlenschutzkommission 2002, www.ssk.de). MRT ist gegenüber bildgebenden Verfahren, die ionisierende Strahlung nutzen, vorzuziehen.



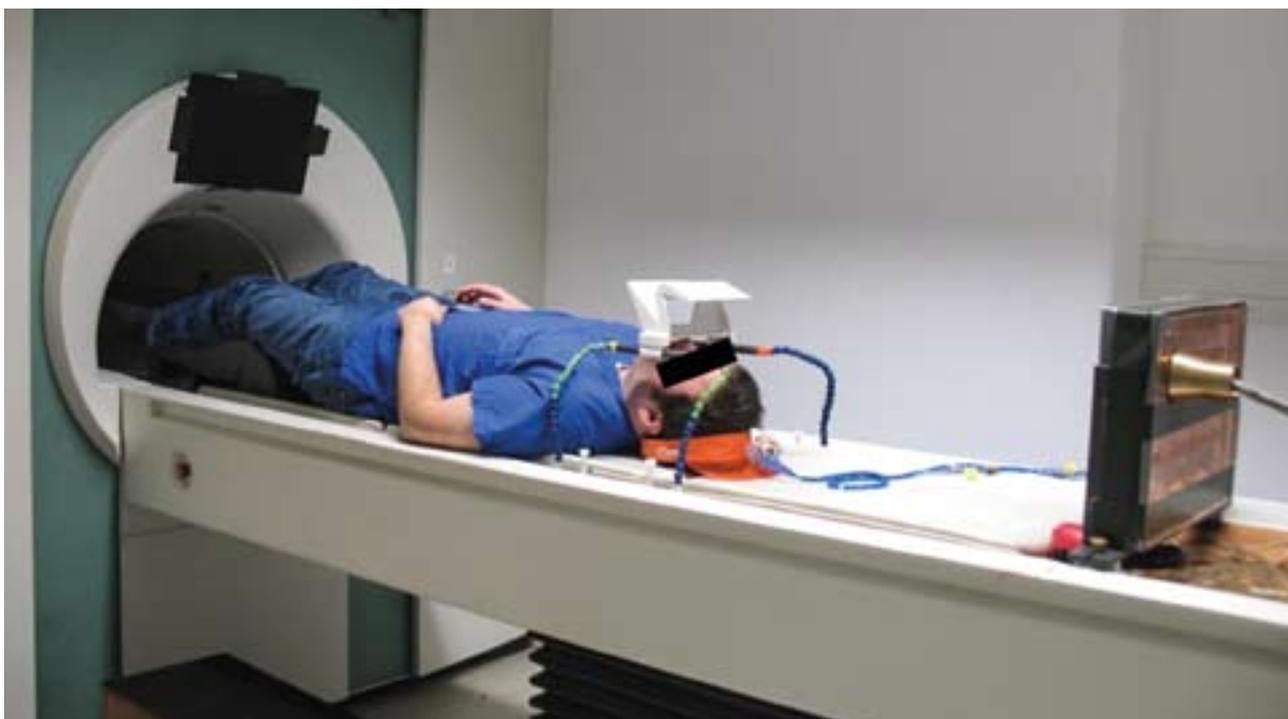
Mäuse im Tomographen

Auswirkungen einer Magnetfeldexposition während der Embryonalentwicklung auf das Verhalten

Verhaltensanalysen an Nagetieren bieten die Möglichkeit, auch subtile Effekte einer Magnetfeldexposition auf das sich entwickelnde Gehirn nachzuweisen. Deswegen wurde das Verhalten der im Mutterleib mit 7 T exponierten Jungtiere aus dem vorherigen Forschungsvorhaben am Zentralinstitut für Seelische Gesundheit in Mannheim (ZI, www.zi-mannheim.de) untersucht. In zahlreichen Tests für emotionales Verhalten (Ängstlichkeit, Depressivität) und für Lernen und Gedächtnis konnten in Abhängigkeit von der Exposition keine Verhaltensauffälligkeiten nachgewiesen werden. Es wurden durchgehend geschlechtsspezifische Unterschiede gefunden. Das spricht für eine hohe Empfindlichkeit der Tests, mit denen auch geringfügige Unterschiede nachgewiesen werden können. Die Ergebnisse zeigen, dass sich das Verhalten und die Lernfähigkeit der während der Embryonalentwicklung exponierten Jungtiere normal entwickelte und die im Vorhaben zur Fortpflanzung beobachtete geringfügige Verzögerung der körperlichen Entwicklung keinen weiteren negativen Einfluss hatte. Ergebnisse aus Tierexperimenten sind zwar nicht vollständig auf Menschen übertragbar, sie deuten aber darauf hin, dass eine MRT-Untersuchung von schwangeren Patientinnen die gesunde Entwicklung ihrer Kinder nicht beeinträchtigt.

Auswirkung von Magnetfeldern auf die kognitive Leistungsfähigkeit

Am Deutschen Krebsforschungszentrum in Heidelberg (DKFZ, www.dkfz.de) wurde in Zusammenarbeit mit dem Zentralinstitut für Seelische Gesundheit in Mannheim (ZI, www.zi-mannheim.de) überprüft, ob und in welchem Maße das Wohlbefinden und die kognitive Leistungsfähigkeit von Patienten und im Besonderen des medizinischen Personals durch Magnetfelder beeinträchtigt werden. Insbesondere bei operativen Eingriffen, die an offenen Tomographen durchgeführt werden, muss gewährleistet sein, dass die Leistungsfähigkeit des medizinischen Personals nicht eingeschränkt ist und Patienten dadurch nicht gefährdet werden. Insgesamt wurden 41 Testpersonen (21 Männer und 20 Frauen) im Alter von 18 - 34 Jahren im Zentrum der Magnetbohrung und während einer kontinuierlichen Bewegung durch den räumlichen Gradienten des statischen Magnetfeldes am Eingang des Scanners untersucht (Abb. unten). Es wurden jeweils zehn unterschiedliche Tests zu Aufmerksamkeit, Reaktionszeit, Gedächtnis, Auge-Hand-Koordination, visueller Kontrastsensitivität und visueller Auflösung, zu Befindlichkeit und Stress im statischen Magnetfeld von drei Tomographen verschiedener Magnetfeldstärke (1,5, 3 und 7 T) und zur Kontrolle im feldfreien Raum durchgeführt. Die Probanden waren nicht darüber informiert, in welcher Feldstärke sie jeweils getestet wurden.



Testperson am Eingang eines Tomographen (Quelle: DKFZ Heidelberg)

Es zeigte sich kein Einfluss der Magnetfelder bis 7 T auf die Ergebnisse der Kognitionstests. Bezüglich des Wohlbefindens zeigte sich für das Auftreten von Schwindel, Nystagmus (unkontrollierte Augenbewegungen), Lichtblitzen und Klingeln im Kopf ein Anstieg mit der Feldstärke. Nach einer kurzen Gewöhnung von einigen Minuten traten bei 80 % der Testpersonen die Symptome nicht mehr auf. Die Messung der Stresshormone im Blut und Speichel ergab keinen Einfluss der Magnetfelder. Insgesamt ergibt sich aus der Studie, dass die Leistungsfähigkeit des medizinischen Personals in Bezug auf visuelle und motorische Fähigkeiten sowie Reaktionsvermögen und Gedächtnis während eines Aufenthaltes in statischen Magnetfeldern nicht beeinträchtigt ist. Deswegen besteht auch keine Gefahr für Patienten. Für Patienten kann eine MRT-Untersuchung mit vorübergehenden unangenehmen Empfindungen verbunden sein, ein gesundheitliches Risiko besteht aber nicht.

Bei Personen mit eingeschränkter Thermoregulation, Durchblutungsstörungen, Herzrhythmusstörungen und schlechtem Allgemeinzustand ist eine Überwachung während einer MRT-Untersuchung notwendig. MRT-Untersuchungen von Patienten mit Implantaten oder metallischen Einschlüssen sind stets mit einem erhöhten Gefährdungspotenzial verbunden. Vor jeder Untersuchung von Risikopatienten sind die Gefahren mit dem zu erwartenden Nutzen abzuwägen.

Weitere Informationen:

www.bfs.de/de/elektro/nff/weitere_informationen/Statische_Magnetfelder.html

www.bfs.de/de/elektro/nff/wirkungen/Wirkungen_statische_Magnetfelder.html

www.bfs.de/de/ion/medizin/diagnostik/alternative_schnittbildverfahren/mrt.html

STRAHLENBELASTUNG DURCH NUKLEARMEDIZINISCHE UNTERSUCHUNGEN

Radiation Exposure due to
Nuclear Medical Examinations

Fachliche Ansprechpartner:

Jörn Hendrik Bröer (03018 333-2343)

Dietmar Noßke (03018 333-2330)

The EU-funded project PEDDOSE.NET summarized and evaluated the current knowledge on the age-dependent

dosimetry for radioactive substances currently used for diagnostic imaging procedures in nuclear medicine. Moreover, it developed recommendations to improve patient healthcare in medical imaging and identified gaps in the knowledge of the behaviour of these substances which need to be bridged by further studies.

Nuklearmedizinische Untersuchungen erlauben die Beurteilung von Stoffwechselprozessen im menschlichen Körper bei verschiedenen Fragestellungen wie z. B. Krebs und Herz-Kreislaufkrankungen. Dazu wird dem Patienten ein radioaktives Arzneimittel injiziert und die ausgesandte Strahlung gemessen.

Jedes Jahr werden in Deutschland mehr als drei Millionen nuklearmedizinische Untersuchungen durchgeführt. Dabei werden die Patienten ionisierender Strahlung ausgesetzt, die effektive Dosis liegt typischerweise im Bereich von 1 - 10 mSv. Aufgrund der geringen Menge der verabreichten radioaktiven Stoffe lassen sich kurzfristige Schäden ausschließen, mit einer geringen Wahrscheinlichkeit sind aber langfristige Schäden möglich, insbesondere die Induktion eines Tumors. Um das Nutzen-Risiko-Verhältnis einer Untersuchung abschätzen zu können, muss die Dosis so genau wie möglich bekannt sein. Dies gilt umso mehr für Kinder, die eine deutlich höhere Strahlenempfindlichkeit als Erwachsene haben. So ist z. B. für ein fünfjähriges Kind die Strahlenempfindlichkeit in etwa 2- bis 3-mal so hoch wie für einen 30-jährigen Erwachsenen.

Um das vorhandene Wissen in diesem Bereich zusammenzutragen, wurde das EU-Projekt PEDDOSE.NET (www.peddose.net) zusammen mit der Universitätsklinik Würzburg, der Universität Gent und dem Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale (INSERM) aus Nantes durchgeführt. Koordiniert wurde das Projekt vom European Institute for Biomedical Imaging Research (EIBIR, www.eibir.org) in Wien. Es zeigte sich, dass kaum Untersuchungen zum Verhalten der Arzneimittel bei Kindern vorliegen, üblicherweise wird die bei Erwachsenen gemessene Verteilung mit kleinen Anpassungen auf Kinder übertragen. Folglich wurden in diesem Vorhaben die vorhandenen Daten für Erwachsene zusammengetragen und untersucht.

Dabei ergab sich, dass in den vorliegenden Studien

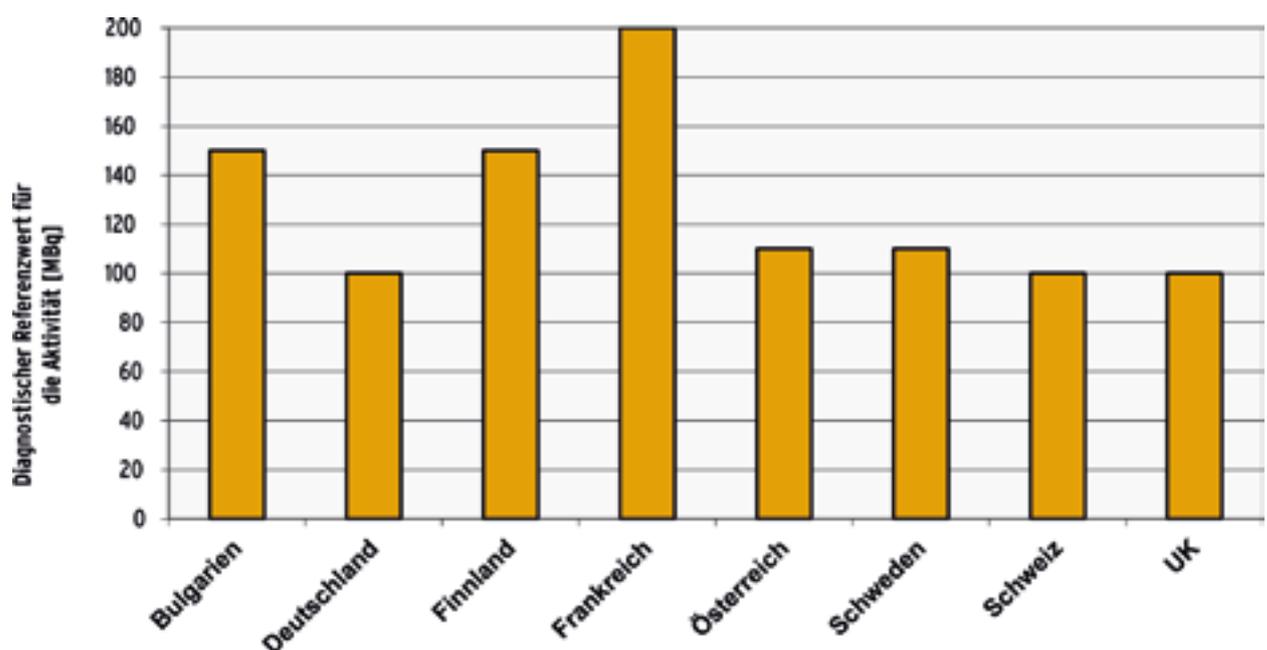
Messparameter und Auswerteverfahren stark variieren. Für die am häufigsten verwendeten Arzneimittel waren Daten vorhanden, bei einigen wurde die Verteilung im Körper allerdings vor mehr als 20 Jahren bestimmt. Durch technologische Fortschritte wären heute genauere Messungen und damit eine genauere Risikoabschätzung möglich. Da die Strahlenbelastung durch radioaktive Stoffe innerhalb des menschlichen Körpers nicht direkt gemessen werden kann, benutzt man zur Ermittlung der Dosis Phantome, d. h. Nachbildungen des menschlichen Körpers einschließlich seiner Organe, für Standardpersonen verschiedener Altersklassen. Damit werden Strahlentransportrechnungen zur Bestimmung der Dosis in einem Organ oder Gewebe durchgeführt, die durch einen radioaktiven Zerfall in einem bestimmten Körperbereich verursacht wird. Der aktuelle Standard beruht auf dreidimensionalen Bilddatensätzen von Erwachsenen und Kindern unterschiedlichen Alters, die mit der Computertomographie (CT) oder der Magnetresonanztomographie (MRT) gemessen wurden. Zukünftige Modelle sollen durch Verwendung mathematischer Funktionen sowohl im Gewicht als auch in der Größe skalierbar sein.

Für die Berechnung der Strahlenbelastung sind die Veröffentlichungen von altersabhängigen Dosiskoeffizienten der Internationalen Strahlenschutzkommission (ICRP, www.icrp.org) de facto internationaler Standard. Diese Veröffentlichungen beruhen, sofern vorhanden, auf aktuellen Messungen, werden regelmäßig aktualisiert und sind

daher sehr zuverlässig. Allerdings lagen auch der ICRP kaum Kenntnisse zum Verhalten der radioaktiven Arzneimittel bei Kindern vor, so dass sich die Dosiskoeffizienten für Kinder gegenüber denen für Erwachsene fast ausschließlich bezüglich der unterschiedlichen Größe und Masse unterscheiden. Die Vorgaben für die durchschnittlich zu verabreichenden Aktivitätsmengen der Arzneimittel schwanken zwischen den verschiedenen Ländern der EU teilweise um einen Faktor 2 (s. Abb. unten). Die Empfehlungen der European Association of Nuclear Medicine (EANM, www.eanm.org) haben daran nur begrenzt etwas geändert. Von der EANM werden für Kinder Aktivitätswerte empfohlen, die dieselbe effektive Dosis wie für Erwachsene verursachen.

Außerdem werden mehr und mehr nuklearmedizinische Untersuchungen mit der CT kombiniert, um die funktionelle Information der nuklearmedizinischen Diagnostik mit der Morphologie (CT) zu kombinieren und besser interpretieren zu können. Dabei wird durch die CT eine zusätzliche Strahlendosis verursacht. Dennoch gibt es bislang keine allgemein akzeptierten oder standardisierten Protokolle für die Durchführung solcher Untersuchungen.

Der während des Projekts identifizierte Forschungs- und Standardisierungsbedarf wurde der EU-Kommission und internationalen Organisationen wie ICRP und EANM mitgeteilt.



Diagnostische Referenzwerte für Nierenfunktionsuntersuchungen bei Erwachsenen mit ^{99m}Tc -MAG3

BUNDESWEITER ÜBERBLICK ÜBER DIE RADIOCÄSIUM-KONTAMINATION VON WILDSCHWEINEN

Nationwide Survey on the Radiocaesium Contamination of Wild Boars

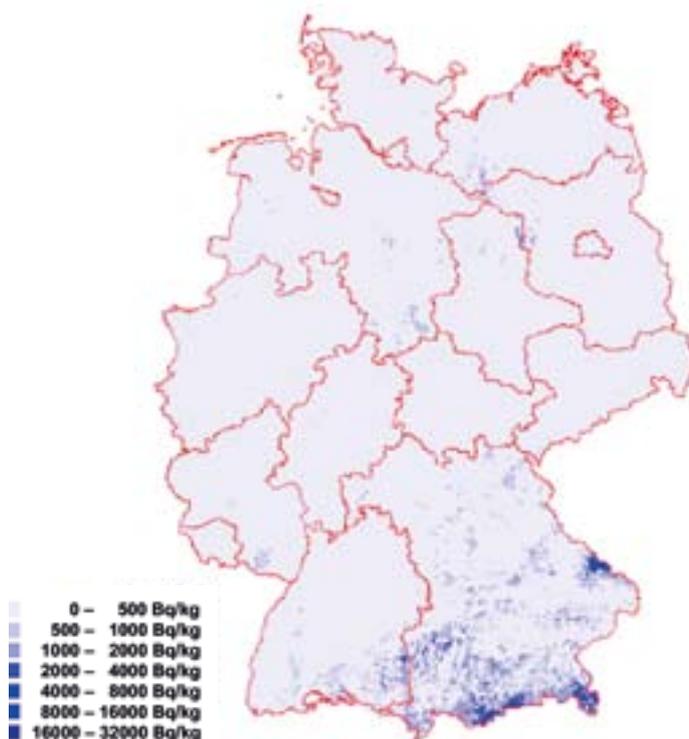
Fachliche Ansprechpartner:

Martin Steiner (03018 333-2549)

Even 25 years after the reactor accident at Chernobyl, its impact is still visible in Germany. The financial compensations for radioactively contaminated wild boar meat that cannot be brought to market have reached a peak value. Nonetheless, information on the contamination situation of wild boars is fragmentary only. The German Federal Office for Radiation Protection therefore initiated a research project to systematically complete the picture of actual or potential radiocaesium levels. National data on the contamination levels of wild boars were collected as comprehensively as possible. In addition, a radioecological model was developed to calculate the expected contamination levels of wild boars from site-specific environmental factors. The radioecological model allows the expected median to be reliably predicted, thus ideally complementing the existing information on the measured radiocaesium levels in shot animals.

Der Reaktorunfall von Tschernobyl hinterlässt auch nach 25 Jahren noch deutliche Spuren in Deutschland. Die Entschädigungszahlungen für Wildschweinfleisch, das wegen seines Radiocäsiumgehaltes entsorgt werden muss, bewegen sich auf Rekordhöhe. Dies war auch ein Thema des Jahresberichts 2010.

Ziel eines vom Bundesamt für Strahlenschutz initiierten Forschungsvorhabens war es, die bruchstückhaften Informationen über die Radiocäsiumkontamination von Wildschweinen zusammenzustellen und, falls erforderlich, durch Modellrechnungen zu ergänzen. Da auch in niedriger belasteten Regionen Deutschlands bei ungünstigen ökologischen Bedingungen mit Überschreitungen des Grenzwertes für Radiocäsium von 600 Bq/kg gerechnet werden muss, wurde in dem Vorhaben das gesamte Bundesgebiet berücksichtigt. Zunächst wurden die bundesweit vorliegenden Messungen zur Wildschweinkontamination möglichst vollständig recherchiert. Um Aussagen über den möglichen Radiocäsiumgehalt des Fleisches aus den Regionen zu erhalten, für die keine oder nur



Prognose der mittleren Radiocäsiumkontamination (Median) von Wildschweinen im Juni 2011 (Quelle: Dr. Fielitz Umweltanalysen, Hambühren)

wenige Messwerte vorliegen, wurde ein radioökologisches Modell entwickelt. Mithilfe dieses Modells kann aus den maßgebenden Standortfaktoren für jeden Ort Deutschlands und jeden Zeitpunkt die zu erwartende Kontamination von Wildschweinen berechnet werden (siehe Abb. oben).

Ein Schlüsselfaktor sind die außerordentlich hoch belasteten Hirschtrüffeln. Diese Pilze sind zwar für den Menschen ungenießbar, ihre unterirdisch wachsenden Fruchtkörper werden jedoch als „Delikatesse“ gezielt von Wildschweinen gefressen. Nach dem heutigen Kenntnisstand sind sie für die hohen Radiocäsiumgehalte von Wildschweinen verantwortlich. Obwohl Hirschtrüffeln mit einem Gewichtsanteil von einigen Prozent nur einen geringen Anteil des Futterspektrums ausmachen, können sie wegen ihrer außergewöhnlich hohen spezifischen Aktivität zu etwa drei Viertel des mit dem Futter aufgenommenen Radiocäsiums beitragen.

Wie gut die Modellprognosen mit den tatsächlichen Radiocäsiumkontaminationen übereinstimmen, wurde in fünf bisher nicht systematisch

untersuchten Gebieten überprüft. Der Median der gemessenen Kontaminationswerte wird durch die Modellrechnung in der Regel gut reproduziert. Der Median, eine Kenngröße einer statistischen Verteilung, bezeichnet den Wert, oberhalb und unterhalb dessen jeweils 50 % der Messwerte liegen. Den Modellprognosen zufolge wird die Radiocäsiumkontamination der Wildschweine in den nächsten Jahren nur langsam zurückgehen. Der Verbraucher sollte daher auch zukünftig darauf

achten, woher Wildschweinfleisch stammt, das auf seinem Teller landet. Wildschweinfleisch aus dem Handel kann verzehrt werden, da dessen Radiocäsiumgehalt den Grenzwert von 600 Bq/kg nicht überschreiten darf. Besonders geringe Kontaminationen weisen Zuchttiere auf, die ausschließlich mit landwirtschaftlichen Erzeugnissen gefüttert werden. Der Radiocäsiumgehalt ihres Fleisches ist mit dem von Rind-, Schweine- und Geflügelfleisch vergleichbar.



Bundesaamt für Strahlenschutz

Bundesaamt für Strahlenschutz

// ZAHLEN UND FAKTEN

Facts and Figures

ORGANISATION UND AUFGABEN DES BFS

Organization and Tasks of BfS

Fachlicher Ansprechpartner:

Norbert Nimbach (03018 333-1200)

Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) ist eine organisatorisch selbständige wissenschaftlich-technische Bundesoberbehörde, die dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) zugeordnet ist. Gegründet wurde das BfS 1989 auch als Konsequenz des Reaktorunfalls 1986 in Tschernobyl mit dem Ziel, Kompetenzen auf den Gebieten Strahlenschutz, kerntechnische Sicherheit, Transport und Aufbewahrung von Kernbrennstoffen sowie Endlagerung radioaktiver Abfälle zu bündeln.

Neben Salzgitter als Hauptsitz des BfS gehören weitere Standorte für insgesamt über 750 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter zum Amt. Sie befinden sich in Oberschleißheim bei München, Berlin-Karlshorst, Freiburg, Bonn, Rendsburg, Morsleben, Remlingen und Gorleben.

Konkret befasst sich das BfS u. a. mit Fragen des Strahlenschutzes in der Medizin, den Auswirkungen der UV-Strahlung und elektromagnetischer Felder, dem radiologischen Notfallschutz und der

durch natürliches Radon verursachten Strahlenbelastung. Das BfS untersucht und überwacht die Strahlenbelastung der Bevölkerung und bewertet gesundheitliche Risiken. Für beruflich strahlenexponierte Personen wird ein Strahlenschutzregister geführt. Auch die Errichtung und der Betrieb von Endlagern für radioaktive Abfälle sowie die Sicherheit der Beförderung und Aufbewahrung von Kernbrennstoffen sind Aufgaben des BfS.

Eine weitere wesentliche Aufgabe des BfS sind die Genehmigungen der Anwendung von radioaktiven Stoffen und ionisierender Strahlung am Menschen in der medizinischen Forschung nach § 23 Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) bzw. § 28a Röntgenverordnung (RöV). Im Jahr 2011 sind insgesamt 270 Genehmigungsanträge eingegangen (104 Neuanträge und 166 Änderungsanträge). Es wurden 238 Genehmigungen für 1.745 beteiligte Studienzentren erteilt.

Zum 1. November 2011 wurden die StrlSchV und die RöV novelliert und im Zuge dessen u. a. ein vereinfachtes Verfahren (sog. Begleitdiagnostik) eingeführt. Das BfS hat dies zum Anlass genommen, im Bereich der medizinischen Forschung sowohl seinen Internetauftritt (www.bfs.de/de/bfs/dienstleitungen/forschung) als auch alle Formblätter zu überarbeiten.

DIE FACHBEREICHE DES BFS

Scientific Departments of BfS



Foto: Martin Runge/Photocase.de

Fachbereich Sicherheit nuklearer Entsorgung (SE)

Der Fachbereich Sicherheit nuklearer Entsorgung ist für alle Fragen der Entsorgung radioaktiver Abfälle, den Betrieb von Endlagern und deren Standortauswahl, für die Genehmigung von Zwischenlagern und Transporten von Kernbrennstoffen und Großquellen, für die Zulassung von Versandstückmustern sowie für die staatliche Verwahrung von Kernbrennstoffen verantwortlich.

Fachbereich Strahlenschutz und Gesundheit (SG)

Die Aufgaben des Fachbereichs umfassen ein weites Spektrum, das Vollzugsaufgaben nach Strahlenschutz und Röntgenverordnung, die Ermittlung und Fortentwicklung des Standes von Wissenschaft und Technik, die Beratung des Bundesumweltministeriums, die Vertretung der Bundesrepublik Deutschland in nationalen und internationalen Fachgesellschaften und Gremien sowie die Kommunikation und Kooperation in Fachfragen mit öffentlichen Einrichtungen und der Bevölkerung einschließt. Zur Ermittlung und Fortentwicklung des Stands von Wissenschaft und Technik werden sowohl Untersuchungen in Eigenforschung durchgeführt als auch Vorhaben im Rahmen des nationalen Umweltforschungsprogramms konzipiert, fachlich begleitet und umgesetzt.



Fachbereich Sicherheit in der Kerntechnik (SK)

Der Fachbereich Sicherheit in der Kerntechnik verfolgt die nationale und internationale Entwicklung des Standes von Wissenschaft und Technik zur Gewährleistung und Beurteilung der Sicherheit von Kernkraftwerken, Forschungsreaktoren und Anlagen der Kernbrennstoffver- und -entsorgung. Der Fachbereich arbeitet national und international mit an der Erstellung von Sicherheitsstandards, Empfehlungen für Sicherheitsanalysen und sicherheitstechnischen Anforderungen für Betrieb, Stilllegung und Rückbau. Zur direkten Unterstützung der Bundesaufsicht erfasst und dokumentiert der Fachbereich den Anlagen- und Genehmigungsstatus von kerntechnischen Anlagen sowie alle meldepflichtigen Ereignisse als zentrale Störfallmeldestelle. Außerdem initiiert der Fachbereich Untersuchungsvorhaben, bewertet deren Ergebnisse und leitet daraus Vorschläge für die Verbesserung der kerntechnischen Sicherheit ab.

Fachbereich Strahlenschutz und Umwelt (SW)

Der Fachbereich Strahlenschutz und Umwelt erfüllt wissenschaftliche und administrative Aufgaben auf dem Gebiet des Strahlenschutzes von Mensch und Umwelt. Die Arbeit ist vor allem auf die Lösung praktischer Probleme des Strahlenschutzes ausgerichtet. Deshalb stehen die Ermittlung und Überwachung von Strahlenexpositionen durch natürliche und künstliche Quellen, die dazu benötigten Methoden, die Beurteilung festgestellter Situationen und Einschätzungen über Notwendigkeit und Wirkung technischer und organisatorischer Maßnahmen des Strahlenschutzes im Vordergrund.



Größere Standorte des BfS befinden sich bei München, in Berlin, in Salzgitter und in Freiburg

DAS BfS INFORMIERT

BfS Providing Information to the Public

Öffentlichkeitsarbeit

Auch 2011 hat das Bundesamt für Strahlenschutz wichtige Entwicklungen und Sachverhalte auf den Gebieten des Strahlenschutzes, der nuklearen Entsorgung und der Kerntechnik den Bürgerinnen und Bürgern aktuell, transparent und verständlich vermittelt. Dies geschah durch gedrucktes Informationsmaterial in Form von Broschüren, Falt- und Informationsblättern (kostenlos zu bestellen unter info@bfs.de), aktuelle Internetbeiträge und auch durch mündliche oder schriftliche Beantwortung von Bürgeranfragen.

2011 sind von den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Öffentlichkeitsarbeit des BfS mehr als 6.000 Anfragen telefonisch und rund 4.000 Anfragen schriftlich beantwortet worden. Mit großem Abstand bildeten Fragen rund die Ereignisse in Fukushima den absoluten Schwerpunkt. In den Monaten März bis Mai waren täglich bis zu 100 telefonische Anfragen zu bearbeiten. Über das Jahr traten dann wieder Verbraucherschutzthemen wie die von elektromagnetischen Feldern (Mobilfunk, Stromtrassen) ausgehenden möglichen Gefahren sowie die durch medizinische Untersuchungen verursachte Strahlenbelastung, z. B. beim Röntgen

und in der Nuklearmedizin, in den Vordergrund. Darüber hinaus wurden häufig Fragen zur Überwachung der Umweltradioaktivität sowie zur Entsorgung radioaktiver Abfälle gestellt.

Eine weitere Möglichkeit für das BfS, sich Bürgerinnen und Bürgern direkt zu präsentieren, bietet sich auf Messen und Ausstellungen, wo Informationsmaterialien zur Verfügung gestellt werden, mit multimedialen Präsentationen komplexe Sachverhalte verständlich dargestellt und Fragen zu aktuellen Problemen des Strahlenschutzes direkt diskutiert werden können.

2011 setzte das BfS weiterhin auf eine hohe Präsenz in der Region: Das Altstadtfest in Salzgitter-Bad und das ffn-Kinderfest in Salzgitter-Lebenstedt mit mehreren zehntausend Besucherinnen und Besuchern wurden genutzt, um das Spektrum der BfS-Aufgaben zu präsentieren.

Zwei Grundschulen in Salzgitter unterstützte das BfS bei ihren Projekttagen zum UV-Schutz. Die Schülerinnen und Schüler lernten spielerisch mit kindgerechten Medien den richtigen Umgang mit

der Sonne. Die Lehrkräfte konnten als wichtige Multiplikatorinnen und Multiplikatoren gewonnen werden.

Auch in der Bundeshauptstadt war das Bundesamt im Einsatz. Als regelmäßiger Gast nahm das BfS am Tag der offenen Tür der Bundesregierung und beim Umweltfestival teil. Passend zum guten Wetter konnten die Besucherinnen und Besucher ihre Sonnenbrille testen lassen. Animationen und Fachgespräche erklärten, wie man Hautkrebs vorbeugen kann und dass gerade Kinder vor zuviel Sonne geschützt werden müssen.

Regelmäßig präsent ist das BfS auf Messen wie der didacta und der Internationalen Funkausstellung. Die didacta als größte Bildungsmesse in Europa fand 2011 auf dem neuen Messegelände in Stuttgart statt. Lehr- und Erziehungskräfte sind wichtige Multiplikatorinnen und Multiplikatoren für die Hintergründe und Verhaltensregeln im Umgang mit Mobilfunk oder ultravioletter Strahlung. Aber auch die Endlagerfrage wird häufig in Schulen im Politik- oder Sozialkundeunterricht diskutiert. Die Internationale Funkausstellung in Berlin ist als weltgrößte Messe für Unterhaltungselektronik eine ideale Plattform. Der Messkopf für Handys ist ein Publikumsmagnet und ermöglicht, auch über andere elektromagnetische Felder im Alltag aufzuklären und darüber zu informieren.

Zum ersten Mal nahm das BfS an der traditionellen Verbrauchermesse INFA in Hannover teil. Dabei war das Interesse an Informationen zur Überwachung der Umweltradioaktivität besonders groß. An einer Sonde konnte die Funktionsweise des sog. IMIS (Integriertes Mess- und Informationssystem)

zur Überwachung der Umweltradioaktivität) in Deutschland erläutert werden sowie über das Internet die regionale Verteilung der bodennahen Ortsdosisleistung gezeigt werden.

Gemäß Atomgesetz ist das BfS zuständig für die Errichtung und den Betrieb von Anlagen des Bundes zur Sicherstellung und zur Endlagerung radioaktiver Abfälle. Das gesellschaftliche Interesse am Thema Endlagerung hat in den letzten Jahren kontinuierlich zugenommen. Damit rücken die Projekte Schacht Konrad, Morsleben, Asse und Gorleben verstärkt in den Fokus von Presse und Öffentlichkeit und erforderten 2011 eine intensive Öffentlichkeitsarbeit und Kommunikation durch das BfS.

An allen vier Standorten unterhält das BfS Informationsstellen, wo sich Bürgerinnen und Bürger über alle Fragen der Entsorgung radioaktiver Abfälle informieren können. Für alle Endlagerstandorte werden vom BfS auch Bergwerksbesichtigungen (Befahrungen) angeboten. Gruppen und Einzelpersonen können ihre Befahrungswünsche unter der zentralen Telefonnummer 03018 333-1155 anmelden (s. a. www.bfs.de/de/endlager/erkundungsbergwerk_gorleben/info_gorleben.html) Ausführlichere Informationen zur Arbeit der BfS-Infostellen an den Standorten der Endlager/-projekte finden Sie unter den jeweiligen Fachbeiträgen in diesem Bericht (s. 57 ff.).

Ein sehr flexibles Instrument zur Information der Bevölkerung steht dem BfS mit dem so genannten Infomobil, einem Kleinbus, der mit Audio- und Videotechnik ausgerüstet ist, zur Verfügung. Das Infomobil ermöglicht es den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern bei unterschiedlichen Veranstaltungen, in Fußgängerzonen und auf Wochenmärkten in der Region mit multimedialen und aktuellen Informationen präsent zu sein. Im UV-Infomobil werden z. B. im Rahmen der Aktion „Sonne – Aber sicher!“ vorrangig Informationen zur UV-Strahlung, zu ihrer Wirkung sowie zum UV-Schutz für interessierte Bürgerinnen und Bürger präsentiert

Mit Sonnenbrillen-Prüfung und UV-Messstation, leicht verständlichen Animationen und einem Kinderbereich lässt sich im Infomobil ganz praktisch erfahren, wo versteckte Gefahren lauern. BfS-Experten geben Tipps zum richtigen UV-Schutz und erklären, wie die UV-Strahlung der Sonne auf den Körper wirkt.



Messeinsatz des BfS auf der Verbrauchermesse INFA 2011 in Hannover

Pressearbeit

Gelebte Transparenz: Fukushima, Endlagerung und der Ausbau der Stromnetze

Wenige Wochen vor dem 25. Jahrestag der Reaktorkatastrophe in Tschernobyl passiert, was viele Experten für undenkbar gehalten hatten. Ein Erdbeben und ein Tsunami ungeahnten Ausmaßes überrollt weite Landstriche Nordostjapans. Auf die ersten Nachrichten von den Verwüstungen und von tausenden Toten folgt nach nur wenigen Stunden die nächste Hiobsbotschaft: Mehrere Reaktoren des Kernkraftwerks Fukushima Dai-ichi sind schwer beschädigt, Kühl- und Überwachungssysteme außer Funktion gesetzt. In den Folgetagen zerstören Wasserstoffexplosionen die Außenhüllen der Reaktoren, in mehreren Reaktoren setzen Kernschmelzen ein. Über Wochen gelangt Radioaktivität in die Atmosphäre und in den Pazifik.

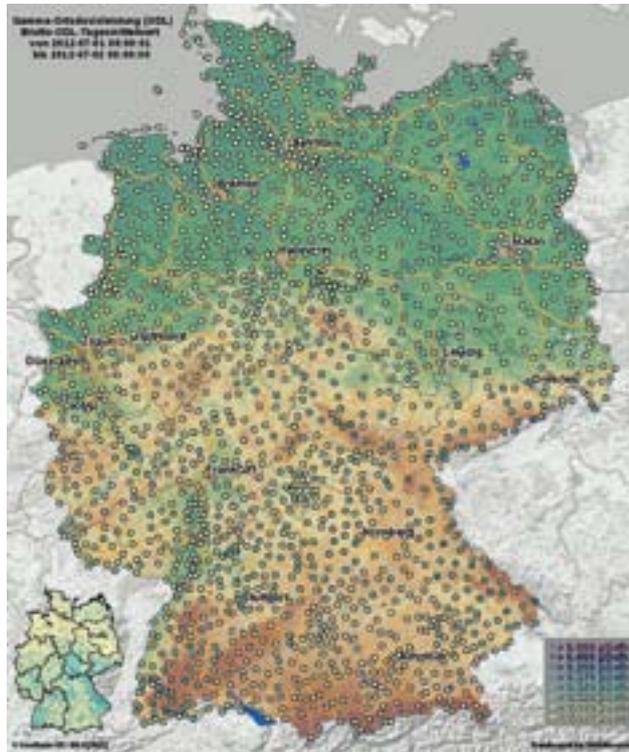
Erste Lagebewertungen

Bereits kurz nachdem die ersten Meldungen über beschädigte Kühlsysteme an den Reaktoren eintreffen, stellen die BfS-Experten die zentralen Fragen: Würde es zu einer Kernschmelze kommen? Welche Folgen hätte das für Japan? Wäre auch die deutsche Bevölkerung betroffen?

Binnen Stunden ist das BfS vor eine bis dahin nur theoretische Herausforderung gestellt: umgehend und permanent die Lage zu beobachten, auszuwerten, aktuelle Einschätzungen zu erstellen – und die Bürgerinnen und Bürger verständlich über die vorliegenden Erkenntnisse, aber auch über Wissenslücken zu informieren.

Keine Gefahr für Deutschland

Das BfS kann binnen kürzester Zeit Entwarnung für Deutschland und Europa geben: Aufgrund der großen Entfernung und der Bauart der Reaktoren muss die deutsche Bevölkerung keine gesundheitlichen Konsequenzen befürchten – selbst dann, wenn sich die Lage in den beschädigten Reaktoren noch zuspitzen sollte. Mit dieser Einschätzung kann der Präsident des BfS, Wolfram König, in Interviews mit verschiedenen Tageszeitungen, Nachrichtenagenturen und als Studiogast im ARD-Morgenmagazin dazu beitragen, die allgemeine Verunsicherung zu verringern. Aktuelle Erkenntnisse und Informationen über den Reaktorunfall in Fukushima stellt das BfS daneben laufend in seinem Internetauftritt www.bfs.de bereit.



Mit 1.800 Messstellen überwacht das BfS rund um die Uhr die Umweltradioaktivität.

Messwerte des BfS im Internet verfügbar

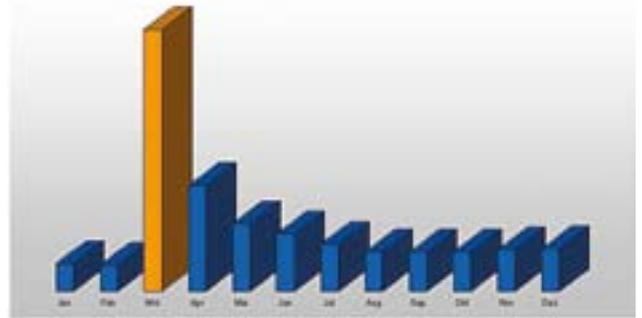
Unterstützt wird die versachlichende Informationsarbeit des BfS dadurch, dass das BfS seine eigenen Messwerte aus der Überwachung der Umweltradioaktivität bereits seit Jahren offenlegt. Ein ARD-Brennpunkt stellt das Frühwarnsystem für Radioaktivität des BfS vor: Mit 1.800 Messstellen überwacht das BfS in ganz Deutschland und rund um die Uhr die Radioaktivität in der Umwelt. Diese Daten kann jeder im Internet einsehen (<http://odlinfo.bfs.de/>). Zusätzlich stehen sechs Messfahrzeuge mit hochsensiblen Messeinrichtungen zur Verfügung, mit denen sich Verdachtsfälle überprüfen lassen. Gesundheitsrelevante Erhöhungen der Radioaktivität in der Umwelt ließen sich mit diesem Frühwarnsystem schnell und sicher ermitteln.

Zahlreiche weitere Medien nutzen in der Folge das Angebot, in Salzgitter ein Messfahrzeug im Einsatz zu besichtigen und sich die Messsonden erläutern zu lassen (S. 135 oben lks.). Regionalmedien zeigen besonderes Interesse an der Frage, wo sich in der eigenen Region Messsonden des BfS-Messnetzes befinden und ob sie Radioaktivität aus Japan nachweisen.

Angesichts der großen Nachfrage entscheidet das BfS, zusätzlich zu den bisher veröffentlichten Tagesdurchschnittswerten der 1.800 Messstellen



Mit mobilen Messgeräten können die Fachleute des BfS die Messergebnisse der automatischen Sonden überprüfen.



Die Reaktorkatastrophe von Fukushima im März lässt die Abrufe der BfS-Internetseite www.bfs.de in die Höhe schnellen.

zweistündliche Messwerte im Internet bereitzustellen. Wichtige Ergänzung der reinen Zahlen ist die laienverständliche Erläuterung der Messwerte.

Dabei zeigt sich die wachsende Bedeutung des Internets als Kommunikationskanal auch staatlicher Institutionen. In Zeiten, in denen in „Live-Tickern“ jedermann die aktuelle Entwicklung der japanischen Reaktoren und internationale Reaktionen beinahe in Echtzeit miterleben kann, wird auch von Behörden erwartet, dass sie mit diesem beschleunigten Informationsfluss mithalten.

Ständig aktuelles Internetangebot - ungeahnte Nachfrage

Das BfS reagiert mit mehrfach täglich und auch am Wochenende aktualisierten Online-Informationen über kerntechnische und radiologische Aspekte in Japan, Deutschland und Europa. Risikobewertungen und besonders die Messwerte der bundesweit 1.800 Messsonden sowie einer BfS-Station auf dem Schauinsland bei Freiburg bilden wichtige Informationsquellen für eigenständige Recherchen von Journalisten.

Die Zugriffszahlen auf das BfS-Internetangebot zeigen eindrücklich, dass das BfS Antworten auf die Fragen von Medien, Bürgerinnen und Bürgern zu bieten hat (Grafik oben rechts). Bis zu 33-mal mehr Zugriffe verzeichnet das allgemeine Internetangebot kurz nach dem Unfall, die Messdaten der 1.800 Radioaktivitätsmessstellen werden bis zu 140-mal häufiger abgerufen als zuvor.

Nachweis erster radioaktiver Stoffe in Deutschland

Auch im weiteren Verlauf der Ereignisse informiert das BfS aktiv, flexibel und unter großem Einsatz aller beteiligten Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Fünf Tage nach dem Tsunami stellt der Präsident

des BfS den Medien auf dem Schauinsland bei Freiburg die Arbeit der Spurenmessstelle für atmosphärische Radioaktivität des BfS vor. Als Teil eines Netzes von etwa 60 Messstationen weltweit kontrolliert die hochempfindliche Messstelle die Einhaltung des Kernwaffenteststoppvertrags (CTBT). Im Zusammenspiel mit den anderen Messeinrichtungen lässt sich damit aber auch die weltweite Ausbreitung der aus den Reaktoren von Fukushima ausgetretenen radioaktiven Stoffe nachvollziehen. Das BfS setzt auch hier auf Transparenz und veröffentlicht in seinem Internetangebot eine animierte Karte der CTBT-Vertragsorganisation, die den Ausbreitungsweg der radioaktiven Stoffe zeigt.

Dank ihrer hohen Empfindlichkeit weist die Messstation auf dem Schauinsland als eine der ersten Messeinrichtungen in Deutschland etwa zwei Wochen nach dem Tsunami geringe Mengen radioaktiver Stoffe nach, die aus der Reaktorkatastrophe von Fukushima stammen. Die gemessenen Werte stellen jedoch keine gesundheitliche Gefahr für die Menschen und die Umwelt in Deutschland dar. Sie liegen ein Vielfaches unterhalb der natürlichen Strahlenbelastung. Das BfS informiert auch hierüber zeitnah. Zusätzlich werden die Messwerte der Station auf dem Schauinsland sowie anderer



Großer Andrang auf dem Schauinsland: Journalisten informieren sich über die Spurenmessstelle des BfS.

Messstellen in Deutschland und weltweit im Internet bereitgestellt, erklärt und regelmäßig – auch am Wochenende – aktualisiert.

Radioaktivitätsmessungen für Japan-Rückkehrer

Rückreisenden aus Japan bietet das BfS an, sich kostenfrei untersuchen zu lassen, ob sie Radioaktivität in den Körper aufgenommen haben, die ihre Gesundheit gefährdet. Das BfS macht diese Möglichkeit über eine Pressekonferenz bekannt, bei der Präsident König den so genannten Ganzkörperzähler in Berlin-Karlshorst vorstellt – eine von zwei Messeinrichtungen des BfS, die Radioaktivität im Inneren des Körpers nachweisen kann. Zahlreiche Anfragen auch internationaler Medien belegen das große Interesse an diesem Angebot. An den bundesweit etwa 20 Messeinrichtungen lassen sich bis Ende 2011 358 Personen untersuchen, davon 130 beim BfS. Keine der untersuchten Personen hat Gesundheitsgefahren zu befürchten.



Eine japanische Besucherin lässt sich im Ganzkörperzähler in Berlin untersuchen.



In den Wochen nach der Reaktorkatastrophe von Fukushima laufen beim BfS die Telefonleitungen heiß.

Pressestelle und Fachleute arbeiten Hand in Hand

Parallel zu diesen von den Medien sehr gut angenommenen aktiven Informationsangeboten geht beim BfS ein bis dahin nicht gekannter Sturm von Anfragen ein. Selbst am Wochenende sind Presse- und Bürgertelefon besetzt, um dem enormen Informationsbedürfnis gerecht zu werden. Anfragende

Journalisten schätzen die sachliche Informationsarbeit des BfS. Dabei kann die Pressestelle auf tatkräftige Unterstützung zahlreicher Fachleute aus dem BfS zurückgreifen, die für Anfragen und Interviews zu Spezialthemen zur Verfügung stehen.

„Muss ich mir einen Geigerzähler kaufen?“

Schnell sind in der öffentlichen Diskussion auch Vergleiche mit dem Reaktorunfall von Tschernobyl im Jahr 1986 bei der Hand. Kurz vor dessen 25. Jahrestag sind die Bilder der brennenden Reaktoren und die Verunsicherung wegen der damaligen Kontamination von Lebensmitteln und Flächen auch in Deutschland nach wie vor präsent. „Darf ich frischen Salat essen?“, „Muss ich mir einen Geigerzähler kaufen?“, lauten viele Fragen von Bürgerinnen und Bürgern, die sich besorgt an das BfS wenden. Journalistinnen und Journalisten tragen diese Fragen an die Pressestelle des BfS heran.

Großer persönlicher Einsatz der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

In der Gesamtschau kann das BfS eine stimmige Mischung aus frei zugänglichen Informationen und individueller Beantwortung einzelner Fragestellungen anbieten. In der Summe eine Ausnahmeleistung, die nur dank des großen persönlichen Einsatzes der beteiligten Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter möglich war.

Ausstieg aus der Kernenergie: Chance auf Lösung der Endlagerfrage

Nicht minder herausfordernd sind die Konsequenzen, die die Bundesregierung und die Bundesländer aus dem Unfall von Fukushima ziehen. Vier Tage nach dem Tsunami vereinbart Bundeskanzlerin Angela Merkel mit den Ministerpräsidenten der Länder mit Kernkraftwerksstandorten, die sieben ältesten Reaktoren sowie das zu diesem Zeitpunkt stillstehende Atomkraftwerk Krümmel für drei Monate vom Netz zu nehmen. Eine von der Bundesregierung eingesetzte Ethikkommission empfiehlt Ende Mai, innerhalb eines Jahrzehnts aus der Nutzung der Kernenergie auszusteigen. Mit den Beratungsergebnissen der Ethikkommission und den Stresstests im Rücken beschließt der Bundestag noch vor der Sommerpause, die 2010 verabschiedete Laufzeitverlängerung für die Atomkraftwerke zurückzunehmen.

Nachdem der designierte Ministerpräsident von Baden-Württemberg, Winfried Kretschmann,

bereits Ende April die Bereitschaft signalisiert, bei einem bundesweiten Auswahlverfahren für ein Endlager auch Standorte in Baden-Württemberg untersuchen zu lassen, geben die Empfehlungen der Ethikkommission dem Thema Endlagersuche einen zusätzlichen Schub. Die Kommission spricht sich dafür aus, die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle unabhängig von möglichen Ausstiegsszenarien und Kernkraftwerkslaufzeiten zu lösen. Sie empfiehlt, die Abfälle bei höchsten Sicherheitsanforderungen auf rückholbare Weise zu lagern.

Fachpositionen des BfS bilden Leitplanken für Endlagersuche

Das BfS ist als Betreiber der deutschen Endlager in der Folgezeit gefragter Ansprechpartner für die Medien. BfS-Präsident Wolfram König erläutert in diversen Interviews mit überregionalen Printmedien und Fernsehkanälen die grundlegenden Anforderungen, die an ein Endlager und an eine Endlagersuche gestellt werden müssen. Neben der Lösung konkreter technischer Fragen und dem Vergleich verschiedener Endlagerstandorte sind Transparenz und Bürgerbeteiligung zentrale Aspekte, die von Anfang an zu berücksichtigen sind.

Mit einer Ankündigung von Bundesumweltminister Norbert Röttgen, ein Endlagersuchgesetz zu entwickeln und dazu Gespräche mit den Bundesländern aufzunehmen, erfüllt sich eine der zentralen fachlichen Forderungen des BfS der vergangenen Jahre: In einem Parteien und Legislaturperioden übergreifenden Konsens soll ein Verfahren für eine Endlagersuche festgelegt werden, das einen ergebnisoffenen Vergleich verschiedener Standorte vorsieht und Transparenz und Bürgerbeteiligung gewährleistet.

Schachanlage Asse II: Geringe Strahlenbelastung für Beschäftigte

Für die Schachanlage Asse II beginnt das Jahr mit einer positiven Nachricht, die ein großes Medienecho hervorruft. Das BfS legt mit dem Gesundheitsmonitoring Asse eine Auswertung der Strahlenbelastung der von 1967 bis 2008 in der Schachanlage Asse beschäftigten Personen vor.

Das BfS erläutert das Ergebnis im Februar auf einer Pressekonferenz: Die anhand der vorhandenen Daten ermittelte Strahlenbelastung der Beschäftigten ist zu gering, als dass dadurch nach dem Stand von Wissenschaft und Technik nachweisbar Krebser-

krankungen ausgelöst werden könnten. Allerdings lässt sich nicht ausschließen, dass es in Einzelfällen höhere Strahlenbelastungen gibt, die vom früheren Betreiber der Asse nicht dokumentiert worden sind. Alle Beschäftigten erhalten deswegen das Angebot, ihre Strahlenbelastung individuell ermitteln zu lassen. Neben ausführlicher lokaler Berichterstattung, beispielsweise in Braunschweiger Zeitung und Hannoverscher Allgemeiner Zeitung, machen überregionale Medien die Ergebnisse des Gesundheitsmonitorings bundesweit bekannt.

Über seine Arbeiten für die Stilllegung der Asse informiert das BfS bereits seit der Übernahme der Betreiberschaft der Asse im Jahr 2009. Um interessierten Bürgerinnen und Bürgern auch ältere Unterlagen zugänglich zu machen, veröffentlicht das BfS im Frühjahr 2011 rund 30 Dokumente zum Stilllegungskonzept des ehemaligen Betreibers Helmholtz Zentrum München und im Herbst 90 Berichte über die radiologische Überwachung der Umgebung des Endlagers aus den Jahren 1966 bis 2006.

Probephase für die Rückholung der Abfälle aus der Asse

Neben diesem Rückblick auf die Vergangenheit richtet sich das Interesse von Medien und Bürgerinnen und Bürgern in der Region vorwiegend auf die Zukunft der Schachanlage Asse II. In einem Vergleich verschiedener Möglichkeiten hatte das BfS ermittelt, dass eine sichere Stilllegung der Asse nach dem heutigen Wissensstand nur durch eine Rückholung der Abfälle zu gewährleisten ist. Dazu sollen in einer Probephase zunächst einzelne Einlagerungskammern mit radioaktiven Abfällen angebohrt werden, um deren Inhalt und dessen Zustand zu untersuchen. So steht das Jahr im Zeichen der Frage, wann die erste Kammer angebohrt werden kann.

Das journalistische Interesse an den Vorbereitungen ist durchweg hoch. Prominentes Beispiel ist eine Befahrung im Oktober mit einer Gruppe Berliner Journalisten, die wichtige überregionale Leitmedien vertreten. BfS-Präsident König informiert die Journalisten unter Tage über die Fortschritte, aber auch die Probleme und Herausforderungen bei der Stilllegung der Asse. Etliche Beiträge über den Stand der Arbeiten sind das Ergebnis. Auch im Internet informiert das BfS kontinuierlich über die Vorbereitungen für das Anbohren und den Stand der Probephase. Eine interaktive Karte ermöglicht



Die BfS-Delegation auf dem Erörterungstermin: Für jedes Fachgebiet stehen Spezialisten zur Beantwortung der Fragen der Einwenderinnen und Einwender zur Verfügung.

einem atomrechtlichen Genehmigungsverfahren. Wesentlicher Bestandteil dieses Verfahrens ist ein so genannter Erörterungstermin, auf dem die Genehmigungsbehörde Kritik und Anregungen der Bürgerinnen und Bürger hört und abwägt.

Diese Anhörung findet vom 13. bis 25. Oktober in Oschersleben statt. An den insgesamt neun Verhandlungstagen des Erörterungstermins stehen die Fachleute des BfS den Bürgerinnen, Bürgern und Umweltverbänden Rede und Antwort. Zum Auftakt des Termins sind in Oschersleben zahlreiche Vertreter von Presseagenturen, Zeitungen, TV- und Hörfunkredaktionen vor Ort.

Stilllegungskonzept: Weitgehende Verfüllung mit Spezialbeton

BfS-Präsident Wolfram König, der Leiter der BfS-Delegation, Michael Hoffmann, und Pressesprecher Florian Emrich erläutern in Interviews das Stilllegungskonzept des BfS: Um die radioaktiven Abfälle sicher von der Umwelt abzuschließen, will das BfS das Endlager Morsleben weitgehend mit Spezialbeton verfüllen. Die direkten Verbindungen nach oben, die Schächte Bartensleben und Marie, werden mit Spezialabdichtungen verschlossen.

Über die gesetzlich vorgeschriebenen Mindestanforderungen hinaus informiert das BfS auch im Internet über das Endlager Morsleben. Pünktlich zum Erörterungstermin erscheint das Internetangebot mit neuer Struktur und zusätzlichen Inhalten, die über die Adresse www.endlager-morsleben.de schnell und einfach zu erreichen sind.

BfS als feste Größe in der Endlagerung

In der ab dem Frühjahr geführten Debatte über einen Neustart bei der Suche nach einem Endlager nutzen etliche Medien die Möglichkeit, das

Erkundungsbergwerk Gorleben zu besuchen. Die Pressestelle und der Präsident des BfS erläutern in Interviews über und unter Tage die Anforderungen an ein Endlager und den Stand der Endlagersuche in Deutschland. Ein ausführlicher Bericht des ZDF heute Journals im November und internationale Berichterstattung nach einem Besuch von rund 25 Auslandskorrespondenten im Juni stehen exemplarisch dafür, dass das BfS in der öffentlichen Wahrnehmung als kompetente und von wirtschaftlichen Interessen unabhängige Größe bei der Endlagerung gilt.

Strahlenschutz im Alltag - Röntgenuntersuchungen

Auch bei verbrauchernahen Themen ist die Expertise des BfS gefragt: Moderne Computertomographiegeräte liefern innerhalb kürzester Zeit detaillierte Bilder aus dem menschlichen Körper. Nach einem Unfall kann das Leben retten. Jede Computertomographie- oder Röntgenaufnahme birgt allerdings auch ein kleines Risiko, dass die Röntgenstrahlung in der Zukunft eine Krebserkrankung auslöst. Durch die zunehmende Zahl der Computertomographien steigt die Strahlenbelastung der Bevölkerung durch Röntgenstrahlung stetig an, obwohl die Zahl der konventionellen Röntgenuntersuchungen sinkt.

Der Stern gibt dem Thema Röntgen im Juni als Titelgeschichte breiten Raum und zitiert BfS-Präsident König als prominenten Experten. In



Ein wichtiges Anliegen des BfS ist im Juni Titelthema des Stern: Verbraucherschutz bei Röntgenuntersuchungen (Quelle: Stern).

dem ausführlichen Artikel informiert das Magazin verbrauchernah über Chancen und Risiken moderner Röntgenanwendungen. Wesentliche BfS-Empfehlungen finden sich darin wieder. So muss jede Strahlenanwendung gerechtfertigt sein. Das bedeutet, dass jeder Arzt vor einer Untersuchung kritisch hinterfragen muss, ob es eine geeignete Untersuchungsmethode gibt, die ohne Röntgenstrahlung auskommt. Das kann zum Beispiel eine Untersuchung mit Ultraschall oder eine Magnetresonanztomographie sein.

Das AOK-Fachmagazin „Gesundheit und Gesellschaft“ veröffentlicht in seiner Septemberausgabe zur selben Fragestellung einen ganzseitigen Autorenbeitrag des BfS-Präsidenten.

Strahlenschutz beim Ausbau der Stromnetze

Mit dem schnelleren Ausstieg aus der Kernenergie gewinnt der Ausbau der Stromnetze zusätzliche Dringlichkeit. Dabei ist es wichtig, Strahlenschutzaspekte bei der Planung neuer Stromtrassen von vornherein zu berücksichtigen. Nach dem heutigen Stand der Wissenschaft schützen die Grenzwerte für Wechselstromleitungen vor nachgewiesenen schädlichen Wirkungen von elektrischen und magnetischen Feldern auf den menschlichen Körper. Allerdings gibt es noch einige Fragen, bei denen weiterer wissenschaftlicher Untersuchungsbedarf besteht. Deswegen empfiehlt das BfS, dass das Prinzip der Vorsorge die bestehenden Grenzwerte ergänzen sollte: Neue Stromtrassen sollten so geplant werden, dass sie möglichst keine zusätzliche Belastung verursachen. Ist das nicht zu vermeiden, sollte die Belastung so gering wie möglich sein.

Das BfS setzt sich dafür ein, den Ausbau des Stromnetzes stärker als bisher für die Öffentlichkeit nachvollziehbar zu gestalten. Eine breite Akzeptanz für den Netzausbau kann nur entstehen, wenn betroffene Bürgerinnen und Bürger frühzeitig in Planung und Genehmigungsverfahren für neue Hochspannungsleitungen einbezogen werden. Ängste und Fragen der Bürgerinnen und Bürger müssen ernst genommen werden. Planungen sollten möglichst früh bekannt gemacht und begründet, Alternativen verständlich dargestellt und diskutiert werden.

Um mitreden zu können, benötigen die Bürgerinnen und Bürger Informationen darüber, welche gesundheitlichen Auswirkungen die von Stromleitungen ausgehenden elektromagnetischen Felder



Die Themenseite Stromnetzausbau gibt Antwort auf die wichtigsten Verbraucherfragen zum Strahlenschutz bei der Stromübertragung.

haben können. Das BfS informiert deswegen ab Dezember 2011 mit der Themenseite www.bfs.de/stromnetzausbau im Internet über Strahlenschutzaspekte beim Ausbau der Stromnetze.

Gegliedert in die drei Bereiche „Grundlagen“, „Wirkungen“ und „Schutz“ liefert die Themenseite einen Kurzüberblick für jedermann. Links auf vertiefende Informationen im BfS-Internetangebot und bei externen Institutionen liefern dem Nutzer weiterführende Informationen.

Nutzerfreundlich und übersichtlich: die Internetangebote des BfS

Kontinuierlich arbeitet das BfS daran, dass Informationen in den Internetangeboten des BfS schnell zu finden sind. Ein Beispiel: www.endlager-asse.de. Für den Nutzer beinahe unmerklich passt die Internetredaktion des BfS Schritt für Schritt die Struktur der Seite an die inhaltliche Entwicklung des Endlagers Asse an. Das gewohnte Bild und der Wiedererkennungswert bleiben erhalten, die Inhalte sind besser und intuitiver zugänglich.

Auch auf www.bfs.de werden 2011 Teilbereiche des Angebots nutzerfreundlich restrukturiert: Übersichtlich und nach Themen sortiert präsentiert sich seit Mai 2011 beispielsweise der Bereich „Publikationen/Mediathek“ (www.bfs.de/de/bfs/publikationen). Auch komplexe Themen wie z. B. die Angaben zum tatsächlichen und prognostizierten Bestand radioaktiver Abfälle sind verständlich und übersichtlich überarbeitet, um Bürgerinnen und Bürgern den Zugang zu diesen Informationen zu erleichtern.

ZAHLEN UND FAKTEN 2011

Facts and Figures 2011

Beschäftigte (Planstellen/Stellen)

Das BFS hatte zum Jahresende 2011 insgesamt 778 Beschäftigte. Die Tabelle unten dokumentiert die Verteilung der Beschäftigten auf die Standorte und die Zuordnung zu den Laufbahnen.

Die hohe Fachkompetenz des BFS spiegelt sich auch in der Struktur der Beschäftigten wider. Der überwiegende Teil der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter verfügt über einen Hochschul- oder Fachhochschulabschluss.

Die erheblichen Anforderungen an Ausbildung und Berufserfahrung von Bewerbern führen inzwischen zu Problemen in der Nachwuchsgewinnung und zu einem Durchschnittsalter aller Mitarbeiter/innen (ohne Auszubildende) von ca. 48,3 Jahren.

Im Jahr 2011 wurden trotz allgemeiner Stellenkürzungen des Bundes insgesamt 46 unbefristete und 31 befristete Stellen ausgeschrieben.

Ausgaben 2011 des BFS

Die vom BFS im Jahre 2011 geleisteten Gesamtausgaben betragen 359,46 Mio. €. Von den Gesamtausgaben entfielen rd. 313 Mio. € auf die Endlagerung radioaktiver Abfälle, hiervon wiederum 195,44 Mio. € auf Zahlungen an die Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern für Abfallstoffe mbH (DBE) in Peine als Dritter nach § 9 a Abs. 3 Satz 2 AtG für die Projekte Konrad und

Gorleben sowie für die Stilllegung des Endlagers für radioaktive Abfälle Morsleben. Zur Stilllegung der Schachanlage Asse wurden 64,9 Mio.€ an die Asse-GmbH als Dritter nach § 9 a Abs. 3 Satz 2 AtG gezahlt.

Nach ihrer jeweiligen Zweckbestimmung lassen sich die geleisteten Ausgaben auch in folgende Bereiche einteilen:

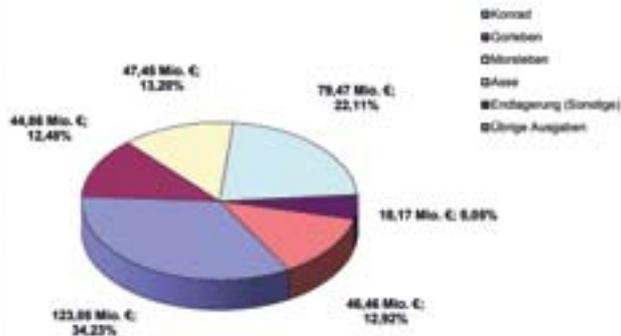
Personalausgaben	40,45 Mio. €
Ausgaben für Investitionen	297,83 Mio. €
Sächlicher Verwaltungsaufwand	16,24 Mio. €
Ausgaben für die Informationstechnik	3,64 Mio. €
Zuweisungen / Zuschüsse inkl. Salzgitterfonds	1,30 Mio. €
Gesamt	359,46 Mio. €

Salzgitterfonds

In Salzgitter wird das Endlager Konrad für radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung errichtet und danach betrieben. Für die Übernahme der gesamtstaatlichen besonderen Verantwortung, die vor allem die Stadt, aber auch die benachbarten Gemeinden tragen, erhalten diese, insbesondere die Stadt Salzgitter, eine Förderung finanzieller Art. Hierzu leisten die hauptsächlich Nutzer des Endlagers, die Ablieferungspflichtigen der Privatwirtschaft und die Bundesrepublik Deutschland, finanzielle Beiträge an die von der Bundesrepublik Deutschland, dem Land Niedersachsen und der Stadt Salzgitter gegründete gemeinnützige „Endlager Konrad Stiftungsgesellschaft mbH“. Die Bundesrepublik Deutschland

Dienstort	Höherer Dienst	Gehobener Dienst	Mittlerer Dienst	Einfacher Dienst	Auszubildende	Gesamt
Salzgitter	173	91	114	15	17	410
Berlin	50	9	39	4	8	110
Neuherberg	80	32	53	4	8	177
Freiburg	10	6	13	1	2	32
Bonn	17	2	13	-	-	32
Rendsburg	1	1	6	-	1	9
Gorleben	1	1	1	-	-	3
Remlingen	1	2	1	-	-	4
Morsleben	1	-	-	-	-	1
	334	144	240	24	36	778

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



Ausgaben 2011

stellt seit 2011 einen jährlichen Beitrag in Höhe von 700 T€ bis zur Fertigstellung des Endlagers und darüber hinaus ebenfalls längstens bis zum 35. Jahr nach Inbetriebnahme zur Verfügung. Dieser Betrag wurde erstmalig im Jahr 2011 durch das BfS ausgezahlt.

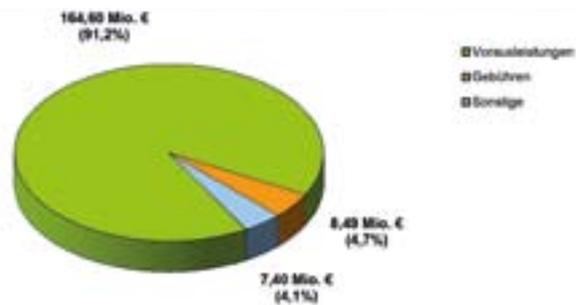
Einnahmen 2011 des BfS

Die vom BfS im Jahre 2011 erzielten Einnahmen betragen 180,5 Mio. €. Der wesentliche Teil der Einnahmen von 164,6 Mio. € entfiel auf Vorausleistungen der künftigen Nutzer von Endlagern für radioaktive Abfälle (Refinanzierung der Kosten für die Projekte Konrad und Gorleben). Die Einnahmen aus Gebühren betragen 8,49 Mio. €. Im Wesentlichen handelt es sich dabei um Einnahmen aus Produktkontrollmaßnahmen nach der Abfallkontrollrichtlinie und um Gebühren für Genehmigungen für Transporte von radioaktiven Stoffen. Sonstige Einnahmen von rd. 7,4 Mio. € wurden erzielt aus der:

- Bearbeitung von Aufträgen Dritter (z. B. die Durchführung von durch die Europäische Union vergebenen Forschungsvorhaben und die Kontrolle der Eigenüberwachung radioaktiver Emissionen aus Kernkraftwerken).
- Erstattung von Kosten für die Hinzuziehung von Sachverständigen in Genehmigungsverfahren (im Wesentlichen Genehmigungen zur Aufbewahrung von Kernbrennstoffen außerhalb der staatlichen Verwahrung nach § 6 AtG).

Haushaltsmittel aus der Ressortforschung

Aus dem Umweltforschungsplan (UFOPLAN) des Bundesumweltministeriums (BMU) werden Untersuchungen, Studien und Gutachten, die dem BMU als Entscheidungshilfen dienen, finanziert. Für die Ausführung des UFOPLAN standen dem BfS im



Einnahmen 2011

Jahr 2011 sog. Ressortforschungsmittel in Höhe von 7,0 Mio. € für den Bereich Strahlenschutz und in Höhe von 20,9 Mio. € für den Bereich der kerntechnischen Sicherheit (Reaktorsicherheit einschließlich Entsorgung radioaktiver Abfälle) zur Verfügung.

Für den Bereich der Internationalen Zusammenarbeit auf den Gebieten der Reaktorsicherheit und des Strahlenschutzes wurden dem BfS 3,0 Mio. € zugewiesen.

Näheres hierzu ist im Kapitel „Der Umweltforschungsplan des Bundesumweltministeriums – Forschung zur Stärkung der nuklearen Sicherheit und des Strahlenschutzes“ ab Seite 117 veröffentlicht.

Drittmittel

Die aus Bearbeitung von Aufträgen Dritter resultierenden Einnahmen und Ausgaben stellen sich im Jahr 2011 wie folgt dar:

Auftragsart	Einnahmen	Ausgaben
	(u. a. Vorauszahlungen)	
Nutzleistungen	697,4 T€	626,4 T€
EU-Vorhaben	388,7 T€	407,9 T€
Sonstige Vorhaben	945,2 T€	900,2 T€
Summe	2.031,3 T €	1.934,5 T €

Für einige Aufträge innerhalb der jeweiligen Auftragsarten werden teilweise hohe Vorauszahlungen gewährt, während die korrespondierenden Ausgaben erst in den Folgejahren wirksam werden. Die Verrechnung der Vorauszahlungen erfolgt über die Laufzeit der Verträge.

Elektronische Vorgangsbearbeitung

Die öffentliche Verwaltung ist ein wichtiger Standortfaktor für eine funktionierende und international konkurrenzfähige Volkswirtschaft. Die stetige

Modernisierung von Staat und Verwaltung und der Abbau überflüssiger, zum Teil kostenintensiver Bürokratie sind daher von großer Bedeutung. Die Komplexität des Verwaltungshandelns hat in den letzten Jahren stetig zugenommen. Gleichzeitig steigen die Ansprüche nach Offenlegung und Transparenz (z. B. durch das Umweltinformationsgesetz). Beides erzeugt einen starken Modernisierungsdruck in der öffentlichen Verwaltung. 2010 wurde die amtsweite Einführung eines elektronischen Vorgangsbearbeitungssystems (VBS) beschlossen, welches seitdem Schritt für Schritt BfS-weit umgesetzt wird.

Ein „VBS“ ist ein System, das elektronische Dokumente und Akten verwaltet (Dokumentenmanagementsystem/DMS) und dabei hilft, die Geschäftsvorfälle einer Behörde elektronisch zu bearbeiten. Der Stand und die Entwicklung von Verwaltungsvorgängen sollen demnach in elektronischer Form so belegt sein, dass die vorhandenen Informationen jederzeit nutzbar gemacht werden können. Neben den Vorteilen für die tägliche Arbeit – wie Zeitersparnis, Suchkomfort und verbesserter Auskunftsfähigkeit z. B. bei Anfragen von Bürgerinnen und Bürgern – wird die standortübergreifende Zusammenarbeit gefördert.

Kosten- und Leistungsrechnung

Auch im Jahr 2011 wurde die bereits im Jahr 2001 eingeführte Kosten- und Leistungsrechnung (KLR) mit zugehöriger Anlagenbuchhaltung als eines der zentralen Kernelemente für eine ergebnis- und ressourcenorientierte Haushaltsplanung, Bewirtschaftung sowie Steuerung stetig weiterentwickelt. Bei der Weiterentwicklung der KLR wurde u. a. die Umstellung der bisherigen Abschreibungen der BfS-Liegenschaften auf Mietzahlungen an die Bundesanstalt für Immobilienaufgaben vorgenommen. Die KLR bietet eine aktuelle Datenbasis für das Controlling, für die Erfassung der entsprechenden Kosten im Zusammenhang mit der Abrechnung der Endlagervorausleistungsverordnung sowie für die Berechnung von Gebühren und Auslagen des BfS. Mit der Einrichtung einer elektronischen Plattform für Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen werden zukünftig gezielt Transparenz und Effizienz von Vorgängen gesteigert.

Finanzcontrolling

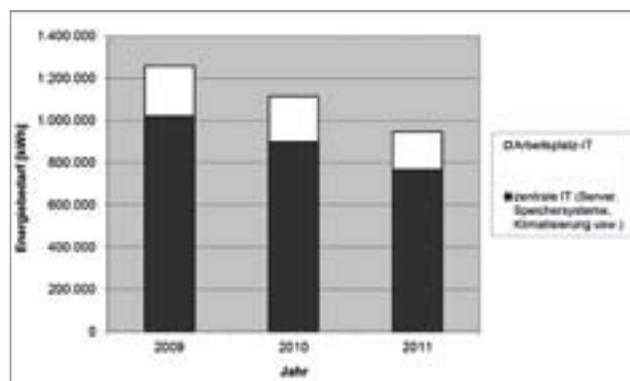
Das Finanzcontrolling ist ein wichtiges Steuerungsinstrument des BfS im Aufgabenbereich der Endlagerung radioaktiver Abfälle. Organisatorisch

losgelöst von den Fachgebieten übernimmt es die Koordination der Kostenplanung, die Überwachung der Kosten der Endlagerprojekte/ -betriebe und ermöglicht damit eine objektive sowie effektive Steuerung der beauftragten Dritten. Im Zuge der Implementierung eines für alle Endlagerprojekte hinweg einheitlichen, übergeordneten und integralen Finanzcontrollings wurde im Jahr 2011 begonnen, die existierenden Prozesse zu optimieren. Im Projekt Konrad wurden u. a. sämtliche Bearbeitungsprozesse mit dem Ziel der Beschleunigung überarbeitet. Auch im Projekt Asse wurde der Finanzplanungsprozess optimiert, um die aktuellen Entwicklungen zeitnaher in der Kostenplanung abbilden zu können. Die angestoßenen Prozessoptimierungen werden zukünftig prozessbegleitend fortgeführt. Mit Hilfe der damit geschaffenen aussagekräftigeren Zahlenbasis ist es dem BfS möglich, das bereits aufgebaute kennzahlenbasierte Controllingssystem zukünftig weiter zu entwickeln und an die Bedürfnisse der Anwender kontinuierlich anzupassen.

Informationen zu weiteren umweltrelevanten Verwaltungsthemen

Projekt „Green IT“

Das BfS hat den Energiebedarf für den Betrieb seiner IT-Infrastruktur zwischen 2009 und 2011 um rund 25 % senken können (Abbildung unten). Möglich wurde dies vor allem durch den Einsatz moderner Virtualisierungstechniken sowie einer optimierten Trennung zwischen Kalt- und Warmluft in den Rechenzentren. Des Weiteren haben die Konsolidierung der IT-Dienste in den einzelnen BfS-Dienststellen und der konsequente Einsatz energiesparender IT-Systeme zum Projekterfolg beigetragen. Auch in den kommenden Jahren soll der Energiebedarf der IT-Systeme des BfS weiter gesenkt werden.



/ PUBLIKATIONEN

Publications

Ainsbury, E. A.; Bakhanova, E.; Barquinero, J. F.; Brai, M.; Chumak, V.; Correcher, V.; Darroudi, F.; Fattibene, P.; Gruel, G.; Guclu, I.; Horn, S.; Jaworska, A.; Kulka, U.; Lindholm, C.; Lloyd, D.; Longo, A.; Marrale, M.; Monteiro Gil, O.; Oestreicher, U.; Pajic, J.; Rakic, B.; Romm, H.; Trompier, F.; Veronese, L.; Voisin, P.; Vral, A.; Whitehouse, C.A.; Wiesner, A.; Woda, C.; Wojcik, A.; Rothkamm, K.
Retrospective dosimetry techniques for external radiation exposures
In: *Radiation Protection Dosimetry* 147 (2011), Nr. 4, 573-592

Asmuß, M.
Nichtionisierende Strahlung und Kindergesundheit - Bericht über den Internationalen Workshop "NIR and Children's Health", Ljubljana 2011
In: *UMID: Umwelt und Mensch - Informationsdienst* (2011), Nr. 3, 13-18

Asmuß, M.
Ausbau des Stromnetzes: Strahlenschutz, Information, Beteiligung – Bericht über ein Fachgespräch zur Risikokommunikation im Stromnetzausbau im BfS
In: *UMID: Umwelt und Mensch - Informationsdienst* (2011), Nr. 4, 59-63

Barth, I.; Rimpler, A.
ALARA in Handling of Beta-Emitters - Measurement Techniques and Optimisation
In: *European ALARA Newsletter* (2011), Nr. 29, 11-15

Beinke, C.; Oestreicher, U.; Riecke, A.; Kulka, U.; Meineke, V.; Romm, H.
Inter-laboratory comparison to validate the dicentric assay as a cytogenetic triage tool for medical management of radiation accidents
In: *Radiation Measurements* 46 (2011), Nr. 9, 929-935
doi:10.1016/j.radmeas.2011.05.038

Bieringer, J.; Schlosser, C.
Tracking of Airborne Radionuclides from the Damaged Fukushima Dai-ichi Nuclear Reactors by European Networks
In: *Environmental Science and Technology* 45 (2011), 7670-7677
doi:10.1021/es2017158

Bieringer, J.; Katzlberger, C.; Steinkopff, T.; Steinmann, P.; Wershofen, H.
Weiträumige Ausbreitung von Radioaktivität als Folge des Störfalles von Fukushima Dai-ichi
In: *Strahlenschutzpraxis* 17 (2011), Nr. 3, 34

Bieringer, J.; Schlosser, C.
Tracking of Airborne Radionuclides from the Damaged Fukushima Dai-ichi Nuclear Reactors by European Networks
In: *Environmental Science and Technology* 45 (2011), 7670-7677
doi:10.1021/es2017158

Birschwilks, M.; Gruenberger, M.; Schofield, P. N., Grosche, B.
Das Europäische Strahlenbiologische Archiv ERA
In: *UMID: Umwelt und Mensch - Informationsdienst* (2011), Nr. 3, 19-24

Birschwilks, M.; Gruenberger, M.; Adelman, C.; Tapio, S.; Gerber, G.; Schofield, P. N.; Grosche, B.
The European radiobiological archives: online access to data from radiobiological experiments
In: *Radiation Research* 175 (2011), Nr. 4, 526-531

Brix, G.; Lechel, U.; Petersheim, M.; Krissak, R.; Finc, C.
Dynamic contrast-enhanced CT studies: balancing patient exposure and image noise
In: *Investigative Radiology* 46 (2011), 64-70

Carnicer, A.; Sans Merce, M.; Baechler, S.; Barth, I.; Donadille, L.; Ferrari, P.; Fulop, M.; Ginjaume, M.; Gualdrini, G.; Krim, S.; Mariotti, M.; Ortega, X.; Rimpler, A.; Ruiz, N.; Vanhavere, F.
Hand exposure in diagnostic nuclear medicine with ¹⁸F- and ^{99m}Tc-labelled radiopharmaceuticals - Results of the ORAMED project
In: *Radiation Measurements* 46 (2011), 1277-1283

Carpentieri, C.; Zunic, Z.; Carelli, V.; Cordedda, C.; Ferrigno, G.; Veselinovic, N.; Bossew, P.; Tollefsen, T.; Cuknic, O.; Vojinovic, Z.; Bochicchio, F.
Assessment of long-term radon concentration measurement precision in field conditions (Serbian Schools) for a survey carried out by an international collaboration
In: *Radiation Protection Dosimetry* 145 (2011), Nr. 2-3, 305-311
doi:10.1093/rpd/ncr042

Cruz-Suarez, R.; Noßke, D.; Souza-Santos, D.
Radiation protection for pregnant workers and their offspring: A recommended approach for monitoring
In: *Radiation Protection Dosimetry* 144 (2011), Nr. 1-4, 80-84
doi:10.1093/rpd/ncq371

Di Giorgio, M.; Barquinero, J. F.; Vallerga, M. B.; Radl, A.; Taja, M. R.; Seoane, A.; De Luca, J.; Stuck Oliveira, M.; Valdivia, P.; Garcia Lima, O.; Lamadrid, A.; Gonzalez Mesa, J.; Romero Aguilera, I.; Mandina Cardoso, T.; Guerrero Carvajal, Y. C.; Arceo Maldonado, C.; Espinoza, M. E.; Martinez-Lopez, W.; Mendez-Acun, L.; Di Tomasso, M. V.; Roy, L.; Lindholm, C.; Romm, H.; Guclum, I.; Lloyd, D. C.
Biological dosimetry intercomparison exercise: an evaluation of triage and routine mode results by robust methods
In: Radiation Research 175 (2011), 638-649

Dufey, F.; Walsh, L.; Tschense, A.; Kreuzer, M.
Occupational doses of ionizing radiation and leukemia mortality
In: Health Physics 100 (2011), Nr. 5, 548-550
doi:10.1097/HP.0b013e318212ba99

Eberlein, U.; Bröer, J.; Vandevoorde, C.; Santos, P.; Bardiès, M.; Bacher, K.; Noßke, D.; Lassmann, M.
Biokinetics and dosimetry of commonly used radiopharmaceuticals in diagnostic nuclear medicine - a review
In: European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging 38 (2011), Nr. 12, 2269-2281

Eilers, G.; Hund, W.; Schubarth-Engelschall, N.; Siemann, M.
Untertägige geowissenschaftliche Erkundung des Salzstocks Gorleben: Methodik und Ziele
In: Glückauf 147 (2011), Nr. 4/5, 173-178

Fink, C.; Krissak, R.; Henzler, T.; Lechel, U.; Brix, G.; Takx, R. A.; Nance, J. W.; Abro, J. A.; Schoenberg, S. O.; Schoepf, U. J.
Radiation dose at coronary CT angiography: Second-generation dual-source CT versus single-source 64-MDCT and first-generation dual-source CT
In: American Journal of Roentgenology 196 (2011), 550-557

Frasch, G.
Exposures go ALARA in industrial radiography
In: European ALARA Newsletter (2011), Nr. 28, 7-8

Geschwentner, D.; Pözl, C.
Ausbau des Stromübertragungsnetzes aus Sicht des Strahlenschutzes
In: UMID: Umwelt und Mensch - Informationsdienst (2011), Nr. 3, 5-12

Grosche, B.; Lackland, D.; Land, C.; Simon, S.; Apsalikov, K.; Pivina, L.; Bauer, S.; Gusev, B.
Mortality from cardiovascular diseases in the Semipalatinsk historical cohort, 1960-1999, and its relationship to radiation exposure
In: Radiation Research 176 (2011), Nr. 5, 660-669
doi:10.1667/R2211.1

Grosche, B.
Comment on 'A German storm affecting Britain: childhood leukaemia and nuclear power plants'
In: Journal of Radiological Protection 31 (2011), 503-504

Grosche, B.; Steiner, M.
25 Jahre Tschernobyl - Gesundheitliche Folgen und heutige Kontamination von Lebensmitteln
In: UMID: Umwelt und Mensch - Informationsdienst (2011), Nr. 1, 23-27

Guertler, A.; Kraemer, A.; Roessler, U.; Hornhardt, S.; Kulka, U.; Moertl, S.; Friedl, A. A.; Illig, T.; Wichmann, E.; Gomolka, M.
The WST survival assay: an easy and reliable method to screen radiation-sensitive individuals
In: Radiation Protection Dosimetry 143 (2011), Nr. 2-4, 487-490
doi:10.1093/rpd/ncq515

Hohmann, C.; Krol, I.; Strobl, C.; Thomas, M.
Nationale Messübung 2011 zum Strahlenspüren aus der Luft; Radiologische Kartierung von Kerntechnischen Anlagen in Baden-Württemberg
In: Strahlenschutzpraxis (2011), Nr. 3

Kabai, E.; Hornung, L.; Savkin, B.; Poppitz-Spuhler, A.; Hiersche, L.
Fast method and ultra fast screening for determination of ⁹⁰Sr in milk and dairy products
In: Science of the total Environment 410-411 (2011), 235-240 doi:10.1016/j.scitotenv.2011.09.052

Kronemann, H.; Laumert, G.; Siemann, M.
Verfüllung im Zentralteil des Endlagers für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM)
In: Glückauf 147 (2011), Nr. 4/5, 159-164

Laske, D.; Ranft, M.; Siemann, M.
Endlager Asse - Herausforderungen und Perspektiven
In: Glückauf 147 (2011), Nr. 4/5, 152-158

Laumert, G.; Kunze, V.; Siemann, M.
Aktueller Stand der Errichtung des Endlagers Konrad
In: Glückauf 147 (2011), Nr. 4/5, 165-172

- Leuraud, K.; Schnelzer, M.; Tomasek, L.; Hunter, N.; Timarche, M.; Grosche, B.; Kreuzer, M.; Laurier, D. Radon, smoking and lung cancer risk: results of a joint analysis of three European case-control studies among uranium miners
In: Radiation Research 176 (2011), Nr. 3, 375-387
doi:10.1667/RR2377.1
- Lopez, M. A.; Balashazy, I.; Berard, P.; Blanchardon, E.; Breustedt, B.; Broggio, D.; Castellani, C. M.; Franck, D.; Giussani, A.; Hurtgen, C.; James, A. C.; Klein, W.; Kramer, G. H.; Li, W. B.; Marsh, J. W.; Malatova, I.; Noßke, D.; Oeh, U.; Phan, C. G.; Puncher, M.; Schimmel-pfeng, J.; Vrba, T. EURADOS coordinated action on research, quality assurance and training on internal dose assessment
In: Radiation Protection Dosimetry 144 (2011), Nr. 1-4, 349-353
doi:10.1093/rpd/ncq435
- Marsh, J. W.; Blanchardon, E.; Gregoratto, D.; Hofmann, W.; Karcher, K.; Noßke, D.; Tomasek, L. Dosimetric calculations for uranium miners for epidemiological studies
In: Radiation Protection Dosimetry 149 (2011), Nr. 4, 371-383
doi:10.1093/rpd/ncr310
- Mayer, C.; Popanda, O.; Greve, B.; Fritz, E.; Illig, T.; Eckardt-Schupp, F.; Gomolka, M.; Benner, A.; Schmezer, P. A radiation-induced gene expression signature as a tool to predict acute radiotherapy-induced adverse side effects
In: Cancer Letters 302 (2011), Nr. 1, 20-28
- Nitsche, F.; Fasten, C. Transport of large components in Germany - some experiences and regulatory aspects
In: Packaging, Transport, Storage & Security of Radioactive Material 22 (2011), Nr. 1, 54-58
- Noßke, D.; Blanchardon, E.; Bolch, W. E.; Breustedt, B.; Eckerman, K. F.; Giussani, A.; Harrison, J.; Klein, W.; Leggett, R. W.; Lopez, M. A.; Luciani, A.; Zankl, M. New developments in internal dosimetry models
In: Radiation Protection Dosimetry 144 (2011), Nr. 1-4, 311-320
doi:10.1093/rpd/ncq311
- Pözl, C. EMF recommendations specific for children?
In: Progress in Biophysics and Molecular Biology 107 (2011), Nr. 3, 467-472
- Rimpler, A.; Barth, I.; Ferrari, P.; Baechler, S.; Carnicer, A.; Donadille, L.; Fulop, M.; Ginjaume, M.; Mariotti, M.; Sans Merce, M.; Gualdrini, G.; Krim, S.; Ortega, X.; Ruiz, N.; Vanhavere, F. Extremity exposure in nuclear medicine therapy with ⁹⁰Y-labelled substances - Results of the ORAMED project
In: Radiation Measurements 46 (2011), Nr. 11, 1283-1286
- Romm, H.; Oestreicher, U.; Kulka, U. Semi-automation of dicentric scoring to increase throughput in case of a large scale accident
In: Medical Corps International Forum (2011), Suppl.2. /4, 22
- Romm, H.; Wilkins, R.; Coleman, N.; Lillis-Hearne, P.; Pellmar, T.; Livingston, G.; Awa, A.; Jenkins, M.; Yoshida, M.; Oestreicher, U.; Prasanna, P. Biological dosimetry by the triage dicentric chromosome assay: potential implications for treatment of acute radiation syndrome in radiological mass casualties
In: Radiation Research 175 (2011), Nr. 3, 397-404
doi:10.1667/RR2321.1
- Rosenberger, A.; Rössler, U.; Hornhardt, S.; Sauter, W.; Bickböller, H.; Wichmann, E.; Gomolka, M. Validation of a fully automated COMET assay: 1.75 million single cells measured over a 5 year period
In: DNA Repair 10 (2011), Nr. 3, 322-323
- Sans Merce, M.; Ruiz, N.; Barth, I.; Carnicer, A.; Donadille, L.; Ferrari, P.; Fulop, M.; Ginjaume, M.; Gualdrini, G.; Krim, S.; Mariotti, M.; Ortega, X.; Rimpler, A.; Vanhavere, F.; Baechler, S. Recommendations to reduce hand exposure for standard nuclear medicine procedures
In: Radiation Measurements 46 (2011), Nr. 11, 1330-1333
doi:10.1016/j.radmeas.2011.07.011
- Sans Merce, M.; Ruiz, N.; Barth, I.; Carnicer, A.; Donadille, L.; Ferrari, P.; Fulop, M.; Ginjaume, M.; Gualdrini, G.; Krim, S.; Mariotti, M.; Ortega, X.; Rimpler, A.; Vanhavere, F.; Baechler, S. Extremity exposure in nuclear medicine: preliminary results of a European study
In: Radiation Protection Dosimetry 144 (2011), Nr. 1-4, 515-520
doi:10.1093/rpd/ncq574
- Schlesinger, D. Der Wert von Labels: Zur Bedeutung von Grund- und Zusatznutzen im Verbraucherschutz
In: UMID: Umwelt und Mensch - Informationsdienst (2011), Nr. 1, 37-41
- Steiner, M.; Hiersche, L. Radioaktive Kontamination von Pilzen und die daraus resultierende Strahlenexposition des Menschen
In: Mycologia Bavarica 12 (2011), 69-85
- Stojanovska, Z.; Janusev, J.; Zunic, Z.; Bossew, P.; Tollefsen, T.; Ristova, M. Seasonal indoor radon concentration in FYR of Macedonia
In: Radiation Measurements 46 (2011), Nr. 6-7, 602-610
doi:10.1016/j.radmeas.2011.04.022
- Taguchi, S.; Law, R.; Rödenbeck, C.; Patra, P.; Maksytov, S.; Zahorowski, W.; Sartorius, H.; Levin, I. TransCom continuous experiment: comparison of ²²²Rn transport at hourly time scales at three stations in Germany
In: Atmospheric Chemistry and Physics 11 (2011), Nr. 19, 10071-10084
doi:10.5194/acp-11-10071-2011
- Taguchi, S.; Law, R.; Rödenbeck, C.; Patra, P.; Maksytov, S.; Zahorowski, W.; Sartorius, H.; Levin, I. TransCom continuous experiment: comparison of ²²²Rn transport at hourly time scales at three stations in Germany
In: Atmospheric Chemistry and Physics 11 (2011), 10071-10084
doi:10.5194/acp-11-10071-2011

- Tollefsen, T.; Gruber, V.; Bossew, P.; De Cort, M.*
Status of the European Indoor Radon Map
In: *Radiation Protection Dosimetry* 145 (2011),
Nr. 2-3, 110-116
doi:10.1093/rpd/ncr072
- Van Dillen, T.; Dekkers, F.; Bijward, H.; Kreuzer, M.; Grosche, B.*
Lung cancer from radon: A two-stage model analysis of the WISMUT cohort, 1955-1998
In: *Radiation Research* 175 (2011), 119-130
doi:10.1667/RR2102.1
- Walsh, L.; Kaiser, J.*
Multi-model inference of adult and childhood leukaemia excess relative risks based on the Japanese A-bomb survivors mortality data (1950-2000)
In: *Radiation and Environmental Biophysics* 50 (2011), Nr. 1, 21-35
doi:10.1007/s00411-010-0337-6
- Walsh, L.; Dufey, F.; Möhner, M.; Schnelzer, M.; Tschense, A.; Kreuzer, M.*
Differences in baseline lung cancer mortality between the German uranium miners cohort and the population of the former German Democratic Republic (1960-2003)
In: *Radiation and Environmental Biophysics* 50 (2011), Nr. 1, 57-66
doi:10.1007/s00411-010-0332-y
- Walsh, L.*
Radiation protection in occupational and environmental settings
In: *Occupational and Environmental Medicine* 68 (2011), 387-388
doi:10.1136/oem.2010.058909
- Weiss, W.*
The global dimensions of atmospheric radioactivity detection - Experience and conclusions after the Fukushima Daiichi nuclear power plant accident
In: *CTBO Spectrum* (2011), Nr. 17, 27-29
- Weiss, W.*
Science Challenges the System of Radiological Protection
In: *Japanese Journal of Health Physics* 46 (2011), Nr. 6, 2
- Wilkins, R.; Romm, H.; Oestreicher, U.; Marro, L.; Yoshida, M.; Suto, Y.; Prasanna, P.*
Biological dosimetry by the triage dicentric chromosome assay - Further validation of international networking
In: *Radiation Measurements* 46 (2011), Nr. 9, 923-928
- Wirth, E.; Baciu, A.; Gerich, B.; Blaettler, M.; Buettner, U.; Calvarro, J.; Hofer, P.; Holo, E.; Naadland, .; Kuhlen, J.; Molnar, K.; Nizamska, M.; Sogalla, M.; Turai, I.; Vandecasteele, C.*
A Two-Step Concept To Derive A Consistent Set of Intervention Levels for Radiation Emergency Planning and To Translate International Recommendations Into Practical Guidance
In: *Health Physics* 100 (2011), Nr. 5, 482-490
doi:10.1097/HP.0b013e3181f3f1d6
- Wojcik, A.; Bajinskis, A.; Romm, H.; Oestreicher, U.; Thierens, H.; Vral, A.; Rothkamm, K.; Ainsbury, E.; Benderitter, M.; Fattibene, P.; Jaworska, A.; Lindholm, C.; Whitehouse, C.; Barquintero, F.; Sommer, S.; Woda, K.; Scherthan, H.; Vojnovic, B.; Trompier, F.*
MULTIBIODOSE: multi-disciplinary biodosimetric tools to manage high scale radiological casualties
In: *Medical Corps International Forum* (2011), Suppl.2. /4, 15
- Zhang, K.; Feichter, J.; Kazil, J.; Wan, H.; Zhuo, W.; Griffiths, A.; Sartorius, H.; Zahorowski, W.; Ramonet, M.; Schmidt, M.; Yver, C.; Neubert, R.; Brunke, E.*
Radon activity in the lower troposphere and its impact on ionization rate: a global estimate using different radon emissions
In: *Atmospheric Chemistry and Physics* 11 (2011), 7817-7838
doi:10.5194/acp-11-7817-2011
- Zhang, K.; Feichter, J.; Kazil, J.; Wan, H.; Zhuo, W.; Griffiths, A.; Sartorius, H.; Zahorowski, W.; Ramonet, M.; Schmidt, M.; Yver, C.; Neubert, R.; Brunke, E.*
Radon activity in the lower troposphere and its impact on ionization rate: a global estimate using different radon emissions
In: *Atmospheric Chemistry and Physics* 11 (2011), 7817-7838
doi:10.5194/acp-11-7817-2011
- Zhang, K.; Feichter, J.; Kazil, J.; Wan, H.; Zhuo, W.; Griffiths, A.; Sartorius, H.; Zahorowski, W.; Ramonet, M.; Schmidt, M.; Yver, C.; Neubert, R.; Brunke, E.*
Radon activity in the lower troposphere and its impact on ionization rate: a global estimate using different radon emissions
In: *Atmospheric Chemistry and Physics* 11 (2011), Nr. 15, 7817-7838
doi:10.5194/acp-11-7817-2011
- Ziegelberger, G.; Baum, C.; Borkhardt, A.; Cobaleda, C.; Dasenbrock, C.; Dehos, A.; Grosche, B.; Hauer, J.; Hornhardt, S.; Jung, T.; Kammertöns, T.; Lagroye, I.; Lehrach, H.; Lightfoot, T.; Little, M. P.; Rossig, C.; Sanchez-Garcia, I.; Schrappe, M.; Schütz, J.; Shalapour, S.; Slany, R.; Stanulla, M.; Weiss, W.*
Research recommendations toward a better understanding of the causes of childhood leukemia
In: *Blood Cancer Journal* 1 (2011), Nr. 1, 1-6
doi:10.1038/bcj.2010.1
- Ziegelberger, G.; Dehos, A.; Grosche, B.; Hornhardt, S.; Jung, T.; Weiss, W.*
Childhood leukemia - Risk factors and the need for an interdisciplinary research agenda
In: *Progress in Biophysics and Molecular Biology* 107 (2011), Nr. 3, 312-314

/ ABKÜRZUNGEN

Abbreviations

ADP	Arbeitsgemeinschaft Dermatologische Prävention	dena	Deutsche Energie Agentur
AGO	Arbeitsgruppe Optionenvergleich (Asse)	DGUV	Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung
ALS	Amyotrophe Lateralsklerose	DKFZ	Deutsches Krebsforschungszentrum (Heidelberg)
APM	Adapted Phase Management	DMS	Dokumenten-Managementsystem
AtG	Atomgesetz	DoE	Department of Energy (USA)
AtSMV	Atomrechtliche Sicherheitsbeauftragten- und Meldeverordnung	DoReMi	Low Dose Research towards Multidisciplinary Integration
AVR	Arbeitsgemeinschaft Versuchsreaktor	DWD	Deutscher Wetterdienst
BAuA	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin	EANM	European Association of Nuclear Medicine
BBergG	Bundesberggesetz	EB	Erkundungsbereich
BFE	Bundesamt für Energie (Schweiz)	ELAN	Elektronische Lagedarstellung für den Notfallschutz
BfS	Bundesamt für Strahlenschutz	ENSREG	European Nuclear Safety Regulators Group
BGBI	Bundesgesetzblatt	EÖT	Erörterungstermin
BGR	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe	ERAM	Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben
bGZ	bergbauliche Gefahrenabwehrmaßnahme im Zentralteil des ERAM	ESchT	Expertengruppe Schweizer Tiefenlager
BImSchV	Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes	ESK	Entsorgungskommission
BKA	Bundeskriminalamt	EU	Europäische Union
BKG	Bundesamt für Kartographie und Geodäsie	EÜ	Endlagerüberwachung
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit	EWN	Energiewerke Nord GmbH
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie	FAO	Food and Agriculture Organization of the UN
BPOL	Bundespolizei	FAQ	Frequently Asked Questions
BZgA	Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung	FZJ	Forschungszentrum Jülich
CASTOR	Cask for storage and transport of radioactive material	GM	Gesundheitsmonitoring (Asse)
CSS	Committee on Safety Standards	GNS	Gesellschaft für Nuklear-Service mbH
CT	Computertomographie	GRS	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit mbH
CTBTO	Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization	HAW	Hochradioaktiver Abfall
DBE	Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern für Abfallstoffe mbH	HGÜ	Hochspannungs-Gleichstromübertragung
		HMGU	Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt GmbH
		IAEO	Internationale Atomenergie-Organisation
		IARC	International Agency for Research on Cancer
		ICNIRP	International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection
		ICRP	International Commission on Radiological Protection

IMIS	Integriertes Mess- und Informationssystem zur Überwachung der Umweltradioaktivität	OECD / NEA	Organisation für ökonomische Zusammenarbeit und Entwicklung / Nukleare Energieagentur
INES	International Nuclear Event Scale	ONDRAF/ NIRAS	Organisme National des Déchets Radioactifs et des Matières Fissiles enrichies (Belgian agency for radioactive waste and enriched fissile materials)
IPA	Institut für Prävention und Arbeitsmedizin	ONR	Office for Nuclear Regulation (UK)
JAIF	Japan Atomic Industrial Forum	PTB	Physikalisch-Technische Bundesanstalt
KIT	Karlsruher Institut für Technologie	RDB	Reaktordruckbehälter
KKW	Kernkraftwerk	REI	Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen
KLR	Kosten- und Leistungsrechnung	RODOS	Realtime Online Decision Support System
LDCT	Low-dose Computed Tomography	RöV	Röntgenverordnung
LBEG	Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie	RSK	Reaktor-Sicherheitskommission
MAFF	Ministry of Agriculture, Forestry and Fishery	SKB	Institution Svensk Kärnbränslehantering (Sweden)
METI	Ministry of Economy, Trade and Industry	SSK	Strahlenschutzkommission
MEXT	Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology	SSM	Strålsäkerhetsmyndigheten (Sweden)
MHLW	Ministry of Health, Labour and Welfare	StriSchV	Strahlenschutzverordnung
MLU	Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Sachsen-Anhalt	SWR	Siedewasserreaktor
MRT	Magnet-Resonanz-Tomographie	TBL	Transportbehälterlager
Nagra	Schweizer Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle	TEPCO	Tokyo Electric Power Company
NAS	National Academy of Sciences (USA)	TETRA	Terrestrial Trunked Radio System (ursprünglich transeuropäischer trunked radio)
NBauO	Niedersächsische Bauordnung	TRANSSC	Transport Safety Standards Committee
NDA	Nuclear Decommissioning Authority	UFOPLAN	Umweltforschungsplan des Bundesumweltministeriums
NGA	Nuklearspezifische Gefahrenabwehr	UMID	Umwelt und Mensch - Informationsdienst
NISA	Nuclear and Industrial Safety Agency (of Japan)	UNEP	Umweltprogramm der Vereinten Nationen
NISG	Gesetz zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung bei der Anwendung am Menschen	UNSCEAR	United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation
NLST	National Lung Screening Trial	UVI	UV-Index
NLWKN	Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten und Naturschutz	UVSV	UV-Schutz-Verordnung
NMS	Niedersächsisches Ministerium für Soziales, Frauen, Familie, Gesundheit und Integration	VBS	Vorgangsbearbeitungssystem
NMU	Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz	VSG	Vorgezogene Sicherheitsanalyse für den Standort Gorleben
NPP	Nuclear Power Plant	WAK	Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe
NRC	Nuclear Regulatory Commission (USA)	WHO	Weltgesundheitsorganisation (World Health Organization)
NUMO	Nuclear Waste Management Organization of Japan	WMO	Weltorganisation für Meteorologie
NWMO	Nuclear Waste Management Organization (Canada)	ZLN	Zwischenlager Nord
ODL	Ortsdosisleistung/Umgebungs-Äquivalentdosisleistung	ZUB	Zentrale Unterstützungsgruppe des Bundes für gravierende Fälle nuklearspezifischer Gefahrenabwehr

Kontakt:

Bundesamt für Strahlenschutz

Postfach 10 01 49

38201 Salzgitter

Telefon: +49 (0)3018 333-0

Telefax: +49 (0)3018 333-1885

Internet: www.bfs.de

E-Mail: ePost@bfs.de