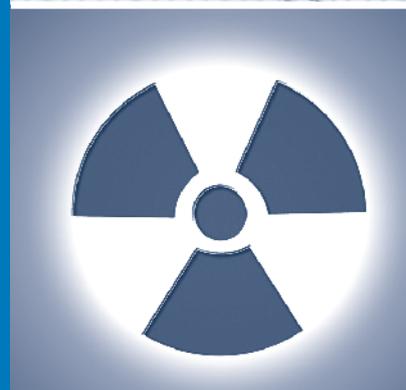


Strahlenschutz und Überwachung der Radioaktivität in der Schweiz

## Ergebnisse 2008

Radioprotection et surveillance de la radioactivité en Suisse

## Résultats 2008



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI  
Département fédéral de l'intérieur DFI  
**Bundesamt für Gesundheit BAG**  
Office fédéral de la santé publique OFSP

# Strahlenschutz und Überwachung der Radioaktivität in der Schweiz Ergebnisse 2008

## Inhaltsverzeichnis

<b>Editorial</b>	<b>2</b>
<b>Die Abteilung Strahlenschutz im Direktionsbereich Verbraucherschutz</b>	<b>3</b>
Direktionsbereich Verbraucherschutz	3
Schutz der Bevölkerung und Umwelt vor Strahlung	3
Die Abteilung Strahlenschutz seit 2007	3
<b>Besondere Ereignisse 2008</b>	<b>7</b>
Studie zu Kinderkrebs im Umfeld von Schweizer Kernkraftwerken	7
Was sind die Hintergründe der CANUPIS-Studie?	8
Dr. Gerhart Wagner: Gründung und erste Ziele der Sektion für Strahlenschutz vor 50 Jahren	10
<b>Bewilligungen und Aufsicht</b>	<b>14</b>
Aufgaben	14
Bewilligungsverfahren	14
Aufsichtstätigkeiten	14
Medizin	16
Ausbildung	21
Forschungsanlagen	22
Radioaktive Abfälle und Altlasten	23
Beurteilung	26
<b>Radon</b>	<b>27</b>
Einführung	27
Messung und Kartierung	28
Bauvorschriften	29
Sanierungen	30
Ausbildung von Baufachleuten	30
Radon in der Arbeitswelt	31
<b>Umweltüberwachung</b>	<b>33</b>
Aufgaben	33
Tätigkeiten und Ergebnisse	34
Beurteilung	38
<b>Strahlendosen</b>	<b>39</b>
Aufgaben	39
Tätigkeiten und Ergebnisse: Strahlendosen der Bevölkerung	39
Beurteilung	43
<b>Nichtionisierende Strahlung und Schall</b>	<b>44</b>
Definition	44
Aufgaben	44
Tätigkeiten und Ergebnisse	45
Beurteilung	49
<b>Internationales</b>	<b>50</b>
Internationale Vernetzung	50
Bilaterale Zusammenarbeit mit Deutschland und Frankreich	50
Beteiligung an Projekten der WHO	50
Zusammenarbeit mit der NEA/OECD	51
Europäische Projekte	51
Expertentätigkeit	51
Aufgaben für die Vereinten Nationen	51
IRPA12	51
<b>pour le texte en français, voir page</b>	<b>53</b>
<b>Impressum</b>	

# Editorial

Das Bundesamt für Gesundheit (BAG) ist Bewilligungsbehörde für den Strahlenschutz im Bereich Medizin, Forschung und Industrie. Mit diesem Bericht informieren wir jährlich über die Aktivitäten der Abteilung Strahlenschutz. Wir erfüllen damit unseren gesetzlich verankerten Auftrag, die Ergebnisse der Personendosimetrie, die Resultate der Überwachung der Umweltradioaktivität sowie die Ergebnisse des Ra-don-Programms und die Strahlendosen der Schweizer Bevölkerung zu veröffentlichen.

Die Arbeit der Abteilung Strahlenschutz konzentrierte sich 2008 auf Schwerpunktprogramme im dosisintensiven Bereich. Dabei wurden in der Medizin die Bereiche Nuklearmedizin, insbesondere die Radiojodtherapie, die Computertomographen und die interventionelle Radiologie auditiert. Die Ergebnisse zeigen, dass, zusammen mit der Ärzteschaft, dem Personal und den Sachverständigen vor Ort, noch ein beträchtliches Potential für die Optimierung des Strahlenschutzes und damit der Strahlendosen genutzt werden kann.

Elektronische Geräte und Identifikationssysteme werden sowohl im privaten als auch im öffentlichen Raum von Jahr zu Jahr mehr eingesetzt. Der Wissensstand über die gesundheitlichen Auswirkungen und Risiken von elektromagnetischen Feldern, wie sie z.B. von Telekommunikations- und Starkstromanwendungen erzeugt werden, ist jedoch immer noch gering; das bereitet zunehmend Unbehagen. Es besteht ein Bedarf nach zusätzlichen Forschungsprojekten in diesem Bereich, die das BAG im Rahmen seiner Möglichkeiten fördert.

In Anbetracht der geplanten neuen Kernkraftwerke in der Schweiz kommt der Überwachung der Radioaktivität und der Messung von kleinen Dosen in der

Umgebung von Kernanlagen eine besondere Bedeutung zu. In diesem Kontext findet auch die Schweizer Studie «Canupis» zu Kinderkrebs im Umfeld von Schweizer Kernkraftwerken viel Beachtung.

Auf internationaler Ebene hat die Weltgesundheitsorganisation WHO in diesem Jahr eine globale Initiative zur Verbesserung des Strahlenschutzes in der Medizin lanciert. Die Schweiz wird sich daran ebenfalls beteiligen, um zusammen mit internationalen Organisationen, wissenschaftlichen Instituten und Berufsverbänden einen weiteren Schritt in Richtung eines international abgestützten Vorgehens zu machen.

Der Aufbau und die Inbetriebnahme des grossen Hadronbeschleunigers LHC am CERN wurde vom BAG auch aus der Sicht des Strahlenschutzes und der Überwachung der Umweltradioaktivität wachsam verfolgt. Regelmässig treffen sich die französischen und die schweizerischen Behörden mit den für den Strahlenschutz verantwortlichen Fachleuten des CERN. In Zukunft sollen die bisherigen bilateralen Vereinbarungen über den Strahlenschutz und die Sicherheit von radiologischen Anlagen zwischen Frankreich resp. der Schweiz mit dem CERN durch «tripartite» Abkommen ersetzt werden. Damit soll auch die Entsorgung der radioaktiven Abfälle des CERN klarer geregelt werden.

Und, last but not least, der Schweizer Strahlenschutz feierte 2008 ein Jubiläum: Vor 50 Jahren wurde die Sektion Strahlenschutz im damaligen Eidg. Gesundheitsamt gegründet. Aus diesem Anlass publizieren wir einen Artikel von Dr. Gerhart Wagner, dem ersten Sektionschef, «Gründung und erste Ziele der Sektion für Strahlenschutz vor 50 Jahren». Wir danken ihm bestens für dieses hervorragende Zeitdokument.

Werner Zeller  
Leiter Abteilung Strahlenschutz

# Die Abteilung Strahlenschutz im Direktionsbereich Verbraucherschutz

## Direktionsbereich Verbraucherschutz

Der Direktionsbereich Verbraucherschutz setzt sich für einen hohen Schutz der Gesundheit der Bevölkerung in den Bereichen Lebensmittel, Gebrauchsgegenstände, Kosmetika, Chemikalien, ionisierende und nichtionisierende Strahlen ein. Der Bereich stellt die Weiterentwicklung der entsprechenden Gesetzgebung sicher. Gesundheitsgefahren werden auf aktueller wissenschaftlicher Basis erkannt und bewertet und gemeinsam mit unseren Partnern werden nachhaltig wirksame Schutzstrategien erarbeitet. Durch eine gezielte Kommunikation und offene Information wird die Bevölkerung sensibilisiert und ein verantwortungsvolles Verhalten gefördert.

## Schutz der Bevölkerung und Umwelt vor Strahlung

In der Schweiz ist der Schutz der Menschen und der Umwelt vor ionisierender Strahlung durch die Strahlenschutzgesetzgebung geregelt. Der Schutz gilt bei allen Tätigkeiten, Einrichtungen, Ereignissen und Zuständen, die eine Gefährdung durch ionisierende Strahlen und eine erhöhte Radioaktivität der Umwelt bewirken können. Das Bundesamt für Gesundheit (BAG) ist – nebst anderen Behörden – mit dem Vollzug der Strahlenschutzgesetzgebung betraut; zuständig dafür ist die Abteilung Strahlenschutz.

Die Bevölkerung wird immer mehr mit nichtionisierender Strahlung wie elektromagnetischen Feldern, optischer Strahlung sowie Schall belastet. Die Abteilung Strahlenschutz befasst sich mit denjenigen Aspekten dieser nichtionisierenden Strahlungen, die zu einer kurz- oder längerfristigen Beeinträchtigung der Gesundheit führen können.

## Die Abteilung Strahlenschutz seit 2007

Seit der umfassenden Reorganisation im Rahmen der Aufgaben- und Verzichtsplanning 2007 sind die Prozesse in der Abteilung Strahlenschutz neu festgelegt und strukturelle Anpassungen vorgenommen worden. Die seither festgelegten Ziele umfassen folgende Schwerpunkte:

- Halten des hohen Schutzniveaus für die Bevölkerung und die Umwelt
- Konzentration auf die hohen Risiken und die hohen Dosen, d.h.
  - Interventionelle Radiologie
  - Dosisintensive Untersuchungen
  - Anlagen mit hohem Risikopotenzial
- Konsequenter Abbau der Aufsicht im Niedrigdosisbereich, d.h. die Abteilung Strahlenschutz verzichtet weitgehend auf die Aufsicht über den Betrieb von Röntgenanlagen in Zahnarzt- und Arztpraxen
- Übertragen der Verantwortung auf die Verantwortlichen
- Definition neuer Prozesse (Kontrolle vermehrt im Sinn von Audits)
- Schaffung guter Rahmenbedingungen für den Forschungs- und Wirtschaftsstandort Schweiz durch die Vereinfachung der Bewilligungsprozesse

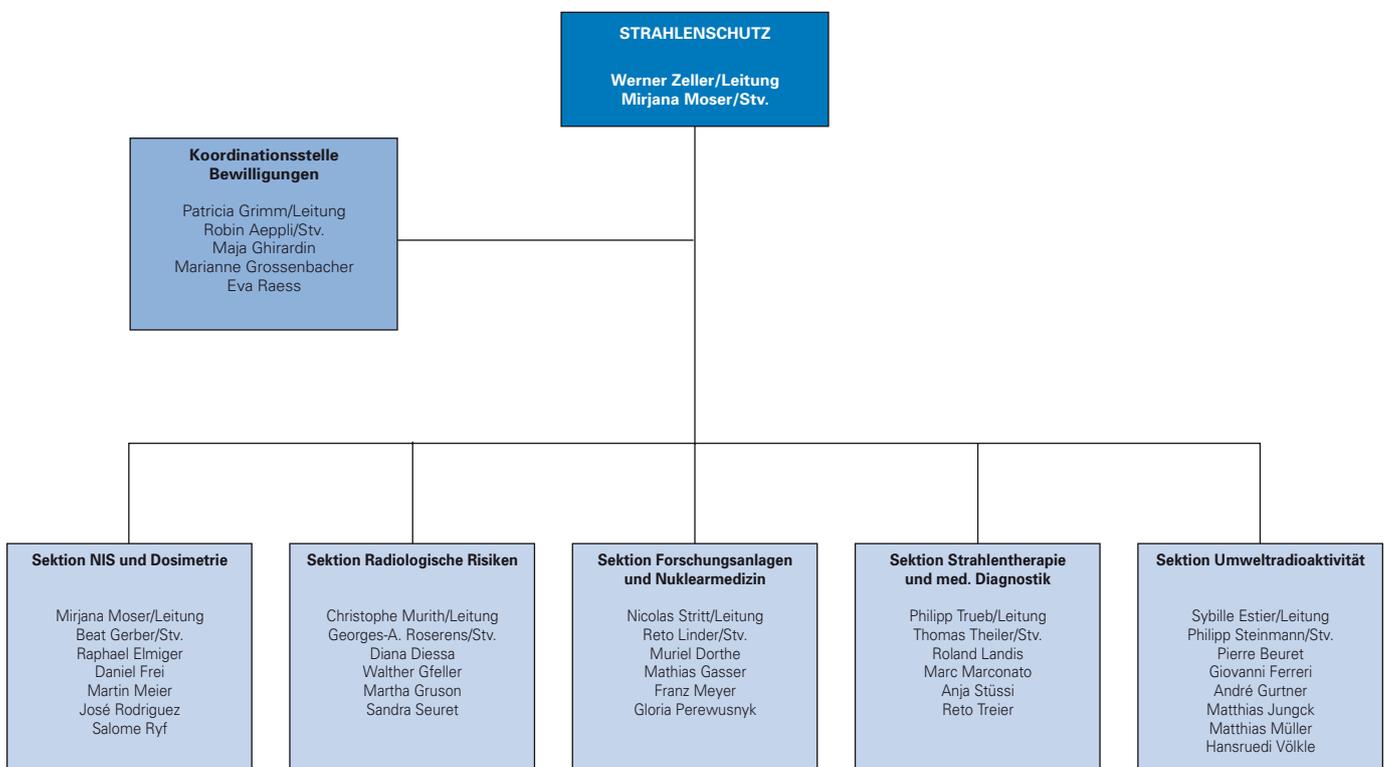
Die Hauptstossrichtung der Revision der Strahlenschutzverordnung, die am 1. Januar 2008 in Kraft getreten ist, zielt in die gleiche Richtung: die Vereinfachung von Verfahrensabläufen, der weitgehende

## Die Abteilung Strahlenschutz im Direktionsbereich Verbraucherschutz

Verzicht auf gesetzlich vorgeschriebene Massnahmen im Niedrigdosisbereich und dafür eine Verstärkung der Aufsicht im Hochdosisbereich.

Die Abteilung Strahlenschutz besteht aus 5 Sektionen und einer Einheit, die für die Prozesssteuerung und die Abwicklung des Bewilligungswesens zuständig ist (insgesamt 30 Vollzeitstellen).

Figur 1: Organigramm der Abteilung Strahlenschutz



Mit folgenden Aktivitäten und Programmen kommen die einzelnen Sektionen ihrem gesetzlich verankerten Auftrag zur Risikominimierung für Bevölkerung und Umwelt nach:

### Sektion NIS und Dosimetrie

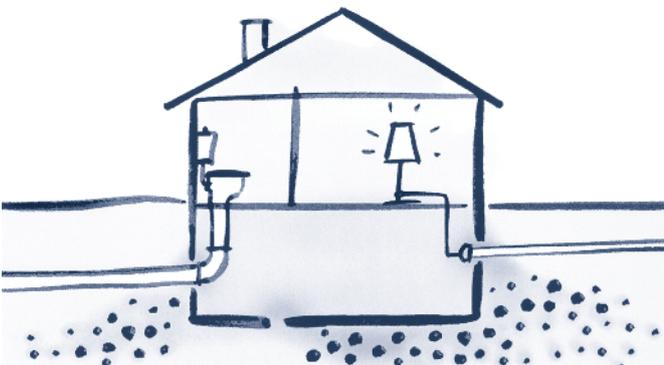
- Diese Sektion ist zuständig für den Bereich NIS (nichtionisierende Strahlung) und Schall. Die Tätigkeiten umfassen Risikoerfassung und Management, Prävention und Information.

- Sie ist ebenfalls verantwortlich für die Dosimetrie und den Schutz der beruflich strahlenexponierten Personen in der Schweiz. Dazu gehört auch die Führung des gesamtschweizerischen Dosisregisters mit 70'000 beruflich strahlenexponierten Personen.

Figur 2: Die Sektion NIS (nichtionisierende Strahlung) und Dosimetrie



Figur 3: Eintrittsstellen von Radon



### Sektion radiologische Risiken

- Die Sektion radiologische Risiken ist verantwortlich für die wirkungsvolle Realisierung des nationalen Radonprogramms und
- für die Vorbereitungen im BAG für radiologische Ereignisse und Katastrophen.
- Zudem ist sie zuständig für die Beurteilung der Entwicklungen des Strahlenschutzes auf internationaler Ebene und die Umsetzung in der Schweiz.

### Sektion Forschungsanlagen und Nuklearmedizin

- Diese Sektion beaufsichtigt gesamtschweizerisch Forschungseinrichtungen (PSI, CERN, ETHZ) und nuklearmedizinische Einrichtungen (PET, Radiojodtherapie, Protonentherapie usw.) zur Einhaltung der Strahlenschutzgesetzgebung.
- Die Sektion fordert laufend wirkungsorientierte Optimierungen im Strahlenschutz, welche die Strahlendosen beim Personal, den Patienten und der Umwelt reduzieren.
- Die Sektion ist zusammen mit dem Schweizerischen Heilmittelinstitut swissmedic (SHI) verantwortlich für die Zulassung von Radiopharmazeutika. Sie bewilligt Studien mit radioaktiv markierten Pharmazeutika, die am Menschen durchgeführt werden.
- Die Sektion beaufsichtigt die Ausbildungen im Strahlenschutz im Bereich Medizin, Forschung und Lehre.
- Die Sektion organisiert jährlich eine Sammelaktion für radioaktive Abfälle für die Bereiche Medizin, Industrie und Forschung

Figur 4: Mobiles PET/CT am HUG



### Sektion Strahlentherapie und medizinische Diagnostik

- Diese Sektion hat die Verantwortung für die Bewilligungserteilung sowie die Aufsicht über die radiologischen Anwendungen in der Strahlentherapie und in der medizinischen Diagnostik.
- Sie überwacht gesamtschweizerisch den Vollzug der Strahlenschutzgesetzgebung.
- Sie hat die Führungsrolle bei der Optimierung der Strahlenbelastung für das medizinische Personal und insbesondere für die Patienten und Patientinnen.

Figur 5: Bestrahlung eines Tumorpatienten



### Sektion Umweltradioaktivität

- Diese Sektion trägt die Verantwortung für das nationale Überwachungsprogramm der Radioaktivität in der Umwelt mit eigenem akkreditiertem Prüflabor, in Zusammenarbeit mit spezialisierten Laboratorien und nationalen und kantonalen Behörden.
- Sie ist zudem zuständig für die Probenahme, Analyse und Veröffentlichung aller Resultate dieser Überwachung wie auch für die Evaluation der Strahlendosen, denen die Schweizer Bevölkerung ausgesetzt ist.
- Sie ist Teil der Einsatzorganisation bei erhöhter Radioaktivität.

Figur 6: In-situ-Gammaskpektrometrie-Messungen



# Besondere Ereignisse 2008

## Studie zu Kinderkrebs im Umfeld von Schweizer Kernkraftwerken

Eine im Dezember 2007 veröffentlichte Studie aus Deutschland zeigte ein erhöhtes Krebsrisiko bei Kindern, welche im Umkreis von fünf Kilometern von Kernkraftwerken wohnen. Das Risiko war insbesondere für Leukämien bei Kleinkindern erhöht. Allerdings konnten die Autoren der deutschen Studie keine gesicherten Aussagen über die Ursachen des vermehrten Auftretens von Krebserkrankungen bei diesen Kindern machen. Die durch den Betrieb von Kernkraftwerken bedingte zusätzliche Strahlenexposition der Bevölkerung ist sehr gering und kann das Resultat wahrscheinlich nicht erklären.

Die Resultate dieser sogenannten KiKK-Studie «Epidemiologische Studie zu Kinderkrebs in der Umgebung von Kern-Kraftwerken» sind auf der Homepage des deutschen Kinderkrebsregisters im Detail dargestellt. Nach der Publikation dieser Studie haben sowohl die Krebsliga Schweiz wie das BAG Interesse und Bereitschaft bekundet, eine entsprechende Studie in der Schweiz durchführen zu lassen. Andererseits haben das Institut für Sozial- und Präventivmedizin der Universität Bern, wo das Schweizer Kinderkrebsregister angegliedert ist, und die Betreiber des Kinderkrebsregisters, die Schweizerische pädiatrische Onkologie-Gruppe, verlauten lassen, dass in der Schweiz eine entsprechende Studie machbar sei.

Im Frühjahr 2008 wurde in verschiedenen parlamentarischen Vorstössen gefordert, eine entsprechende Studie in der Schweiz zu veranlassen. Die Schweizer Studie, die von BAG und Krebsliga als gemeinsamem Auftraggeber lanciert wurde, kommt diesen Forderungen weitgehend entgegen. Einen Vorbehalt hat der Bundesrat bei der Finanzierungslösung gemacht: Der Bund beteilige sich im Rahmen der bei der zuständigen Stelle im Voranschlag und Finanzplan eingestellten Mittel an der Studie. Voraussetzung sei allerdings, dass eine ausgewogene Finanzierungslösung unter den interessierten Stellen und Organisationen gefunden werden könne.

In der Folge haben das Institut für Sozial- und Präventivmedizin, das Schweizer Kinderkrebsregister und die Pädiatrische Onkologie Gruppe beim BAG und bei der Krebsliga Schweiz (KLS) einen Studienvorschlag eingereicht. Die Studie trägt den Namen CANUPIS und ist

aus dem englischen Titel «Childhood Cancer and Nuclear Power Plants in Switzerland» abgeleitet.

Die KLS und das BAG haben diesen Studienvorschlag bei international renommierten Experten der Epidemiologie begutachten lassen. Die Begutachtungen waren vorwiegend sehr positiv, es wurden einige Verbesserungen vorgeschlagen. Gestützt darauf haben das BAG und die KLS im September den Auftrag erteilt.

Die CANUPIS-Studie will feststellen, ob Kinder, die in der Nähe eines Schweizer Kernkraftwerkes leben oder aufgewachsen sind, ein höheres Risiko für eine Krebserkrankung und insbesondere für Leukämien haben. Falls sich ein erhöhtes Risiko nachweisen lässt, will die CANUPIS-Studie auch untersuchen, welche Faktoren – etwa ionisierende Strahlung, elektromagnetische Felder oder industrielle Immissionen – dieses verursachen könnten. Nachdem sich Vertreter der Kernenergie in den Medien geäußert hatten, dass sie an einer Klärung der Frage interessiert seien und bereit wären, eine solche Studie finanziell zu unterstützen, wurde ein Modell mit gemischter Finanzierung gewählt. Dieses Modell beinhaltet aber eine glasklare Trennung der Verantwortlichkeiten. Die Energiebranche hat sich verpflichtet, ihre Beiträge zu diesem Zweck an das BAG zu überweisen. Damit werden potenzielle Interessenkonflikte vermieden und eine Einflussnahme der Sponsoren auf die Studie ausgeschlossen, denn über die Finanzierung hinaus können die Energieproduzenten weder auf das Studiendesign noch auf die Publikation Einfluss nehmen.

Die Gesamtkosten der Studie betragen 820'000 Franken. Die Beiträge setzen sich wie folgt zusammen: Krebsliga Schweiz: 410'000 Franken, Bundesamt für Gesundheit: 410'000 Franken (davon Axpo und BKW FMB Energie AG je 100'000 Franken).

Zusammen mit den deutschen Strahlenschutzbehörden wurde versucht, die deutsche Nachbarschaft von Leibstadt in die Studie einzubeziehen. Aus methodischen Gründen wird es leider nicht möglich sein, die deutschen Anwohner direkt in die Hauptanalyse zu integrieren. Es werden aber zusätzliche Untersuchungen gemacht. Erste Abklärungen in Deutschland haben bereits ergeben, dass es für die Stadt Waldshut-Tiengen keine Anhaltspunkte für das Vorliegen eines Leukämie-Clusters gibt. Wir bleiben diesbezüglich mit den deutschen Gesundheitsbehörden in engem Kontakt.

### Was sind die Hintergründe der CANUPIS-Studie?

Seit über 20 Jahren stellt man sich die Frage, ob Menschen, die in der Nähe von Kernkraftwerken leben, dadurch gesundheitlich gefährdet sind. Insbesondere wurde das Auftreten von Krebserkrankungen bei Kindern untersucht, da diese strahlungsempfindlicher sind als Erwachsene. Die Strahlenbelastung durch Kernkraftwerke ist allerdings um ein Vielfaches kleiner als die natürliche Strahlung aus der Umwelt, der wir konstant ausgesetzt sind.

Um einen allfälligen Zusammenhang zwischen der Häufigkeit von Kinderkrebs und dem Wohnort in der Nähe von Kernkraftwerken zu untersuchen, wird in der Schweiz nun erstmals vom Institut für Sozial- und Präventivmedizin der Universität Bern eine umfassende Studie durchgeführt: Studie zu Kinderkrebs im Umfeld von Schweizer Kernkraftwerken, kurz: CANUPIS-Studie.

### Wie ist die Situation in der Schweiz?

In der Schweiz werden fünf Kernkraftwerke betrieben (Beznau I und II, Mühleberg, Gösgen und Leibstadt, siehe Karte), die zusammen 42% der schweizerischen Stromproduktion erzeugen (Stand 2006). Insgesamt lebt 1% der Schweizer Bevölkerung im Umkreis von 5 km von einem Kernkraftwerk, ungefähr 10% leben im Umkreis von 15 km.

### Wie sieht das Studiendesign von CANUPIS aus?

Die CANUPIS-Studie ist eine gesamtschweizerische Langzeitstudie (so genannte Kohortenstudie), die alle Kinder erfasst, die zwischen 1985 und 2007 geboren wurden. Dabei werden die Wohnorte von krebskranken Kindern («Fälle») mit den Wohnorten aller gesunden Kinder in der Schweiz verglichen («Kontrollen»). Daraus lässt sich berechnen, ob Krebserkrankungen in der Nähe von Kernkraftwerken häufiger auftreten als an anderen Standorten.

Die Angaben zu den in diesem Zeitraum an Krebs erkrankten Kindern stammen aus dem Schweizerischen Kinderkrebsregister. Dieses registriert seit 1976 alle Krebserkrankungen bei Kindern in der Schweiz. Insgesamt erkrankten 2957 Kinder mit Jahrgang 1985 bis 2007 an Krebs, darunter 981 an Leukämie.

Angaben zu den Wohnorten aller zwischen 1985 und 2007 geborenen Kinder der Schweiz stammen aus der «Swiss National Cohort», einem gesamtschweizerischen anonymen Datensatz, der auf Angaben aus den Volkszählungen von 1990 und 2000 und weiteren Statistiken basiert.

Die CANUPIS-Studie berücksichtigt den Wohnort sehr präzise. Erfasst wird nicht nur die Ortschaft, die einige Kilometer umfassen kann, sondern dank geokodierten Daten punktgenau der präzise Wohnort. Zudem werden die Wohnorte der untersuchten Kinder nicht nur zum Zeitpunkt der Krebs-Diagnose, sondern zurück bis zur Geburt des Kindes untersucht. So kann auch ein möglicher Einfluss des Wohnortes während der ersten Lebensmonate und -jahre berücksichtigt werden. Eine weitere Stärke des Schweizer Studiendesigns ist, dass auch andere Umweltfaktoren wie Starkstromleitungen und Industriezonen in der Analyse berücksichtigt werden können. Die CANUPIS-Studie stellt somit keine Wiederholung der deutschen KiKK-Studie dar. Sie hat ein eigenständiges Studiendesign, baut aber auf der deutschen sowie anderen früheren Studien auf. Eine Begleitgruppe aus international renommierten Experten garantiert die wissenschaftliche Qualität und die Unabhängigkeit der Studie (siehe Advisory Board).

### Wann ist mit Resultaten zu rechnen?

Die Arbeiten zur CANUPIS-Studie haben am 1. September 2008 begonnen. Die Erhebung der Daten und die statistische Analyse werden ungefähr zweieinhalb Jahre dauern, so dass Resultate 2011 erwartet werden können. Diese werden

durch unabhängige Experten evaluiert, in einer wissenschaftlichen Fachzeitschrift publiziert und anschliessend der Öffentlichkeit vorgestellt. Vor der wissenschaftlichen Publikation der Studie werden keine Zwischenergebnisse bekannt gegeben.

### **Wie ist die CANUPIS-Studie finanziert?**

Die Gesamtkosten der Studie betragen 820'000 Franken.

Die Energiebranche hat Interesse bekundet, diese Studie finanziell zu unterstützen. Sie hat sich verpflichtet, ihre Beiträge zu diesem Zweck an das BAG zu überweisen. Damit werden potenzielle Interessenkonflikte vermieden und eine Einflussnahme der Sponsoren auf die Studie ausgeschlossen, denn über die Finanzierung hinaus können die Energieproduzenten weder auf das Studiendesign noch auf die Publikation Einfluss nehmen.

Die Beiträge setzen sich wie folgt zusammen:

- Krebsliga Schweiz: 410'000 Fr.
- Bundesamt für Gesundheit BAG: 410'000 Fr. (davon Axpo und BKW FMB Energie AG je 100'000 Fr.)

### **Studiengruppe**

Schweizer Kinderkrebsregister (SKKR) / Institut für Sozial- und Präventivmedizin (ISPM) Universität Bern

- PD Dr. med. Claudia Kuehni, Projektleiterin CANUPIS-Studie, Leiterin Schweizerisches Kinderkrebsregister
- Dr. phil. Martin Rösli, Leiter Abteilung Umwelt und Gesundheit, ISPM Bern
- Dr. phil. Anke Huss, geographische Epidemiologin, Abteilung Umwelt und Gesundheit, ISPM Bern
- Prof. Dr. med. Matthias Egger, Leiter ISPM Bern Schweizerische Pädiatrische Onkologie Gruppe (SPOG)

- PD Dr. med. Nicolas von der Weid, médecin associé, Unité d'hématologie pédiatrique, Service de pédiatrie, CHUV, Lausanne
- Prof. Dr. med. Felix Niggli, Leitender Arzt Abteilung Onkologie, Universitäts-Kinderspital Zürich
- Dr. med. Heinz Hengartner, Oberarzt Hämatologie/Onkologie, Ostschweizer Kinderspital, St. Gallen

### **Wissenschaftliches Advisory Board**

- Prof. Paolo Boffetta, Unit of Environmental Cancer Epidemiology, International Agency for Research on Cancer, Lyon, France
- Prof. Jan P. Vandenbroucke, Department of Clinical Epidemiology, University Medical Center, Leiden, Netherlands
- Prof. Maria Blettner, Institut für Medizinische Biometrie, Epidemiologie und Informatik, Johannes Gutenberg Universität, Mainz, Deutschland
- Prof. Charles A. Stiller, Childhood Cancer Research Group, University of Oxford, Oxford, UK
- Prof. Andreas Hirt, Abteilung für Hämatologie und Onkologie, Klinik und Poliklinik für Kinderheilkunde, Universitätsspital Bern, Schweiz
- Prof. Sander Greenland, Department of Epidemiology, UCLA School of Public Health, Los Angeles, USA

Quelle: [www.canupis.ch](http://www.canupis.ch)

### Gründung und erste Ziele der Sektion für Strahlenschutz vor 50 Jahren

Von Dr. Gerhart Wagner

Am 1. Oktober 1958 wurde die Sektion für Strahlenschutz gegründet. Der Verfasser des vorliegenden Beitrags war ihr erster Chef. Als ein überlebendes Fossil aus jener Zeit der vielen Gründungen versucht er, den heute aktiven Personen das damalige Umfeld und die damaligen Perspektiven zu schildern.

#### 1. Das weltpolitische Umfeld

Vor dem zweiten Weltkrieg sprach niemand von Strahlenschutz, das war überhaupt kein Begriff. Strahlenschutz ist ein Kind des Atomzeitalters. Durch die beiden amerikanischen Atombomben, die am 6. August 1945 die japanische Stadt Hiroshima und am 9. August Nagasaki zerstörten, wurde der Weltöffentlichkeit schlagartig bewusst, dass eine bisher für utopisch gehaltene Technologie Wirklichkeit geworden war: die Freisetzung von Atomenergie durch Atomkernspaltung. Begriffe wie Radioaktivität und Strahlentod kamen in die Spalten der Tageszeitungen. Als 1949 auch Russland die Atombombe realisiert hatte, begann ein nukleares Wettrüsten: In Ost und West wurden hunderte von immer grösseren Atombomben, von 1952 an auch von Wasserstoffbomben, zu Versuchszwecken zur Explosion gebracht. Es kam die Zeit des Kalten Krieges, in der man jederzeit mit dem Ausbruch einer nuklearen Weltkatastrophe rechnen musste. Rund um die Erde wurden Atmosphäre, Hydrosphäre und Biosphäre durch die radioaktiven Spaltprodukte der nuklearen Explosionen allmählich verseucht.

#### 2. Das helvetische Umfeld

##### 2.1. Der Ruf nach Atomwaffen für die Schweiz

Am 15. August 1945, nur neun Tage nach Hiroshima, schlug der damalige Ausbildungschef der Armee, Korpskommandant Hans Frick, dem Bundesrat in einem Brief vor, «unverzüglich die mit den neuen Zerstörungswaffen zusammenhängenden Probleme vertieft abklären zu lassen». Es sollte die Frage abgeklärt werden, «ob die schweizerische Wissenschaft und Technik in der Lage sein werde, das Problem der praktischen Verwendung der Atomzertrümmerung zu

Kriegszwecken in absehbarer Zeit zu lösen.»

Der Bundesrat setzte zum Studium und zur Koordination der mit Atomenergie verbundenen wissenschaftlichen und militärischen Fragen einen «Delegierten für Fragen der Atomenergie ein». Diesen Posten bekleideten nacheinander Dr. Otto Zipfel, Dr. Jakob Burckhardt und Prof. Urs Hochstrasser.

Die Generalität machte in der Folge immer wieder geheime Vorstösse in der Richtung auf eine atomare Bewaffnung. Die Frage blieb jedoch in politischen und auch in militärischen Kreisen umstritten. Klar an die Öffentlichkeit gelangte das Thema durch eine Presseerklärung des Bundesrates am 11. Juli 1958. Sie enthielt den folgenden Kernsatz: «*In Übereinstimmung mit unserer jahrhundertealten Tradition der Wehrhaftigkeit ist der Bundesrat deshalb der Ansicht, dass der Armee zur Bewahrung unserer Unabhängigkeit und zum Schutze unserer Neutralität die wirksamsten Waffen gegeben werden müssen. Dazu gehören die Atomwaffen.*»

Die Erklärung löste heftige internationale Reaktionen aus. In der Schweiz führte sie zu einer erbitterten Polarisierung von Befürwortern und Gegnern der Idee einer schweizerischen Atombewaffnung. Die Gegner wurden pauschal als Kommunisten oder als kommunistenfreundlich abgestempelt.

##### 2.2. Die friedliche Verwendung der Atomenergie

Die friedliche Verwendung der Atomenergie steckte noch kaum in den Kinderschuhen. Versuchs-Atomkraftwerke (die Bezeichnung «Kernkraftwerke» kam erst später auf) gab es in der ganzen Welt gerade zwei: eines in Russland und eines in England. Aber es zeigte sich bald, dass die zuständigen schweizerischen Kreise willens waren, den Anschluss an die weltweite Entwicklung zu finden. Schon 1951 hatten sich Wissenschaft und Technik mit den Hauptpersonen Prof. Paul Scherrer und Dr. Walter Boveri zusammengeschlossen und die «Arbeitsgemeinschaft Kernreaktor» (die spätere «Reaktor AG») mit Sitz in Würenlingen gegründet. Anlässlich des ersten internationalen Kongresses «Atoms for Peace» tickte 1955 in Genf in dem Swimming Pool - Reaktor «Saphir» (1 Megawatt) erstmals eine nukleare Ket-

tenreaktion in der Schweiz. Dieser amerikanische Reaktor konnte zu günstigen Bedingungen von der Schweiz übernommen werden. Er wurde von Genf nach Würenlingen disloziert, wo die Reaktor AG ein eigenes Gebäude für ihn baute. Als zweiter Forschungsreaktor war zur Zeit meines Amtsantritts in Würenlingen der «Diorit» mit einer Leistung von 20 Megawatt im Bau. 1960 wurde er in Betrieb genommen. Im November 1958, einen Monat nach der Gründung der Sektion für Strahlenschutz, wurde die Schweizerische Vereinigung für Atomenergie (das heutige Nuklearforum Schweiz) gegründet. Ich beteiligte mich an der Gründung unter der Bedingung, dass die Vereinigung gewillt sei, dem Volk die Wahrheiten über Radioaktivität und Strahlengefährdung kund zu tun. In den folgenden Jahren schlossen sich die schweizerischen Grossindustrien unter dem Namen NGA (Nationale Gesellschaft zur Förderung der industriellen Atomtechnik) zusammen und begannen mit der Planung eines von ihnen zu bauenden unterirdischen Atomkraftwerks in Lucens.

Bei all dem war man sich der Tatsache bewusst, dass jede Art von Atomtechnologie mit Gefahren der Strahlenbelastung verbunden ist: Strahlenschutz wurde zu einem von Anfang an ernst genommenen Begleitthema. 1960 wurde vom Bundesrat die Kommission für die Sicherheit von Atomanlagen (KSA) eingesetzt mit Dr. Fritz Alder als Präsident und Dr. Peter Courvoisier als Sekretär. Als Chef der Sektion für Strahlenschutz wurde ich von Amtes wegen Mitglied der Kommission.

### *2.3. Die Notwendigkeit einer Strahlenschutz-Gesetzgebung*

Dank der Tatsache, dass Radioaktivität schon in kleinsten Konzentrationen relativ einfach nachweisbar ist, wurde zu Beginn der Fünfzigerjahre weltweit, so auch in der Schweiz, die Anwesenheit bisher unbekannter radioaktiver Stoffe festgestellt, die als Spaltprodukte in den Atomexplosionen entstehen: Man fand sie in der Atmosphäre, im Regen, in den Gewässern, in Nahrungsmitteln und bald auch in menschlichen Organen, so vor allem das berühmte Strontium 90 im menschlichen Skelett und in den Milchzähnen heranwachsender Kinder. Dies führte

den Bundesrat 1955 zur Ernennung einer wissenschaftlichen Kommission zur Überwachung der Radioaktivität (KÜR). Sie stand unter dem Präsidium von Prof. Paul Huber in Basel, später von dessen Bruder Prof. Otto Huber in Freiburg. Die Kommission arbeitete von Anfang an sehr gründlich. Sie konnte jedoch nur Radioaktivitäten feststellen und Strahlenbelastungen berechnen, aber keine Ursachen bekämpfen. Im Zusammenhang mit der weltweiten Zunahme der Radioaktivität in der Biosphäre, der man unabänderlich ausgesetzt war, wurde man sich jedoch der Tatsache bewusst, dass man mit herkömmlichen radioaktiven Stoffen (Radium!) und vor allem auch mit Röntgenstrahlung bisher zu sorglos umgegangen war. Die Notwendigkeit einer Gesetzgebung auf diesem Gebiet trat mehr und mehr ins Bewusstsein der verantwortlichen Stellen, in unserem Falle: des damaligen Eidg. Gesundheitsamtes EGA. Für eine solche Gesetzgebung gab es aber gar keine rechtliche Grundlage. Das Gesundheitswesen war Sache der Kantone. Sollte auch der Strahlenschutz den Kantonen überlassen werden? Erst der 1957 vom Volk angenommene Verfassungsartikel 24 quinquies schaffte hier Klarheit mit folgendem Wortlaut:

- <sup>1</sup> *Die Gesetzgebung auf dem Gebiete der Atomenergie ist Bundessache.*
- <sup>2</sup> *Der Bund erlässt Vorschriften über den Schutz vor den Gefahren ionisierender Strahlen.*

Aufgrund dieses Verfassungsartikels wurde 1958 vom Parlament ein Atomgesetz beschlossen und 1959 in Kraft gesetzt. Der Strahlenschutz wurde im Gesetz nicht geregelt, sondern auf die Verordnungsebene delegiert: Statt «Der Bund erlässt ...» hiess es im Gesetz «Der Bundesrat erlässt Vorschriften ....» Damit war die Aufgabe definiert: Schaffung von Vorschriften über den Strahlenschutz auf Verordnungsebene, gestützt auf das Atomgesetz.

### **3. Der wissenschaftliche Hintergrund**

Über die biologischen Wirkungen von ionisierender Strahlung war noch recht wenig bekannt. Mit starken Dosen konnten in Teilung begriffene Zellen getötet werden, das war schon lange die Grundlage der Strahlentherapie. Mit starken Dosen wurden experimentell bei Versuchstieren (*Drosophila*)

genetische Mutationen erzeugt. Welch ungeheure Wirkungen grosse Ganzkörperdosen auf den menschlichen Organismus ausüben können, das war durch die Opfer von Hiroshima und Nagasaki in grauenvoller Weise bekannt geworden. Wie stand es aber mit kleinen und kleinsten Dosen? Musste man die Wirkung grosser Dosen linear nach unten extrapolieren oder gab es einen Schwellenwert, vielleicht gar einen Wert mit positiver Wirkung? Wie war diesbezüglich die natürliche Strahlenbelastung zu beurteilen? Man wusste es nicht und ging bei den Überlegungen bezüglich höchstzulässiger Dosen eher von pessimistischen Annahmen aus.

### 4. Die Gründung der Sektion

Dem damaligen Direktor des EGA, Dr. med. Arnold Sauter, war klar, dass es zur Erfüllung der neuartigen Aufgabe einer neuen Sektion bedurfte. Da es bei den zur Diskussion stehenden Strahlenwirkungen um biologische Phänomene ging, sollte sie am ehesten von einem Biologen geleitet werden. Hier steht der Berichterstatter vor der Notwendigkeit, sein eigenes Curriculum ins Spiel zu bringen. Damit verhält es sich folgendermassen:

Ich hatte 1949 bei Prof. Fritz Baltzer in Bern mit einer embryologischen Arbeit an Amphibienkeimen in Zoologie doktriert und war seit 1950 Lehrer für Naturgeschichte am Städtischen Gymnasium Bern-Kirchfeld. Seit Beginn der Fünfzigerjahre verfolgte ich mit grosser Sorge die zunehmende radioaktive Kontamination der Biosphäre, wusste ich doch um die schon 1928 von Muller entdeckte mutationsauslösende Wirkung ionisierender Strahlung. Im Januar 1958 schrieb ich im Feuilleton des «Bund» erstmals einen Artikel zum Thema «Verantwortung der Naturwissenschaft im Atomzeitalter». Weitere Artikel folgten. Den zu jener Zeit immer lauter werdenden Ruf nach einer schweizerischen Atombewaffnung (siehe die oben zitierte Bundesratserklärung) hielt ich für absurd und trat öffentlich dagegen auf. Als aber von Bundesseite trotz meiner diesbezüglichen Haltung die Frage an mich herankam, ob ich mich nicht für den Posten eines Chefs der neuen Sektion für Strahlenschutz interessieren würde, war mir klar, dass ich mich dieser grossen und für mich absolut neuartigen Aufgabe

nicht entziehen konnte, wenn man mir sie zutraute. So wurde ich denn auf Vorschlag von Direktor Sauter vom Bundesrat gewählt und trat den Posten am 1. Oktober 1958 an.

### 5. Start und erstes Etappenziel der Sektion

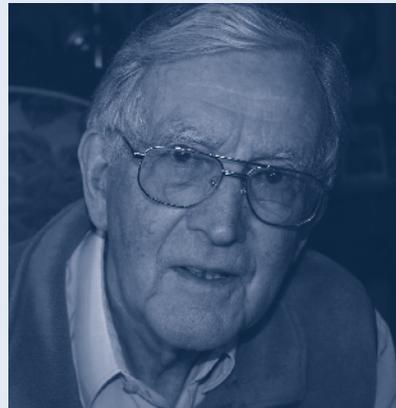
Die neue Sektion wurde in einer Mietwohnung an der Neuengasse untergebracht. Dort befindet sich heute der Ryfflihof. Zur Verfügung stand mir eine im Bundesdienst erfahrene Sekretärin, Katharina Brügger, und bald einmal für einen halben Tag pro Woche ein Experte in Radioaktivität, Dr. Walter Minder, Physiker, damals Leiter des Radiuminstituts am Inselspital. Nach etwa einem Jahr bekam ich einen vollamtlichen Stellvertreter in Person des Chemikers Dr. Wolf Rottenberg.

Kern meines Auftrags war die Schaffung eines Entwurfs für die vom Bundesrat zu erlassende Strahlenschutzverordnung. In diese Aufgabe eingeführt wurde ich von Dr. med. Meinrad Schär, Chef einer medizinischen Sektion, der bisher das Dossier Strahlenschutz betreut hatte. Ich musste ja nicht beim Stande null anfangen. Schon seit 1955 gab es eine vom EGA herausgegebene Broschüre «Richtlinien für den Schutz gegen ionisierende Strahlung», welche ein «Technischer Ausschuss» von Medizinern, Physikern, Chemikern, Versicherungsleuten und Juristen erarbeitet hatte. Sie konnte als Ausgangsbasis für die zu schaffende Strahlenschutzverordnung dienen. Und vor allem gab es schon verschiedene internationale Empfehlungen: Von den UNO-Organisationen IAEA und WHO, von der damaligen OECE (Organisation Européenne de Coopération Economique) und von EURATOM, einer Organisation der 1957 gegründeten Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft (EWG), der heutigen EU. Alle diese Empfehlungen basierten auf dem grossen Dokument «Biological Effects of Atomic Radiations» des UNSCEAR (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiations). Teilweise waren sie für uns verbindlich, weil die Schweiz bereits Mitglied der betreffenden Organisationen war (IAEA, WHO, OECE). Es war abzusehen, dass für die Erarbeitung einer Strahlenschutzverordnung mehrere Jahre nötig waren. Der etwa 30köpfige «Technische Ausschuss»,

der die oben genannten «Richtlinien» kreiert hatte, wurde jetzt so weit wie möglich reaktiviert und für die konkrete Arbeit in fünf Arbeitsgruppen eingeteilt: eine allgemeine, eine medizinische, eine physikalische, eine chemische und eine juristische. Jede Gruppe bekam einen Vorsitzenden und die Aufgabe, die einzelnen Sachgebiete im Hinblick auf die zu schaffende Verordnung zu bearbeiten. Das Sekretariat aller Gruppen war in der Sektion für Strahlenschutz. Sie übernahm auch das Sekretariat der Kommission zur Überwachung der Radioaktivität (KÜR) und gab deren Berichte heraus. Meine Hauptaufgabe war die Koordination der verschiedenen Arbeitsgruppen und die Verarbeitung ihrer Anträge zu Entwürfen für die Verordnung. Im Herbst 1961 konnten wir einen Gesamtentwurf mit ca. 100 Artikeln in eine grosse Vernehmlassung schicken. Am 19. April 1963 genehmigte der Bundesrat den aufgrund der Vernehmlassung nochmals überarbeiteten Entwurf und setzte ihn auf den 1. Mai 1963 in Kraft. Damit war das erste grosse Etappenziel der Sektion erreicht.

## 6. Start des Vollzugs

Jetzt war – in enger Zusammenarbeit mit SUVA und EIR – der Vollzug zu organisieren. Dazu genügte der kleine Anfangsbestand der Sektion längst nicht mehr. Sie war inzwischen ins Haus Falkenplatz 11 umgezogen, wo ihr nun auch ein Isotopenlabor zur Verfügung stand. Für den Vollzug der vorgeschriebenen Kontrolle aller medizinischen Röntgenapparate (es gab deren in der Schweiz etwa 10'000) wurden Spezialisten angestellt. Ein Problemfall waren die Fussdurchleuchtungsapparate, wie sie praktisch in jedem Schuhgeschäft standen. Bezüglich der Verwendung von radioaktiven Isotopen zeigte sich der dringendste Handlungsbedarf bei den Personen, welche radiumhaltige Leuchtfarbe auf Uhrzifferblätter malten, grösstenteils in Heimarbeit. Dieses Problems nahm sich die SUVA an. Für die vorgeschriebene Strahlenüberwachung aller beruflich strahlenexponierten Personen boten wir einen Filmdosimetriedienst an. Als ich im Herbst 1964 aus dem Bundesdienst austrat, war der Bestand der Sektion auf 17 Personen angewachsen. Mein Nachfolger wurde Prof. Walter Minder.



## Curriculum Dr. Gerhart Wagner

Geboren 1920 in Bolligen bei Bern. Studium der Biologie, Physik und Geologie in Bern und Genf. Diplom für das Höhere Lehramt 1946, Doktorat in Zoologie 1949. 1949–1950 Sekundarlehrer in Grindelwald. 1950–1958 Lehrer für Biologie und Geologie am Städtischen Gymnasium Bern-Kirchenfeld. 1958–1964 Chef der neugegründeten Sektion für Strahlenschutz am damaligen Eidg. Gesundheitsamt, Ausarbeitung der schweizerischen Strahlenschutzverordnung. 1964–1969 Assistenzprofessor am Zoologischen Institut der Universität Zürich. 1969–1983 Rektor des Realgymnasiums Bern-Neufeld. Im Ruhestand entstanden zuerst botanische Werke: 1991 Flora des Kantons Bern, 1996 «Flora Helvetica», beides zusammen mit Konrad Lauber. Es folgten quartärmorphologische Arbeiten, die zu dem neuen, noch umstrittenen Konzept des «Mittelmoränenmodells» führten. 1996 Ehrendoktor der Universität Bern für «wesentliche Beiträge zur Botanik, Zoologie und Geologie». Zwei Töchter, zwei Söhne, zehn Enkel.

# Bewilligungen und Aufsicht

## Aufgaben

Die Abteilung Strahlenschutz überwacht gesamtschweizerisch den Vollzug der Strahlenschutzgesetzgebung. Damit wirkt sie präventiv gegen das Auftreten von Strahlenschäden bei Patientinnen und Patienten, Betriebspersonal und bei der Bevölkerung durch die Anwendung ionisierender Strahlung in medizinischen, technischen und gewerblichen Bereichen. Sie erteilt Bewilligungen für den Umgang mit ionisierender Strahlung in Medizin, Industrie und Forschung wie z.B. bei Röntgenanlagen, radioaktiven Stoffen und Radiopharmazeutika. Zudem ist sie Aufsichtsbehörde für medizinische Betriebe, Ausbildungsstätten und Grossanlagen wie das Centre Européen de la Recherche Nucléaire (CERN) und das Paul Scherrer Institut (PSI) und führt entsprechende Inspektionen durch. Insbesondere überprüft die Abteilung Strahlenschutz auch die Ausbildung – Sachkunde und Sachverstand – von Personen, die in einem Betrieb Strahlenschutzaufgaben zu erfüllen haben. Jährlich organisiert sie eine Sammelaktion für radioaktive Abfälle, die an der zentralen Sammelstelle des Bundes am Paul Scherrer Institut in eine zwischen- und endlagerfähige Form konditioniert und im Bundeszwischenlager zwischengelagert werden.

## Bewilligungsverfahren

Der Umgang mit ionisierender Strahlung (radioaktiven Strahlenquellen und Röntgenanlagen) unterliegt gemäss der schweizerischen Strahlenschutzgesetzgebung der Bewilligungspflicht. Jeder Anwender ionisierender Strahlung muss vorgängig beim BAG ein Gesuch einreichen. Anhand dieses Bewilligungsgesuchs prüft die zuständige Aufsichtsbehörde, ob beim Anwender ionisierender Strahlung alle Voraussetzungen zum Schutz von Mensch und Umwelt erfüllt sind. Für medizinische Betriebe und Ausbildungsstätten ist die Abteilung Strahlenschutz des BAG zuständig, für industrielle und gewerbliche Betriebe die Suva. 2008 wurden 1660 Bewilligungsgesuche für den Umgang mit ionisierender Strahlung beurteilt und teils mit Auflagen verbundene, entsprechende Bewilligungen ausgestellt. 1070 Bewilligungen wurden nach Ablauf der zehnjährigen Gültigkeit neu beurteilt und gegebenenfalls verlängert.

Nach der Bewilligungserteilung überprüft die zuständige Aufsichtsbehörde zum Schutze des Betriebspersonals, der Patienten und der Bevölkerung die Einhaltung der Strahlenschutzvorschriften. Zur Überprüfung der Erfüllung von Voraussetzungen zur Bewilligungserteilung wurden gesamtschweizerisch stichprobenweise Betriebsaudits durchgeführt.

## Aufsichtstätigkeiten

### Audits in den Betrieben

Neben administrativen Aufsichtstätigkeiten wurden gesamtschweizerisch stichprobenweise rund 150 Betriebsaudits durchgeführt. Diese Aufsichtstätigkeit vor Ort erfolgt in der Form von Coachings der Strahlenschutzsachverständigen und ermöglicht es, die Umsetzung der Strahlenschutzvorschriften zu überprüfen und allfällige Verbesserungsmassnahmen anzuordnen. In Zusammenarbeit mit den sachverständigen Personen werden vielfach Optimierungspotentiale für zusätzliche Strahlenschutzmassnahmen für Personal und Patienten erkannt und umgesetzt.

Werden schwerwiegende Verstösse gegen die Strahlenschutzvorschriften festgestellt (zum Beispiel nicht bewilligter Umgang mit ionisierender Strahlung oder illegale Entsorgung von radioaktiven Abfällen), müssen diese an die für das Verwaltungsstrafrecht zuständige Stelle im BAG oder an die Bundesanwaltschaft zur weiteren Verfolgung gemeldet werden.

Die Aufsichtstätigkeiten sind aufgrund der innerhalb der Bundesverwaltung vorgegebenen Aufgabenverzichtsmassnahmen und der entsprechenden Reduktion der personellen Kapazitäten reduziert worden. Bereiche kleinerer Dosen und damit geringer Strahlenbelastung für Mensch und Umwelt (Röntgengeräte in Arzt- und Zahnarztpraxen) werden nicht mehr in Form von regelmässigen Strahlenschutzinspektionen überprüft. Hingegen hat das BAG in Bereichen hoher Dosen (CT, interventionelle Radiologie, Nuklearmedizin) die Aufsichtstätigkeit weiter intensiviert, damit die Strahlenbelastung des Personals und speziell auch der Patienten weiter gesenkt werden kann.

Nach Meldung der Dosimetriestellen von hohen oder regelmässigen Dosen oder gar Dosisüberschreitungen führt die Abteilung Strahlenschutz detaillierte Abklärungen mit den betroffenen Personen im Betrieb durch. Ziel dabei ist die Feststellung, unter welchen Umständen die Dosen akkumuliert werden konnten und, falls es sich dabei um effektive Personendosen handelt, wie diese künftig reduziert oder vermieden werden können.

### **Grossquelleninventar**

Im Grossquelleninventar des BAG sind die in verschiedenen schweizerischen Betrieben vorhandenen gefährlichsten radioaktiven Strahlenquellen aufgelistet, welche eine Aktivitätsschwelle von mehr als dem 20-millionenfachen der Bewilligungsgrenze gemäss Strahlenschutzverordnung übersteigen und demnach ein erhöhtes Gefährdungspotential darstellen. Bis heute sind über 500 Quellen ins Inventar aufgenommen worden. Im Rahmen der Aufsichtstätigkeit werden die Betriebe mit solchen Quellen vom BAG jährlich angeschrieben, um Auskunft über Zustand und Verbleib der Quellen zu erhalten.

### **Aus- und Weiterbildung sachkundiger und sachverständiger Personen in den Betrieben**

Die Mitarbeiter der Abteilung Strahlenschutz des BAG haben sich an diversen externen Veranstaltungen zur Ausbildung von Fachpersonal beteiligt, insbesondere:

- Aus- und Weiterbildung von Fachleuten für medizinisch-technische Radiologie (MTRA)
- Mitwirkung in Sachverständigenkursen (Ärzte, Isotopenlabors B/C, Transport, Handel und Installation)
- Mitwirkung bei spitalinternen Weiterbildungsveranstaltungen im Bereich interventionelle Radiologie (unter Einbezug des Personals im Operationssaal)
- Beiträge an nationalen und internationalen Kongressen und Strahlenschutz-Tagungen
- Beiträge an Fachveranstaltungen von Berufsverbänden

Aufgrund der positiven Resonanz aus dem In- und Ausland zu den in den Jahren 2005 und 2006 produzierten Mediaprodukten DVD I «Röntgen im OP» und DVD II «Strahlenschutz bei interventionellen Untersuchungen» wurde das Projekt DVD III «Strahlenschutz in der zahnärztlichen Praxis» lanciert und fertig gestellt. Die DVDs liegen dreisprachig vor und werden weiterhin den Sachverständigen und anderen interessierten Kreisen abgegeben.

Mit diesen im Anwenderkreis gut aufgenommenen Produkten wird das Ziel einer zeitgemässen und qualitativ hoch stehenden betriebsinternen Ausbildungsmöglichkeit im Strahlenschutz erreicht.

### Medizin

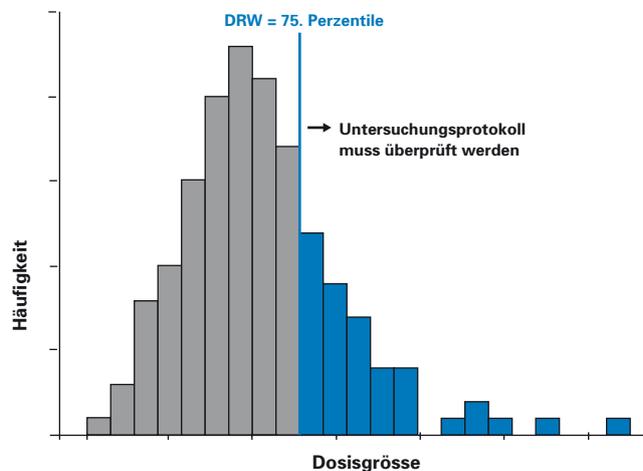
#### Diagnostische Referenzwerte in der Medizin

Der Begriff der Diagnostischen Referenzwerte (DRW) wurde erstmals 1996 von der internationalen Strahlenschutz-Kommission (ICRP) eingeführt. DRW werden empirisch hergeleitet und basieren auf einer Verteilung von einfach zu bestimmenden Dosisgrößen (Figur 7). Bei einer Überschreitung des DRW ist die erhöhte Dosis zu rechtfertigen oder durch geeignete Optimierungsmassnahmen zu reduzieren. In diesem Sinne stellen DRW Richtwerte dar, welche dazu beitragen sollen, die Strahlenexposition des Patienten unter Berücksichtigung medizinischer Notwendigkeiten so niedrig wie möglich zu halten.

In der Schweiz wurde das Konzept der DRW bereits in verschiedenen Bereichen der Radiologie eingeführt und die entsprechenden Werte in Merkblättern publiziert. In der Nuklearmedizin, der Kardiologie und interventionellen Radiologie sowie der Computertomographie basieren die DRW auf nationalen Erhebungen, welche vom BAG in Zusammenarbeit mit dem Institut de Radiophysique Appliquée (IRA) in Lausanne durchgeführt wurden. Die DRW in der Projektionsradiographie wurden aus internationalen Empfehlungen übernommen.

Im Jahr 2008 hat das BAG die Erhebung in der Computertomographie fortgesetzt. Ziel ist es, Dosisgrößen für alle in der Schweiz betriebenen Computertomographen zu erfassen und die DRW entsprechend anzupassen. Zudem wurde eine Erhebung der Dosen in der Projektionsradiographie gestartet. Diese Studie soll die aus der Literatur übernommenen DRW an die nationale Praxis anpassen.

Figur 7: Schematische Darstellung zur Ermittlung des diagnostischen Referenzwertes



#### Interventionelle Radiologie und Kardiologie

Bei interventionellen Untersuchungen in der Radiologie und der Kardiologie gehören die Patientendosen zu den höchsten bei den medizinischen Anwendungen. Die effektiven Dosen für Patienten liegen dabei zum Teil weit über den Dosen im Vergleich zu anderen dosisintensiven Anwendungen, wie z. B. CT-Untersuchungen.

Die Anwendung der Grundsätze für die Rechtfertigung und die Optimierung (Art.8+9 StSG) sollen einen angemessenen Schutz des Patienten gewährleisten. Diagnostische Referenzwerte (DRW) dienen der Beurteilung spezifischer Strahlenanwendungen hinsichtlich ihres Optimierungspotentials.

Das BAG hat dazu eine Weisung (R-06-05 vom 31. Januar 2008) erlassen. Die Festlegung Diagnostischer Referenzwerte (DRW) hat zum Ziel, den verantwortlichen Personen ein einfaches Mittel zur Beurteilung der eigenen Praxis sowie zur Optimierung bei spezifischen Strahlenanwendungen zur Verfügung zu stellen. Der Bewilligungsinhaber ist bei einer wesentlichen Abweichung gegenüber dem DRW verpflichtet, eine Optimierung zu veranlassen, wenn die Abweichung nicht begründet werden kann.

Für ein optimales Dosismanagement bei den durchleuchtungsgestützten Untersuchungen und Interventionen ist der Einbezug des Dosis-Flächenproduktes DFP, der Durchleuchtungsdauer  $t$  und der Anzahl der Bilder  $N$  wichtig.

In jedem Röntgeninstitut muss die Situation gemäss Strahlenschutzverordnung bezüglich der DRW periodisch überprüft werden. Zu diesem Zweck muss die Röntgenanlage über eine Anzeige des Dosis-Flächenproduktes DFP verfügen, welche anlässlich der Zustandsprüfung durch die Fachfirma überprüft werden muss. Die sachkundige Person des Betriebes muss die DFP-Werte im Patientendossier vermerken und mit dem zugehörigen DRW vergleichen.

Falls der Mittelwert des DFP-Wertes für eine Untersuchung regelmässig den entsprechenden DRW übersteigt, hat eine vertiefte Analyse durch Überprüfung der Verfahren und der Ausrüstung zu erfolgen mit dem Ziel eines optimierten, dosisreduzierten Untersuchungsablaufs.

Im Rahmen der Umsetzung des DRW-Konzeptes hat das BAG in mehr als 30 Zentren, die solche dosisintensiven Untersuchungen durchführen, Weiterbildungsveranstaltungen durchgeführt. In den Jahren 2009 und 2010 soll die Umsetzung der Optimierung vertieft überprüft werden.

### **Erhebung der Oberflächendosen in der Projektionsradiographie**

Das Konzept der Diagnostischen Referenzwerte (DRW) soll auch im Bereich der Standarduntersuchungen in den typischen Aufnahmebereichen der Projektionsradiographie eingeführt und etabliert werden. Obschon es sich hier nicht um eigentliche Hochdosis-Anwendungen handelt, werden doch Organregionen im Sinne der Begriffsdefinition der dosisintensiven diagnostischen Anwendungen einbezogen. Zu diesem Zweck wurde das BAG-Merkblatt R-06-04 erstellt und mit einem Excel-basierten Tool (DRWCalc) zur Ermittlung der Oberflächendosis am Patienteneintritt und deren Vergleich mit den Diagnostischen Referenzwerten ergänzt. Die für typische Untersuchungen am Körperstamm vorgeschlagenen Referenzwerte basieren vorerst auf der Richtlinie des Rates der Europäischen Union. Durch eine im Sommer des Berichtsjahres begonnene Erhebung an 30 radiologischen Instituten im Privat- und Spitalbereich sollen die zugrundeliegenden Eintrittsdosen überprüft und die Referenzwerte an die nationale Praxis adaptiert werden. Erste Resultate zeigen eine mehrheitliche

Einhaltung der DRW-Vorgaben bei Standardpatienten, speziell wird bei digitalen Bildempfängersystemen der neuen Generation (DR-Systeme, Festkörperdetektoren) deren Dosisoptimierungspotential deutlich sichtbar (Figur 8).

**Figur 8: Röntgenanlage mit DR-Festkörperdetektor**



### **CT-Audits**

Mit der Einführung von Diagnostischen Referenzwerten in der Radiologie wird angestrebt, die hohen Dosen zu erkennen und diese zu rechtfertigen oder durch eine optimierte Praxis zu reduzieren. Die Referenzwerte stellen dabei keine Grenze dar, sondern sollen den verantwortlichen Personen als Hilfsmittel dienen, diejenigen Dosen zu erkennen, die weit über der allgemeinen Praxis in der Schweiz liegen.

Das BAG konzentriert sich in einer ersten Phase auf die hohen Risiken, die vor allem in der Interventionellen Radiologie, der Kardiologie und der Computertomographie anzutreffen sind. Da der Anteil der kollektiven Dosis in den letzten Jahren vor allem in der Computertomographie stark zugenommen hat, wurden die Spitäler und Röntgeninstitute speziell im

## Bewilligungen und Aufsicht

CT-Bereich verstärkt überwacht. In solchen Audits werden unter anderem die verwendeten CT-Protokolle abgefragt und die für die Strahlenbelastung des Patienten wichtigen Grössen erhoben. Die Schulung des Bedienpersonals der CT bezüglich der Verwendung des Konzeptes der Diagnostischen Referenzwerte steht dabei im Zentrum.

Bis im November 2008 wurden etwa drei Viertel aller 217 Computertomographen (Humanmedizin) der Schweiz einem Audit durch das BAG unterzogen (Figur 9). Es hat sich gezeigt, dass die Verwendung und die richtige Anwendung von Referenzwerten noch ungenügend praktiziert werden. Die Unterschiede in der Strahlenbelastung des Patienten unter den Instituten variieren daher zum Teil erheblich und können bis zu einem Faktor 3 betragen. Das BAG wird daher seine Aufsichtstätigkeit in diesem Gebiet im nächsten Jahr weiterführen und vermehrt auch Nachaudits veranlassen. Das Ziel des BAG ist, dass die Spitäler und Röntgeninstitute ihre CT-Protokolle selbständig und regelmässig überprüfen und gegebenenfalls optimieren können.

### Meldepflichtige Ereignisse in der Radio-Onkologie

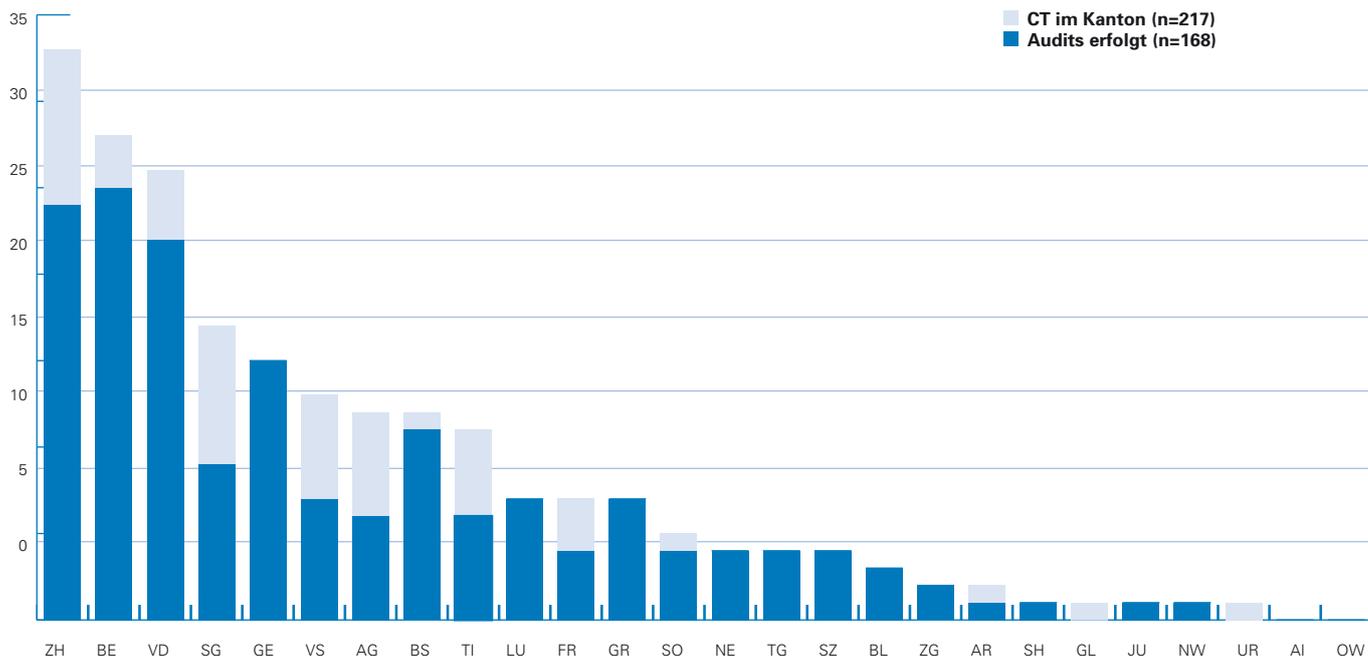
Die Schweizerische Gesellschaft für Strahlenbiologie und Medizinische Physik (SGSMP) hat in engem Kon-

takt mit dem BAG ein System zur Erfassung und Meldung von Ereignissen (Störungen, Fehlbestrahlungen usw.) in der Radio-Onkologie geschaffen, das nun in allen Kliniken Einzug halten soll. Das Critical Incident Reporting System (CIRS) stützt sich dabei auf Artikel 27 der Beschleunigerverordnung, der das Vorgehen bei Ereignissen regelt.

Grundgedanke hinter diesem Meldesystem ist das stetige Verbessern der Abläufe innerhalb der Kliniken und das Vermeiden der Wiederholung von Fehlern, die in der Schweiz schon an einer anderen Stelle aufgetreten sind. Das System hilft zudem zu entscheiden, welche Ereignisse anonym in die ROSIS-Datenbank aufgenommen werden sollen und welche Ereignisse zudem dem BAG gemeldet werden müssen (ROSI = Radiation Oncology Safety Information System).

Im Berichtsjahr wurden dem BAG zwei Fehlbestrahlungen (Biel und Bellinzona) gemeldet, aufgrund je einer Verwechslung eines Patienten während einer Fraktion der Therapie. Zudem wurden in zwei Kliniken (Genolier und Haut-Vive) mehrere Patienten aufgrund einer fehlerhaften Kalibrierung des Therapiestrahls während einer Therapie mit Elektronen erhöht (4–7%) bestrahlt. Das BAG ist der festen Überzeugung, dass durch die Einfüh-

Figur 9: Stand der CT-Audits Ende 2008



rung dieses einheitlichen Meldesystems die Sicherheit für Patient und Personal in den Kliniken entscheidend verbessert werden kann.

### Umfrage 2008

Die Schweiz untersucht seit Ende der 1950er Jahre regelmässig die Strahlenbelastung der Bevölkerung durch die Röntgendiagnostik. Die letzte Umfrage auf nationaler Ebene wurde mit Daten für 1998 unter der Federführung des BAG in Zusammenarbeit mit dem Institut für angewandte Radiophysik (IRA) und dem Institut für Sozial- und Präventivmedizin (IUMSP) der Universität Lausanne durchgeführt. Durch diese Studie konnten umfangreiche Informationen dazu gesammelt werden, wie häufig in der Schweiz röntgendiagnostische Untersuchungen vorgenommen werden und wie hoch die damit verbundenen Strahlenbelastungen sind. Fünf Jahre später wurde zur Aktualisierung der Daten eine neue Erhebung durchgeführt. Sie erfolgte auf der Grundlage einer kleinen geschichteten Stichprobe und zeigte zum Beispiel eine starke Zunahme von Untersuchungen mit Computertomographen (CT) zwischen 1998 und 2003.

Aufgrund der rasanten Entwicklung im Bereich der medizinischen Radiologie bezüglich der Technologie als auch der Anwendung wird eine erneute Prüfung der Situation im Abstand von zehn Jahren empfohlen. Die nationale Erhebung in der Schweiz sollte demnach im Zeitraum 2009–2010 auf der Grundlage der Daten von 2008 wiederholt werden.

### Betriebsinterne Weisungen für den Strahlenschutz

Die Strahlenschutzgesetzgebung sieht vor, dass die Einhaltung der Strahlenschutzvorschriften in Betrieben, die Umgang mit radioaktiven Stoffen und Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlung haben, durch die Erstellung und Erteilung von betriebsinternen Weisungen zu regeln ist. Die Erarbeitung solcher Weisungen gehört in der Regel zu den Aufgaben des Sachverständigen. Das BAG erläutert und präzisiert in einem Merkblatt die Erstellung dieser Dokumente. Der sachverständigen Person werden die wichtigsten Inhalte in den verschiedenen Anwendungsbereichen aufgezeigt. Mit der Umsetzung dieser gesetzlichen Vorgabe wird die Selbstverantwortung in den Betrieben hinsichtlich der Fachkompetenz im Umgang mit ionisierender Strahlung initiiert und gefördert.

### Nuklearmedizin

Das BAG hat aus den Erkenntnissen seiner Aufsichtstätigkeit im Bereich der Radiojodtherapie und der Vorbereitung und Applikation von Beta-Strahlern und PET-Nukliden Weisungen erarbeitet, welche den Strahlenschutz für das Personal weiter verbessern werden. Mit Hilfe dieser Grundlagen kann das BAG betroffene Betriebe individuell auditieren und Verbesserungen im Strahlenschutz fordern. Dabei sollen die Strahlenschutzproblematik in den betroffenen Kreisen thematisiert und entsprechende Weiterbildungen organisiert werden.

Seit 2002 wird in Betrieben, die mit offenen radioaktiven Stoffen umgehen, eine Inkorporationsüberwachung der Mitarbeiter mittels Triagemessung durchgeführt. Diese einfachen Messungen des Magens, der Schilddrüse oder auch die Bestimmung inkorporierter Radionuklide im Urin können durch die Betriebe selbst durchgeführt werden. Wird bei diesen Triagemessungen eine nuklidspezifische Messschwelle überschritten, muss zur Abschätzung der Dosis eine Inkorporationsmessung bei einer anerkannten Dosimetriestelle veranlasst werden. Das BAG hat zur Überprüfung der Qualität der Triagemessung beim Umgang mit Jod-131 und Jod-125 eine Vergleichsmessung organisiert. Die Triagemessung ist besonders bei der Verwendung dieser flüchtigen Radionuklide ein wichtiger Indikator einer strahlenschutzoptimierten Arbeitsweise. Dies kann jedoch nur mit korrekt kalibrierten Messgeräten und einer seriösen Durchführung gewährleistet werden. Die Resultate der Vergleichsmessung werden im kommenden Jahr vorliegen.

Figur 10: Vergleichsmessung Schilddrüsentriagemessung mit Halsphantom



### **Mobiles PET/CT-System des Universitätsspitals Genf**

Das BAG begleitete im 2008 das Universitätsspital Genf beim Bau und der Inbetriebnahme eines mobilen PET-CT in strahlenschutzrelevanten Aspekten. Es handelt sich dabei um einen Lastwagenanhänger, in dem ein PET/CT-System und ein C-Labor zur Vorbereitung und Applikation der Radionuklide untergebracht sind. Wie bei allen neuen Einrichtungen, in welchen offene Strahlenquellen gehandhabt werden (PET) und die ionisierende Strahlung erzeugen (CT), prüfte das BAG die baulichen Aspekte (Abschirmung, Einrichtung der Räume) und berücksichtigte dabei die Besonderheiten des Projektes (Organisation, Logistik). Es wurden ausserdem Messungen der Dosisleistungen innerhalb und ausserhalb des Anhängers bei der Anwendung an Patienten vorgenommen, um zu prüfen, ob die Grenzwerte für Personal und Umwelt eingehalten werden. Diese Überprüfungen gewährleisten die Sicherheit des medizinischen Personals, der Patienten und der Personen, welche sich im Bereich des PET-CT-Anhängers aufhalten.

### **Radiopharmazeutika**

Am 1. Januar 2008 trat die revidierte Strahlenschutzverordnung in Kraft. Nach der Revision sind Studien mit gesunden Probanden, die weniger als 1 mSv effektiver Dosis erhalten, bzw. Patienten, die weniger als 5 mSv erhalten, nicht mehr bewilligungspflichtig. Auch Studien, in denen in der Schweiz zugelassene Radiopharmazeutika zu Routineuntersuchungen an Patienten durchgeführt werden, müssen nicht mehr vom BAG bewilligt werden. Diese neuen Massnahmen führten zu einer Reduktion der eingehenden Gesuche. Während kurz vor Jahreswechsel noch sechs Studien mit Radiopharmazeutika bewilligt bzw. notifiziert wurden, sind im ganzen Berichtsjahr nur sechs physiologische Untersuchungen, alle mit PET-Nukliden (Fluor-18, Sauerstoff-15, Kohlenstoff-11 und Rubidium-82), die ausser von der Ethikkommission allein vom BAG bearbeitet werden müssen, eingegangen. Klinische Erprobungen von Radiopharmazeutika und pharmakokinetische Untersuchungen müssen neu nur bei der Swissmedic eingereicht werden, und werden gegebenenfalls an das BAG weitergeleitet. Drei solche Studien wurden in Zusammenarbeit mit der Swissmedic bewilligt. Ausserdem wurden 25 Amend-

ments von bereits laufenden Studien bearbeitet. Trotz der Möglichkeit, Radiopharmazeutika nun vereinfacht zuzulassen, bzw. gemäss der «formula officinalis» zu verwenden, wurden lediglich 2 Zulassungsgesuche zu Generika und ein Gesuch zur Indikationserweiterung eines bereits zugelassenen Produktes gestellt. Hingegen ist die Anzahl der Gesuche für Sonderbewilligungen für die Anwendung im Einzelfall oder als compassionate use um 53 % auf 422 angestiegen. 86 % betrafen PET-Radiopharmazeutika, lediglich 4 % der beantragten Produkte waren mit Technetium-99m markiert. Die Bewilligungen wurden für 18 verschiedene Präparate und 11 verschiedene Nuklide erteilt. Einen grossen Engpass in der Nuklearmedizin löste die mehrere Monate andauernde Knappheit an Technetiumgeneratoren aus. Verursacht wurde dies durch die vorübergehende Schliessung des High Flux Reaktors in den Niederlanden nach Wartungsarbeiten im August 2008 sowie gleichzeitigen Problemen in Belgien.

### **Strahlenexposition von Mitarbeitern in der Pathologie**

Jährlich werden viele Personen mit Radiopharmazeutika behandelt. Die Prozesse sind streng geregelt, sodass die Risiken bei der Vorbereitung, Behandlung und Entsorgung minimiert sind. Trotzdem kommt es vor, dass Personen ungewollt exponiert werden, wie das nachfolgende Beispiel zeigt. Bei der Untersuchung einer Leiche und der anschliessenden Entnahme von Organen wurden Mitarbeiter eines pathologischen Institutes durch radioaktive Stoffe bestrahlt. Die verstorbene Person wurde vor ihrem Tode zu therapeutischen Zwecken mit Radiojod behandelt. Dies wurde den zuständigen Pathologen aber nicht mitgeteilt. Durch das im Körper verbliebene Radiojod (Jod-131) wurden die beteiligten Mitarbeiter besonders an den Händen bestrahlt. Aufgrund der Angaben und Berechnungen wurde abgeschätzt, dass die an der Autopsie beteiligten Personen eine Ganzkörperdosis von maximal 0,1 mSv und eine Extremitätendosis von ca. 300 mSv akkumuliert haben. Der geltende Dosisgrenzwert der Ganzkörperdosis von 1mSv/Jahr wurde damit nicht überschritten. Für die Extremitätendosis nicht beruflich strahlenexponierter Personen wird in den gesetzlichen Bestimmungen kein Grenz-

wert festgelegt, im Vergleich mit dem Grenzwert für beruflich strahlenexponierte Personen von 500 mSv/Jahr ist die akkumulierte Dosis aber relativ hoch. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass solche Zwischenfälle eher selten auftreten, deshalb müssen die betroffenen Personen mit keinen gesundheitsgefährdenden Folgen rechnen. Zur Verhinderung derartiger Ereignisse hat das BAG ein Merkblatt ([www.bag.admin.ch/themen/strahlung/02883/02885/02890/index.html?lang=de](http://www.bag.admin.ch/themen/strahlung/02883/02885/02890/index.html?lang=de)) für die betroffenen Stellen herausgegeben.

## Ausbildung

Die Abteilung Strahlenschutz ist als Aufsichtsbehörde zuständig für die Anerkennung von Strahlenschutz-ausbildungen in Medizin, Lehre und Forschung. Wer ionisierende Strahlen zu medizinischen Zwecken am Menschen anwendet oder in einem Betrieb für die Einhaltung von Strahlenschutzvorschriften zuständig ist, muss über eine vom BAG anerkannte Ausbildung verfügen.

Mit dem Bundesgesetz vom 13. Dezember 2002 über die Berufsbildung (Berufsbildungsgesetz, BBG) und dem Bundesgesetz über die universitären Medizinalberufe (Medizinalberufegesetz, MedBG) vom 23. Juni 2006 wurden in den letzten Jahren die rechtlichen Voraussetzungen zur Regelung sämtlicher beruflicher Aus- und Weiterbildungen auf Bundesebene geschaffen. Da die meisten Strahlenschutz-ausbildungen als integraler Bestandteil einer beruflichen Aus- oder Weiterbildung absolviert werden, hat die Abteilung Strahlenschutz deren Überführung in die neuen gesetzlichen Grundlagen eng begleitet. Durch die Mitarbeit bei der Festlegung der neuen Aus- und Weiterbildungsbestimmungen soll ein möglichst reibungsloser Übergang sichergestellt und die hohe Strahlenschutzkompetenz der Absolventen gewährleistet werden. Nach der Überführung einer Strahlenschutz-ausbildung in eine berufliche Aus- oder Weiterbildung nach BBG resp. MedBG übt die Abteilung Strahlenschutz des BAG keine direkte Aufsichtstätigkeit in den Ausbildungsstätten aus. In Absprache mit den zuständigen Organen wird sie aber weiterhin

durch Einsitznahme in Qualitäts- und Prüfungskommissionen sicherstellen, dass die Anforderungen an die Strahlenschutz-ausbildung umgesetzt werden. Im Bereich der Berufsausbildungen nach BBG wurden dieses Jahr durch das zuständige Bundesamt für Berufsbildung und Technologie (BBT) jeweils unter engem Einbezug der Abteilung Strahlenschutz die neuen Rahmenlehrpläne für Dipl. Fachfrauen / -männer für medizinisch-technische Radiologie HF und für Dipl. Dentalhygienikerinnen / -hygieniker HF verabschiedet. Bei der Vernehmlassung zum neuen Rahmenlehrplan für Dipl. Fachfrauen / -männer Operationstechnik HF wurden Anpassungen angeregt, um Fachpersonen Operationstechnik die Wahrnehmung von Strahlenschutz-aufgaben zu ermöglichen und die Fachärzte im OP entsprechend zu entlasten.

Die Vernehmlassungen zu den Verordnungen über die berufliche Grundbildung für Dentalassistentin EFZ / Dentalassistent EFZ und für Medizinische Assistentinnen EFZ / Medizinische Assistenten EFZ wurden unter Beteiligung der Abteilung Strahlenschutz Ende 2008 eröffnet.

In der teilrevidierten Strahlenschutz-Ausbildungsverordnung, welche auf den 1. Januar 2008 in Kraft getreten ist, wurden die Weiterbildungskurse für medizinische Praxisassistentinnen für erweiterte konventionelle Aufnahmetechniken (dosisintensives Röntgen), deren bisherige Anforderungen sich als zu restriktiv erwiesen hatten, angepasst. Die beiden Berufsverbände für medizinische Praxisassistentinnen BSMPA und SVA beabsichtigen ab 2009 entsprechende Weiterbildungskurse unter ihrer Trägerschaft anzubieten. Damit wird in Kürze in allen Landesteilen eine gute Weiterbildungsmöglichkeit für Praxisassistentinnen existieren, die es Ärzten erlaubt, die Durchführung von Röntgenaufnahmen an kompetent ausgebildetes Personal zu delegieren.

Die Aus- und Weiterbildungsbestimmungen für Ärzte, Zahnärzte, Tierärzte und Chiropraktoren müssen in den nächsten Jahren in das MedBG überführt werden. In diesem Zusammenhang hat die Abteilung Strahlenschutz 2008 eine Erhebung der im Studium der Humanmedizin und in der Weiterbildung der radi-

ologischen Fachdisziplinen Radiologie, Radioonkologie und Nuklearmedizin vermittelten Strahlenschutz-ausbildungen durchgeführt. Anpassungsbedarf wurde vor allem bezüglich der Aufsicht und der Vermeidung von Doppelspurigkeiten und Kompetenzüberschneidungen zwischen den Aufsichtsorganen festgestellt. Die Abteilung Strahlenschutz wird mögliche Lösungsansätze in enger Zusammenarbeit mit dem Bereich Gesundheitsberufe des BAG und den für die Aus- und Weiterbildungen beauftragten Institutionen und Fachgesellschaften festlegen.

In Zusammenhang mit der Revision der grundlegenden europäischen Richtlinie 96/29/Euratom bestehen auf europäischer Ebene zurzeit grosse Bestrebungen zur Harmonisierung und gegenseitigen Anerkennung von Strahlenschutzausbildungen, die die Abteilung Strahlenschutz durch Teilnahme an Konferenzen und Beteiligung an Arbeitsplattformen mitverfolgt. Wegen der niedrigen Sprachbarriere gegenüber dem benachbarten Ausland und dem attraktiven Arbeitsmarkt stellen ausländische Arbeitskräfte im medizinischen Bereich einen massgeblichen Anteil der Mitarbeiter. In diesem Sinne wären eine Harmonisierung der Anforderungen an die Strahlenschutz-ausbildung und die Festlegung von Kriterien zur gegenseitigen Anerkennung auf europäischer Ebene grundsätzlich zu begrüssen. Ein Hindernis für eine Harmonisierung stellen in erster Linie historisch gewachsene Unterschiede in der Strahlenschutzregulierung verschiedener europäischer Länder dar. So sind z. B. Aufgaben, die in der Schweiz und zahlreichen anderen Ländern durch eine Aufsichtsbehörde wahrgenommen werden, in gewissen Ländern an privatrechtliche Organisationen delegiert. Als Herausforderung für die Schweiz bezüglich Ausbildung könnte sich insbesondere die mögliche Forderung zur Einsetzung von «Strahlenschutzexperten» mit sehr umfassender akademischer Ausbildung erweisen, was einen Bruch mit dem bisherigen Konzept darstellen würde, Personen bedarfsgerecht für eine bestimmte Funktion im Strahlenschutz auszubilden. Wir werden die weitere Entwicklung auf dieser Ebene auch künftig beobachten und nach Möglichkeit mitgestalten. Interessierte Kreise finden unter der Internetadresse [www.euterp.eu](http://www.euterp.eu) ausführlichere Hintergrundinformationen.

## Forschungsanlagen

### Strahlenschutz am CERN

Das CERN ([www.cern.ch](http://www.cern.ch)) ist eine europäische Organisation für Kernforschung. Diese Organisation betreibt mehrere bedeutende Beschleuniger und befindet sich bei Genf auf schweizerischem und französischem Gebiet. Das BAG auf schweizerischer und die Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASN) auf französischer Seite sind für die Überwachung der Anlagen des CERN und der damit verbundenen Auswirkungen auf die Umgebung zuständig. Im September 2008 wurde der LHC (Large Hadron Collider) in Betrieb genommen, eine Anlage, in der zwei Teilchenstrahlen auf über 99,9% der Lichtgeschwindigkeit beschleunigt und dann zur Kollision gebracht werden. Nach einigen Tagen Testbetrieb bei niedriger Leistung kam es zu einem technischen Zwischenfall. Ein fehlerhafter elektrischer Kontakt zwischen zwei Magneten führte zur Abschaltung des Beschleunigers. Es gab Materialschäden am Strahlrohr, welche dazu führten, dass mehrere Magnete ersetzt werden müssen. Die Anlage wird dadurch ausgeschaltet bleiben, bis die Reparaturen und die erforderlichen Kontrollen für eine Wiederinbetriebnahme durchgeführt sind. Der LHC dürfte voraussichtlich im Herbst 2009 wieder in Betrieb genommen werden. Der Zwischenfall hatte keine radiologischen Folgen, es konnte keine erhöhte Strahlung festgestellt werden. Das BAG und die ASN überwachen laufend die ionisierende Strahlung, welche durch das CERN emittiert wird, und stellen sicher, dass die Grenzwerte für die Bevölkerung und die Umwelt jederzeit eingehalten werden.

### Überwachung des PSI

Das Paul Scherrer Institut (PSI) in Villigen (AG) ist eines der grossen Forschungszentren für Natur- und Ingenieurwissenschaften in der Schweiz. Viele Einrichtungen, welche ionisierende Strahlung emittieren können, und alle Laboratorien, in welchen mit radioaktiven Stoffen gearbeitet wird, werden vom BAG mit Ausnahme der zu Kernanlagen gehörenden Einrichtungen (Aufsicht durch die Hauptabteilung für die Sicherheit von Kernanlagen HSK\*) beaufsichtigt.

Das BAG hat in diesem Jahr seine Aufsichtspflicht am PSI u.a. durch Strahlenschutzinspektionen und die

\*ab 1.1.2009: ENSI, eidg. Nuklearsicherheitsinspektorat

Überwachung der Sanierungsmassnahmen der Laboratorien eines Gebäudes wahrgenommen. Diese im vergangenen Jahr begonnenen umfangreichen Arbeiten werden bis in die ersten Monate des Jahres 2009 andauern. Das Lager für aktivierte Beschleunigerkomponenten musste aufgrund struktureller Schwächen renoviert werden.

Für verschiedene in den vergangenen Jahren am PSI lancierte Projekte wurden 2008 Bauarbeiten durchgeführt. Die Vorbereitungen für einen neuen Elektronenbeschleuniger sind im Gange, weitere Elemente für die Quelle ultrakalter Neutronen UCN wurden montiert und das Projekt PROSCAN (Protonentherapie zur Behandlung von Tumoren) wurde weiterentwickelt.

Die höchsten Dosen wurden bei Mitarbeitenden des PSI während des jährlichen Shutdowns akkumuliert, welcher im ersten Quartal des Jahres durchgeführt wurde. In diesem Zeitraum wurden die meisten Anlagen stillgelegt, um Unterhaltsarbeiten, Reparaturen und Weiterentwicklungen vorzunehmen. Das PSI analysiert jeweils vorgängig die Situation und erarbeitet ein Konzept, um die Arbeiten optimal zu organisieren und die Strahlenexposition des Personals möglichst gering zu halten. Im Rahmen des letzten Shutdowns wurde eine Kollektivdosis von 57,2 Personen-mSv bei insgesamt 188 strahlenexponierten Personen akkumuliert. Die maximale Dosis für eine Person betrug 2,6 mSv.

Im vergangenen Jahr hat das BAG mehrere Inspektionen und Kontrollen durchgeführt, insbesondere im Zusammenhang mit der Freigabe kontrollierter Zonen und mit der Entsorgung nichtradioaktiver Abfälle. Dabei wurden etwas über 280 Tonnen verschiedener Materialien, die namentlich aus Laboratorien oder aus Beton-Abschirmungselementen stammten, freigegeben und konventionell entsorgt.

Das PSI und das BAG in seiner Funktion als Aufsichtsbehörde führen regelmässig Kontrollen und Messungen durch um sicherzustellen, dass keine Grenzwerte für Emissionen, Immissionen oder direkte Strahlung überschritten werden. Alle Ergebnisse von 2008 zeigen, dass die Grenzwerte eingehalten wurden, und das BAG stellte bei seinen Inspektionen keine wesentlichen Abweichungen von den geltenden Gesetzen und Verordnungen fest.

## Radioaktive Abfälle und Altlasten

### Sammelaktion

In Zusammenarbeit mit der Sammelstelle des Bundes (PSI) hat das BAG im Berichtsjahr eine Sammelaktion für radioaktive Abfälle aus Medizin, Industrie und Forschung organisiert. Dabei wurden mögliche Abfalllieferanten, in der Regel sind dies Bewilligungsinhaber für den Umgang radioaktiver Stoffe, angeschrieben und aufgefordert, sich gegebenenfalls für die Abgabe radioaktiver Abfälle anzumelden. Nach einer Überprüfung der Abfälle durch Fachpersonal des PSI und dem gesetzeskonformen Transport durch ein autorisiertes Unternehmen werden diese im PSI fachgerecht zur Lagerung im Bundeszwischenlager konditioniert und verpackt.

An der diesjährigen Sammelaktion nahmen Abfalllieferanten im üblichen Umfang teil. Insgesamt lieferten 30 Betriebe ein Volumen von 12,1m<sup>3</sup> an radioaktiven Abfällen ab. Dies entspricht gegenüber dem Vorjahr einer 6-mal höheren Abfallmenge. Diese Volumenzunahme ist im Wesentlichen auf eine einmalige Abgabe eines Grosslieferanten zurückzuführen, welcher seine Produktion einstellte und die Anlage zurückbaute. Es wurden 1,24E15 Bq Abfall entgegengenommen (Vorjahr 1,17E15 Bq), wobei die H-3 Abfälle dominieren. 2,3E10 Bq davon entfielen auf  $\alpha$ -Strahler.

Damit Verpackung, Kontrolle, Einsammlung und der Transport der angemeldeten Abfälle sicher und gesetzeskonform, aber auch möglichst unkompliziert ablaufen kann, hat das BAG sowohl für feste wie auch für

Figur 11: Zertifiziertes Typ A-Versandstück für flüssige radioaktive Abfälle



## Bewilligungen und Aufsicht

flüssige radioaktive Abfälle Fässer als Typ A Versandstücke prüfen und zertifizieren lassen. Zudem wurden die Abläufe und Verantwortlichkeiten gemeinsam mit den beteiligten Partnern neu definiert und festgelegt.

### Einsammlung von Kleinmengen

Das BAG sammelt Kleinmengen radioaktiver Abfälle (bis 1 Liter Volumen und begrenzter Aktivitätsmenge) auch direkt bei Privatpersonen und im Rahmen der Aufsichtstätigkeit auch in Firmen und öffentlichen Institutionen ein. Für diese unkomplizierte Entsorgungsmöglichkeit wird den Abfalllieferanten lediglich die Entsorgungsgebühr von 100 Franken verrechnet. Damit kann gewährleistet werden, dass auch diese Kleinmengen fachgerecht entsorgt und nicht in den Hauskehricht gelangen. Im Berichtsjahr konnten gegen 100 Strahlenquellen, die meist aus Altlasten (Gebrauchsgegenstände usw.) stammten, eingesammelt und entsorgt werden.

Figur 12: Gebrauchsgegenstände, die radioaktive Stoffe enthalten



### Entsorgung uranhaltiger Keramikfliesen

Mit Zustimmung der betroffenen kantonalen Behörden konnten insgesamt 2m<sup>3</sup> uranhaltige Keramikfliesen, die in den letzten Jahren bei Sanierungen in privaten Haushalten sichergestellt wurden, unter Einhaltung von Art. 82 der Strahlenschutzverordnung (StSV) in Inert-Deponien entsorgt werden.

Figur 13: Uranhaltige Keramikfliese



### Triage radiumhaltiger Uhrenbestandteile

Bei der Räumung einer Uhrmacherwerkstatt gelangten ca. 200 Liter radiumhaltige Uhrenbestandteile zu einer Recyclingfirma. Durch Eingangsmessungen wurden diese radioaktiven Abfälle rechtzeitig erkannt, bevor sie mit weiterem Metallschrott vermisch wurden. Die Abfälle wurden durch das BAG fachgerecht triagiert, dadurch konnte das Volumen der radioaktiven Abfälle auf 30 Liter reduziert werden.

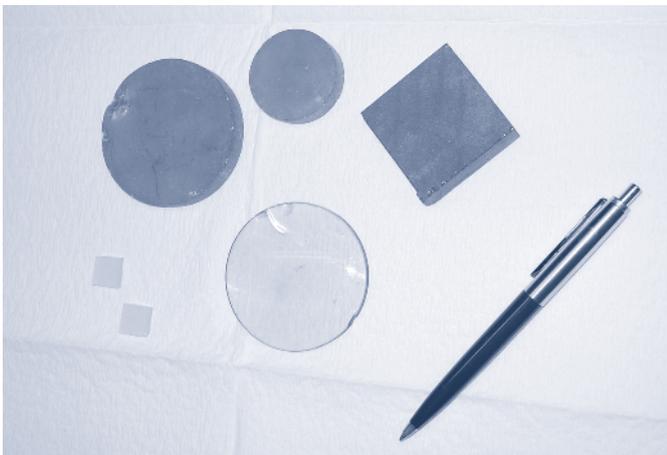
Figur 14: Triage radiumhaltiger Uhrenbestandteile



### Thoriumhaltige Glaslinsen

In Kehrichtverbrennungsanlagen werden Radioaktivitätsmessungen durchgeführt. Bei einer solchen Messung hat die Kehrichtverbrennungsanlage Zuchwil bei der Entgegennahme einer Mulde mit Schlämmen und Schlacke festgestellt, dass diese radioaktives Thorium enthält. Die Annahme wurde verweigert und die Mulde an den Lieferanten zurückgewiesen. Bei der Überprüfung durch das BAG konnten in der Mulde thoriumhaltige Glasabfälle entdeckt werden, die aus einer Lagerräumung stammten. Thoriumhaltige Gläser besitzen spezielle optische Eigenschaften und wurden bis vor etwa 20 Jahren für die Herstellung spezieller Glaslinsen verwendet. Als Massnahme zur Verhinderung solcher Ereignisse hat das BAG Betriebe ausfindig gemacht, die in der Vergangenheit solche Spezialgläser verarbeitet haben und deren Lager überprüft. Bei dieser Aktion konnten weitere radioaktive Glasabfälle sichergestellt und korrekt entsorgt werden.

Figur 15: Thoriumhaltige Glaslinsen



### Zwischenfall in Veyrier

Am 17. Juli 2008 kam es in Veyrier, Pas de l'Echelle, einige Meter vor der französischen Grenze zu einem Zwischenfall. Eine Bodensonde, die eine Cs-137-Quelle mit 300 MBq enthielt, wurde durch eine Strassenwalze überfahren. Die Einsatzgruppe des IRA stellte vor Ort fest, dass die Sonde vollständig zerstört worden war; Bruchstücke fanden sich verstreut

im Teer eingewalzt. Die Quelle und die zerstörte Steuerung wurden im Transportcontainer zum Lieferanten gebracht. Es wurde keine Kontamination der Strasse festgestellt. Alle zum Zeitpunkt des Vorfalles vor Ort anwesenden Personen wurden umgehend kontrolliert. Da keine Kontaminationsspuren festgestellt wurden, waren bei den Betroffenen keine weiteren Massnahmen erforderlich.

### Mit Cobalt-60 verunreinigte Liftknöpfe bei Otis AG

Im Oktober 2008 informierte die Nationale Alarmzentrale NAZ die SUVA, dass in der Schweiz möglicherweise mit Cobalt-60 verunreinigte Liftknöpfe verwendet worden seien. Eine französische Firma hatte diese aus verunreinigtem indischem Stahl hergestellt und an die Firma Otis geliefert. Auf Anfrage der SUVA bestätigte Otis Schweiz, dass kontaminierte Liftknöpfe mit grosser Wahrscheinlichkeit auch in Schweizer Liftanlagen eingebaut worden seien. Vom französischen Zentrallager von Otis war eine Liste mit den möglicherweise betroffenen Schweizer Liftanlagen erstellt worden. Otis Schweiz wurde daraufhin verpflichtet, sämtliche Liftknöpfe bei den betroffenen Liftobjekten zu kontrollieren und erhielt dafür zwei Messgeräte von der SUVA.

Ende Oktober hatte Otis Schweiz bereits 10 Liftknöpfe mit erhöhten Strahlungswerten ausfindig gemacht und zu Otis nach Fribourg gebracht. Die SUVA mass diese Knöpfe anschliessend aus und konnte vor Ort Cobalt-60 analysieren. Bis Mitte November hatte Otis ca. die Hälfte der möglichen Objekte ausgemessen: Dabei wurden total rund 1000 Liftknöpfe untersucht, 61 waren positiv. Sämtliche kontaminierten Liftknöpfe wurden bis Ende 2008 ausgebaut. Man kann davon ausgehen, dass die Personen, die die Liftknöpfe demontiert haben, den Jahreshgrenzwert von 1 mSv deutlich unterschritten haben und daher nicht überwacht werden müssen.

Nach Beendigung der Kontrolle wurden die verunreinigten Knöpfe nach Frankreich zur Entsorgung geschickt. Bei einer Aktivität von 7000 Bq/Liftknopf fiel der Transport von 14 Knöpfen bereits in den Geltungsbereich der europäischen Verordnung über den Transport gefährlicher Güter auf der Strasse (ADR).

### Beurteilung

Das BAG stellt fest, dass dem Strahlenschutz in den Anwenderbetrieben ionisierender Strahlung gegenwärtig die nötige Aufmerksamkeit zukommt. Diese wird unterstützt durch Hinweise auf Optimierungsmöglichkeiten der Aufsichtsbehörden anlässlich von Betriebsaudits, die künftig aber stark reduziert werden müssen.

Verbesserungsmöglichkeiten hinsichtlich Strahlenexposition der Patienten bestehen nach wie vor im Bereich der dosisintensiven Untersuchungen mit Computertomographen und bei Durchleuchtungen in der interventionellen Radiologie wie z. B. der Kardiologie und in der Nuklearmedizin. Mit dem mehrjährigen Optimierungsprojekt OSUR hat man sich zum Ziel gesetzt, die Strahlendosen in diesem Bereich noch mehr zu reduzieren.

# Radon

## Einführung

Radon in Wohngebäuden ist nach dem Rauchen der zweithäufigste Grund für Lungenkrebs und somit ein bedeutender Risikofaktor für die Gesundheit im Wohnbereich. Die radioaktiven Zerfallsprodukte von Radon, die mit der Luft in einem geschlossenen Raum eingeatmet werden, bewirken eine Bestrahlung des Lungengewebes. Der Bundesrat hat der Radon-Problematik 1994 im Strahlenschutzgesetz (StSG, Art. 24 und 47) und in der Strahlenschutzverordnung (StSV, Art. 110 bis 118a) Rechnung getragen und Massnahmen zur Eindämmung des Gesundheitsrisikos eingeführt, das mit dem Einatmen von Radon im Innern von Gebäuden verbunden ist. Das BAG wurde mit der Durchführung des nationalen Radon-Programms beauftragt. Nach beinahe 15 Jahren scheint es sinnvoll, die Ziele des Radon-Programms in Erinnerung zu rufen, die Zuständigkeiten zu präzisieren und eine Zwischenbilanz zum Stand der Massnahmen zu ziehen, die zur Umsetzung der festgelegten Ziele beschlossen wurden.

Eine der wichtigsten Initiativen des BAG im Jahr 2008 bestand darin, die am Radon-Programm beteiligten Akteure nochmals zu mobilisieren und ihnen die Ziele in Erinnerung zu rufen. Das BAG hat deshalb alle Verantwortlichen der Kantone und der anerkannten Messstellen getroffen, sie auf ihre Zuständigkeiten hingewiesen und die Entwicklung im Radonbereich im Zusammenhang sowohl mit den neuen Empfehlungen der Weltgesundheitsorganisation WHO als auch mit der Harmonisierung in Europa zur Sprache gebracht.

In Erinnerung gerufene Ziele:

Im Vollzugskonzept zu den gesetzlichen Bestimmungen sind folgende Hauptziele verankert:

- Reduktion des individuellen Risikos: Bis 2014 sollen alle Wohngebäude, in denen die Konzentration von Radongas über dem Grenzwert von  $1000 \text{ Bq/m}^3$  liegt, so saniert werden, dass der Richtwert von  $400 \text{ Bq/m}^3$  nicht mehr überschritten wird.
  - Reduktion des kollektiven Risikos: Dieses Ziel sieht vor, dass in Neubauten die Radonkonzentration nicht über  $400 \text{ Bq/m}^3$  liegen darf.
  - Langfristig (über 2014 hinaus) müssen die Ziele der WHO mit tieferen Referenzwerten erreicht werden.
- In Erinnerung gerufene Zuständigkeiten:  
Damit die Hauptziele des nationalen Radonprogramms realisiert werden können, braucht es ein verantwortungsbewusstes Engagement folgender wichtiger Akteure:
- Der Bund ist verantwortlich für die strategische Führung und die Erarbeitung der Basisdokumentation zu den Massnahmen gegen Radon ([www.ch-radon.ch](http://www.ch-radon.ch)).
  - Die Kantone sind verantwortlich für den Vollzug der beiden strategischen Ziele des Bundes. Sie müssen also dafür sorgen, dass bestehende Gebäude, in denen der Grenzwert überschritten wird, saniert und die Konzentration unter den Richtwert gesenkt wird und dass bei Neu- oder Umbauten der Richtwert nicht überschritten wird (die Liste der zuständigen kantonalen Stellen ist unter [www.ch-radon.ch](http://www.ch-radon.ch), Menu rechts: «Kontakte», erhältlich).
- Interventionsgebiete in Erinnerung rufen:  
Die Strategie zum Erreichen der erwähnten zwei Ziele sieht folgende Massnahmen vor:
- Messung und Kartierung, namentlich in Regionen mit hohen Radonkonzentrationen und mit zu wenig Messungen.
  - Die Umsetzung von Bauvorschriften, die darauf abzielen, dass Gebäude in der ganzen Schweiz radonsicher gebaut und umgebaut werden.
  - Identifikation und Sanierung von gegen 5'000 Gebäuden, in denen vermutlich der derzeit geltende Grenzwert von  $1'000 \text{ Bq/m}^3$  überschritten wird.

## Radon

- Umsetzung eines Ausbildungsrahmens, der sicherstellt, dass genügend Baufachleute ausgebildet werden, die bei der Sanierung und beim Bau gesetzeskonformer Gebäude herangezogen werden können.
- Informationen zur Radonproblematik für alle Mieter und Eigentümer von Liegenschaften, die diese dazu motivieren, Messungen und Sanierungen vorzunehmen.

Die folgenden Abschnitte geben einen Überblick über den aktuellen Stand in den erwähnten Bereichen.

### Messung und Kartierung

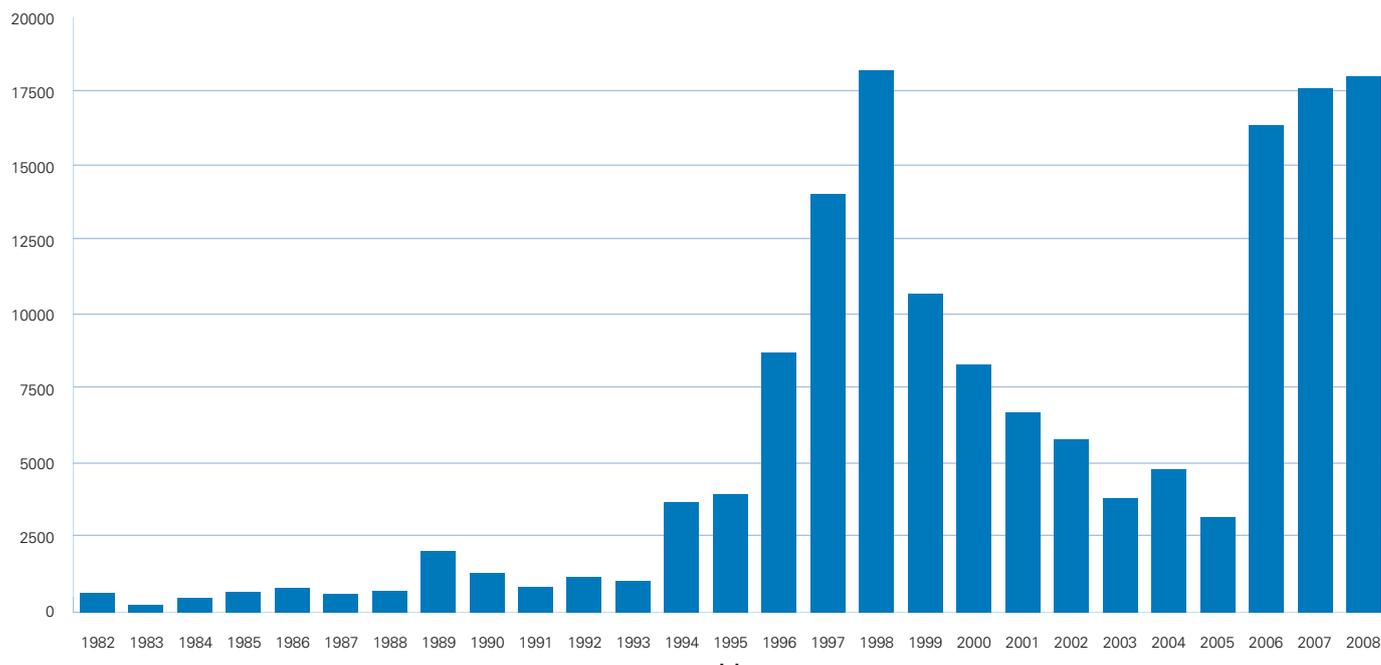
Seit mehr als zwanzig Jahren führt das BAG in Zusammenarbeit mit den kantonalen Verantwortlichen für Radon in der ganzen Schweiz Messkampagnen durch. Figur 16 zeigt die jährliche Zahl der Radonmessungen, die seit 1982 durchgeführt wurden. Die Erstellung des Radonkatasters wurde gemäss StSV 2004 termingerecht abgeschlossen. In diesem Kataster wird die Einteilung für das Radonrisiko festgelegt und insbesondere bestimmt, wo sich die Zonen mit hohem

Radonpotenzial befinden. Die Radonkarte basiert auf einer von den Kantonen gemäss BAG-Empfehlungen erstellten Einteilung. Alle Schweizer Gemeinden sind eingeteilt. Das Radonrisiko einer Gemeinde kann allerdings geändert werden, wenn die Messprobe für den Kataster nicht repräsentativ war und dies zu einer falschen Risikoeinschätzung führte.

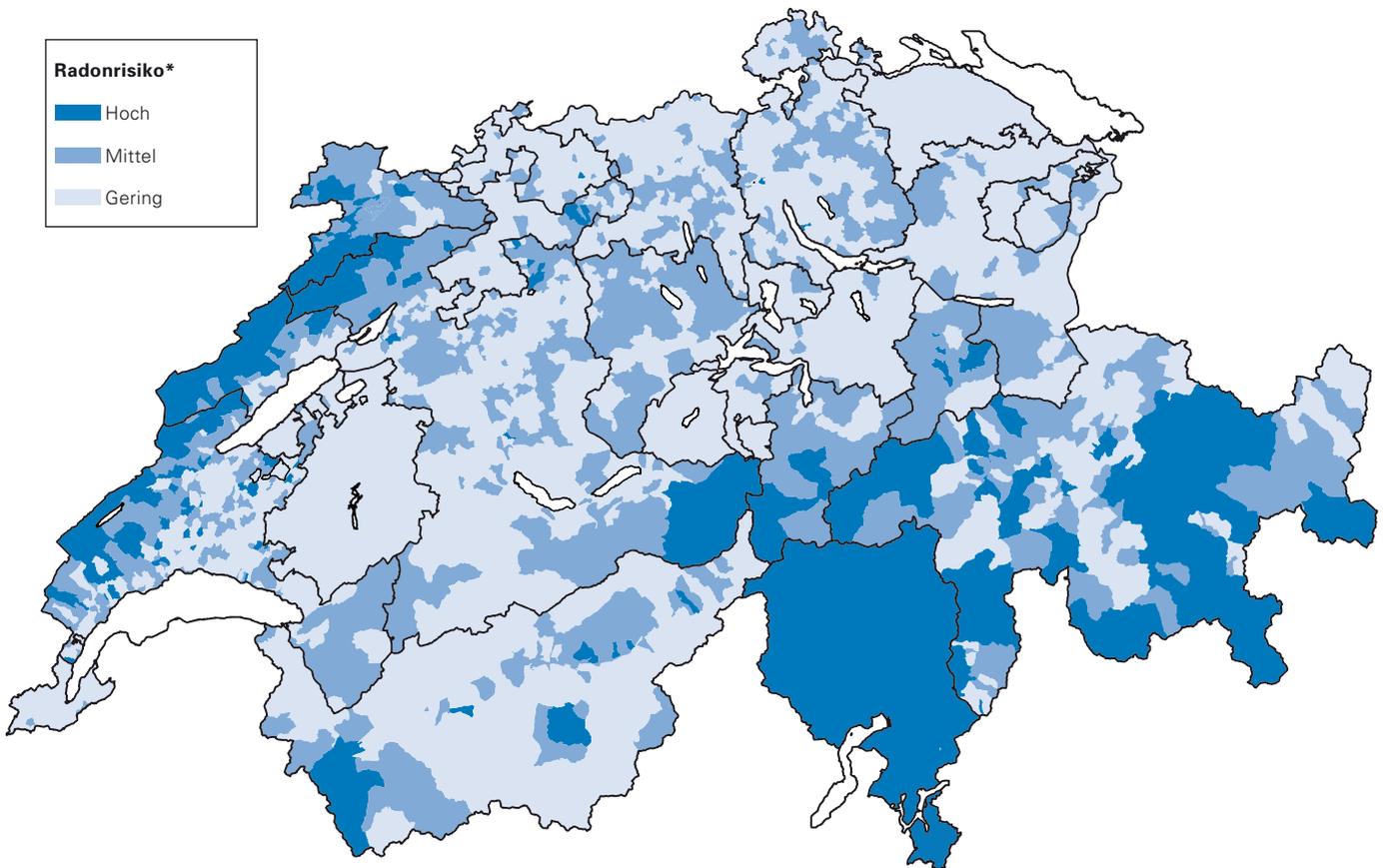
Als Gemeinden mit hohem Radonrisiko gelten solche in einer Region mit erhöhten Radonwerten im Sinne der StSV. Aus der Radonkarte (Figur 17) geht hervor, dass grössere Zonen mit erhöhten Radonkonzentrationen vorhanden sind, vor allem in den Alpen und im Jura. Aber auch im Mittelland gibt es einzelne Regionen mit erhöhten Radonkonzentrationen.

Gemäss Strategie des Radonprogramms Schweiz werden systematische Messkampagnen in erster Linie in Gemeinden mit hohem Risiko und in zweiter Linie in Gemeinden mit mittlerem Risiko empfohlen. Die schweizerische Radondatenbank enthält derzeit Angaben zu rund 111'000 Gebäuden; 95'000 davon sind Wohngebäude. All diese Messungen werden von anerkannten Messstellen durchgeführt, die auf folgender Liste aufgeführt sind: [www.ch-radon.ch](http://www.ch-radon.ch) (Menu rechts).

Figur 16: Anzahl Messungen pro Jahr



Figur 17: Radonkarte der Schweiz. Stand März 2009; GG25 ©Swisstopo



\* Bemerkung: In einigen Gemeinden wird das Radonrisiko aufgrund ungenügender Messungen geschätzt, siehe in der «Suchmaschine nach Gemeinde» auf [www.ch-radon.ch](http://www.ch-radon.ch).

Das Bundesamt für Metrologie (METAS) hat eine neue Verordnung für Radonmessgeräte erarbeitet, die am 1. Juli 2009 in Kraft treten wird. Die Verordnung wird die beiden geltenden Weisungen ersetzen.

Im Herbst 2008 wurden vom Paul Scherrer Institut PSI Vergleichsmessungen organisiert. Für die Messstellen gilt ein Fehlerintervall von +/-20% für die Abweichung gegenüber dem Referenzwert und für die Streuung. Es wurde eine Exposition von rund 150 kBq/m<sup>3</sup> gewählt, um sicherzustellen, dass alle Dosimeter die Anforderungen der Radonmessmittelverordnung der METAS erfüllen. In dieser Verordnung wird nämlich ein minimaler Detektionswert von 50 kBq/m<sup>3</sup> festgelegt. Die Dosimeter wurden während zwei Wochen im Raum mit dem Radon aufgestellt. Nach der Analyse überschritten die meisten Messstellen, die Elektret-Dosimeter

verwendeten, das tolerierte Fehlerintervall. Zur Lösung dieses Problems ist im März 2009 eine Sitzung mit den betroffenen Messstellen vorgesehen.

### Bauvorschriften

Die Umsetzung von Bauvorschriften ist Sache der Kantone und soll dafür sorgen, dass in der ganzen Schweiz so gebaut und umgebaut wird, dass die Gebäude gegen das Eindringen von Radon geschützt sind. In diesem Kontext hat das BAG eine Empfehlung an die Kantone abgegeben, die in die Baubewilligung aufgenommen wurde. Diese Massnahme ist sehr wichtig, um zu vermeiden, dass in neuen Gebäuden oder bei Umbauten und/oder Renovierungen Konzentrationen entstehen,

die über dem Richtwert von 400 Bq/m<sup>3</sup> liegen. Hier ist daran zu erinnern, wie gering die Präventionskosten bei neuen Bauten sind. In diesem Rahmen hat das BAG allen Kantonen vorgeschlagen, in Einklang mit Artikel 114 Absatz 2 StSV stichprobenweise zu kontrollieren, ob der Richtwert von 400 Bq/m<sup>3</sup> in neuen Gebäuden eingehalten wird.

Das BAG hat zudem einen Vorschlag zu einem Kapitel über Radon im Rahmen der Revision der SIA-Norm 180 eingebracht.

Es ist ausserdem überall in der Schweiz darauf zu achten, dass die Massnahmen zur Verbesserung der Energiebilanz (zum Beispiel bessere Gebäudeisolierungen oder der Einsatz von Erdwärme) die Qualität der Luft in Innenräumen nicht beeinträchtigen und insbesondere keine Kamineffekte entstehen, durch die Radon ins Haus gesaugt wird. Aus diesem Grund hat das BAG seine Bedenken eingebracht und vorgeschlagen, das Thema Radon in das nationale Programm zur energetischen Gebäudesanierung aufzunehmen. Die Radonproblematik sollte mit Vorteil in den umfassenderen Überlegungen zur Belastung von Innenräumen durch Schadstoffe (Kohlenmonoxid, Blei, Asbest, Legionellen usw.) berücksichtigt werden. Dieser ganzheitliche Ansatz soll dazu beitragen, dass die am besten geeigneten Bauverfahren gewählt und bei gleichzeitig guter Energieeffizienz Schadstoffe im Wohnbereich vermieden werden.

### Sanierungen

Mit systematischen Messkampagnen wurden im vergangenen Winter in fast 400 neuen Fällen Überschreitungen des Grenzwertes gemessen, womit sich die Gesamtzahl der Gebäude mit Grenzwertüberschreitung in der Schweiz nun auf mehr als 2200 beläuft. Etwa 1000 neue Überschreitungen des Richtwerts wurden gefunden. Damit stieg die Gesamtzahl der Gebäude, bei denen der Richtwert überschritten wird, auf etwa 6000.

Gemäss Artikel 116 Absatz 2 StSV legen die Kantone die Fristen für die Ausführung der Arbeiten je nach Dringlichkeit und wirtschaftlichen Aspekten fest. Es wurden Radonberater ausgebildet, welche die Gebäu-

deieigentümer über die zu treffenden baulichen Massnahmen informieren. Es stehen Kontaktlisten für die drei Sprachregionen zur Verfügung unter: [www.ch-radon.ch](http://www.ch-radon.ch), (Menu «Kontakte»). Das technische Handbuch zu den baulichen Massnahmen im Bereich von Prävention und Sanierung kann von der Internetseite des BAG heruntergeladen werden: [www.ch-radon.ch](http://www.ch-radon.ch), Menu «Dokumentation».

Mittelfristig ist anzustreben, dass eine Liegenschaft nicht verkäuflich ist, wenn der Käufer keine offizielle Garantie dafür hat, dass das Gebäude hinsichtlich Radon unbedenklich ist.

### Ausbildung von Baufachleuten

Die Ausbildung von Baufachleuten gehört zu den vorrangigen Aufgaben des Radonprogramms. Das BAG verfolgt dabei 3 Stossrichtungen:

- Grundausbildung in den Bauberufen: Das BAG hat mit der Hochschule für Technik und Architektur Freiburg (HTA) einen Ansatz entwickelt, mit dem die Radonproblematik in die Grundausbildung der Studiengänge Architektur und Tiefbau in der West- und Deutschschweiz integriert werden soll. Im Tessin nimmt die Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana (SUPSI) als Kompetenzzentrum für Radon diese Aufgabe bereits heute wahr.
- Weiterbildung an den Hochschulen: Das BAG hat eine positive Antwort der ETHL erhalten, die ebenfalls der Ansicht ist, dass das Thema Radon Bestandteil der Weiterbildung von Baufachleuten werden sollte. Bei der ETHZ steht die Frage noch offen. Im Tessin bietet die Accademia di architettura di Mendrisio bereits eine solche Weiterbildung an.
- Ausbildung von Radonberatern: Das Radonprogramm Schweiz befindet sich derzeit in der Phase der Sanierungen. Deshalb werden genügend Baufachleute benötigt, die mit der Problematik vertraut sind. Ziel dieser Ausbildungskurse ist der Transfer des vom BAG zum Bauen und Sanieren gesammelten Know-hows in die Privatwirtschaft. Mittelfristig wird angestrebt, diese Aufgabe voll-

ständig den Radonsachverständigen zu übertragen, wie dies im Tessin bereits der Fall ist. In der gegenwärtigen Übergangsphase leistet das BAG die für den Erfolg dieser Strategie erforderliche Unterstützung. 2008 fanden in Neuenburg und in Chur zwei Kurse statt. Somit stehen gegen 120 Berater zur Verfügung, gleichmässig verteilt auf die drei Sprachregionen. Bei den Gesprächen mit den Deutschschweizer Kantonen wurde das BAG gebeten, für 2009 einen zusätzlichen Kurs zu organisieren. Die SUPSI wiederum hat für das nächste Jahr im Tessin ebenfalls einen solchen Kurs geplant. Wie wirksam die Tätigkeit der Berater ist, wird sich bei der Realisation der Sanierungen zeigen. Die Listen mit den Radonberatern sind auf den Internetseiten der betreffenden Schulen abrufbar (SUPSI, HTA Freiburg, HTW Chur), sowie auch auf der Internetseite des BAG, wie bereits im vorangehenden Abschnitt «Sanierungen» erwähnt.

### **Kommunikation**

Das BAG organisiert jedes Jahr Medienkampagnen zur Sensibilisierung der Bevölkerung. Die Botschaft ist klar: Radon im Wohnbereich ist gefährlich, es kann und muss reduziert werden.

Die Broschüre «Radon: Informationen zu einem strahlenden Thema» wurde neu aufgelegt. Die Broschüre richtet sich an die Bevölkerung und liefert allgemeine Informationen zu Radon.

Die Publikation kann beim Bundesamt für Bauten und Logistik bestellt werden, mit Angabe von Titel, Artikelnummer (311.341) und gewünschter Sprache (französisch, deutsch oder italienisch), unter [www.bbl.admin.ch](http://www.bbl.admin.ch), [verkauf.zivil@bbl.admin.ch](mailto:verkauf.zivil@bbl.admin.ch), Tel. 031 325 50 50.

Sie kann auch von der BAG-Internetseite heruntergeladen werden: [www.ch-radon.ch](http://www.ch-radon.ch), Menu «Dokumentation». Weitere Broschüren, die zum Beispiel rechtliche Fragen oder das Thema Neubauten behandeln, sind ebenfalls unter dieser Adresse zu finden.

1995 wurde kurz nach dem Inkrafttreten der StSV eine

Studie durchgeführt, um in Erfahrung zu bringen, wie gut die Schweizer Bevölkerung über das Thema Radon informiert ist. Diese Befragung ergab, dass 31,5% der Schweizer Bevölkerung schon von Radon gehört hatten. Eine zweite Studie auf der Grundlage derselben Methode wurde vom BAG 2008 in Auftrag gegeben. Es werden damit folgende Ziele verfolgt:

- In Erfahrung bringen, wie gut die Schweizer Bevölkerung heute über das Thema Radon informiert ist.
- Die Anstrengungen aufgrund der Informationskampagnen des BAG quantifizieren, vor allem in Zonen mit erhöhtem Risiko.
- Dem BAG Anhaltspunkte liefern, die eine wirksame Kommunikation ermöglichen.

Die Ergebnisse dieser Analyse werden im Jahresbericht 2009 veröffentlicht.

### **Radon in der Arbeitswelt**

Auf das Problem von Radon im Arbeitsbereich wurde im Jahresbericht 2007 detailliert eingegangen. Die Suva bearbeitet alle Anfragen und führt Inspektionen in zahlreichen Unternehmen mit erhöhtem Radonrisiko durch, zum Beispiel in Uhrenwerkstätten, Wasserreservoirs, Lagern für Mineralien mit Spuren natürlicher Radionuklide, Wasserkraftwerken oder in Branchen, in denen in Kellern und Höhlen gearbeitet wird. Ein erhöhtes Radonrisiko lässt sich durch geeignete Massnahmen reduzieren, etwa durch eine zeitliche Beschränkung des Aufenthalts in Bereichen mit besonders hohen Konzentrationen. Die bisher getroffenen Massnahmen haben gezeigt, dass die Radonkonzentrationen im Allgemeinen deutlich unter dem aktuell geltenden Grenzwert von durchschnittlich 3000 Bq/m<sup>3</sup> pro Monatsum an einer Arbeitsstelle liegen. Die Suva hat 2008 erneut Analysen zu den Risiken im Zusammenhang mit Radon im Arbeitsbereich unterstützt oder selber durchgeführt, namentlich im Tessin.

### Schlussfolgerungen

Die Erkenntnisse und Erfahrungen des BAG im Bereich der Radonbekämpfung haben dazu beigetragen, dass den Kantonen wertvolle Informationen zur Verfügung stehen, auf deren Grundlage sie Massnahmen treffen können.

Die Stärken des nationalen Radonprogramms sind:

- solide rechtliche Grundlage und klares Sanierungskriterium (Grenzwert von 1'000 Bq/m<sup>3</sup>);
- starke Mobilisierung der Kantone;
- hohe Qualität der Radonmessungen (anerkannte Messstellen);
- grosse Zahl von Messungen in allen Regionen, was einen guten Gesamteindruck vermittelt;
- Radondatenbank, die dem Monitoring-Programm angepasst ist;
- Zuständigkeit für bauliche Präventions- und Sanierungsmassnahmen;
- geeignete Weiterbildungsstrategie (namentlich in Regionen mit erhöhten Konzentrationen).

Im Rahmen ihrer Beteiligung an den Arbeiten der WHO und im Sinne der weiter entwickelten internationalen Empfehlungen, namentlich in der Europäischen Union, ist sich das BAG jedoch bewusst, dass die Massnahmen zur Eindämmung des Radon-Risikos in Wohnräumen auch nach 20 Jahren fortgeführt werden müssen.

# Umweltüberwachung

## Aufgaben

### Überwachung der Umweltradioaktivität

Die Strahlenschutzverordnung (StSV) überträgt in Artikel 104 bis 106 dem BAG die Verantwortung für die Überwachung der ionisierenden Strahlung und der Radioaktivität in der Umwelt.

Das Überwachungsprogramm des BAG besteht aus zwei Teilen. Einerseits geht es darum, Messwerte zur Radioaktivität in der Umwelt in der Schweiz sowie deren Schwankungsbreite zu erfassen. Diese allgemeine Überwachung beinhaltet unter anderem die Messungen des Kontaminationsverlaufs infolge der oberirdischen Kernwaffenversuche der USA und der Sowjetunion in den 50er und 60er Jahren sowie des Reaktorunfalls in Tschernobyl.

Das zweite Ziel des Überwachungsprogramms besteht darin, die Auswirkungen potenzieller Quellen wie Kernanlagen, Forschungszentren und Betriebe, die radioaktive Substanzen einsetzen, auf die Umwelt und die Bevölkerung in deren Umgebung zu bestimmen. Diese auf «Quellen» bezogene Überwachung erfolgt in Zusammenarbeit mit der jeweiligen Aufsichtsbehörde, der Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (HSK\*) für die Kernkraftwerke und der Suva für die industriellen Betriebe. Sie beginnt mit der Kontrolle der Emissionen dieser Unternehmen (effektive Freisetzung von radioaktiven Stoffen) und geht weiter mit der Messung ihrer Immissionen (effektiv gemessene Konzentrationen) in der Umwelt.

Um diesen beiden Zielen Rechnung zu tragen, erstellt und koordiniert das BAG jährlich ein Probenahme- und Messprogramm in Zusammenarbeit mit der HSK, der Suva und den Kantonen, wobei sich auch andere Laboratorien des Bundes und verschiedene Hochschulinstitute daran beteiligen. Das BAG sammelt und wertet die Daten aus und veröffentlicht jährlich die Ergebnisse der Radioaktivitätsüberwachung zusammen mit den für die Bevölkerung daraus resultierenden Strahlendosen.

### Messprogramm

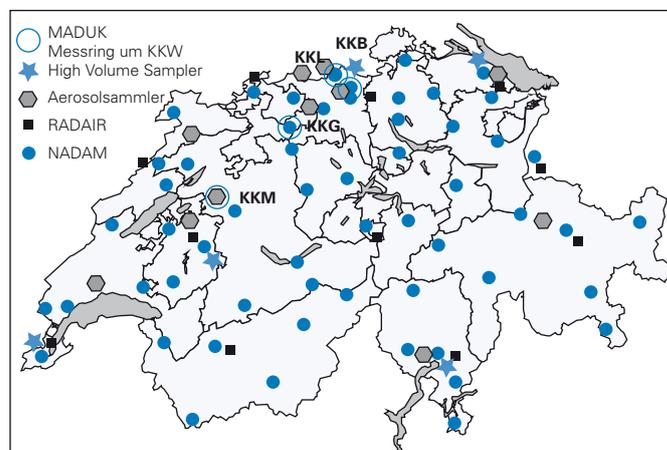
Das Überwachungsprogramm umfasst zahlreiche Umweltbereiche von der Luft über Niederschläge, Boden, Gras, Grund- und Oberflächengewässer, Trinkwasser, Sedimente bis zu Nahrungsmitteln (insbesondere

Milch). Messungen vor Ort (In-situ-Gammaspektrometrie), mit denen sich die auf dem Boden abgelagerte Radioaktivität direkt erfassen lässt, vervollständigen diese Analysen. Am Ende der Kontaminationskette werden Untersuchungen der Radioaktivität im menschlichen Körper durchgeführt.

Ergänzt wird dieses allgemeine Programm durch Stichproben in den Kernanlagen während kontrollierten Abgaben sowie in Abwässern aus Kläranlagen, Depo-nien und Kehrlichtverbrennungen.

Automatische Messnetze (Figur 18) erfassen die Dosisleistung im ganzen Land (NADAM = Messnetz zur Bestimmung der Dosisleistung), in der Umgebung der Kernkraftwerke (MADUK = Messnetz in der Umgebung der Kernanlagen zur Bestimmung der Dosisleistung) sowie die Radioaktivität der Aerosole (RADAIR = Messnetz zur Bestimmung der Radioaktivität in der Luft). Aerosole, Niederschläge und Flusswasser werden kontinuierlich gesammelt, die Überwachung von Sedimenten, Erdproben, Gras, Milch und Lebensmitteln (inklusive Importe) erfolgt stichprobenweise. Die Daten werden in einer nationalen Datenbank beim BAG erfasst. Eine Auswahl der Ergebnisse ist auf dem Internet verfügbar: [www.str-rad.ch](http://www.str-rad.ch). Die Messprogramme sind vergleichbar mit denjenigen unserer Nachbarländer. Die Methoden für die Probenahme und die Messprogramme entsprechen dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik. Die Qualitätskontrolle erfolgt durch eine regelmässige Teilnahme der Laboratorien an nationalen und internationalen Vergleichsmessungen.

Figur 18: Messnetze zur Überwachung der Luft (Dosisleistung und Aerosole) in der Schweiz



\* ab 1.1. 2009: ENSI, Eidg. Nuklearsicherheitsinspektorat

## Tätigkeiten und Ergebnisse

### Überwachung in der Umgebung von Kernanlagen

Bei den Kernkraftwerken werden die Emissionen radioaktiver Stoffe durch die Bewilligungsbehörde so limitiert, dass niemand, der in der Umgebung wohnt, eine Dosis von mehr als 0,3 mSv pro Jahr erhalten kann (einschliesslich direkte Strahlung). Der Betreiber muss seine Emissionen erfassen und zuhänden der Behörde bilanzieren. Die monatlich gemeldeten Abgaben werden regelmässig durch parallele Messungen von Betreibern, HSK und BAG an Aerosol- und Jodfiltern sowie Abwasserproben überprüft. Die verschiedenen Kontrollen haben bestätigt, dass die schweizerischen Kernkraftwerke die Jahres- und Kurzzeitabgabelimiten 2008 eingehalten haben.

Die Ergebnisse des Überwachungsprogramms der Immissionen zeigen in der Umgebung der Kernkraftwerke nur einen geringen Einfluss auf die Umwelt. Mit hochempfindlichen Messmethoden konnten Spuren der Abgaben an die Atmosphäre festgestellt werden, etwa erhöhte Werte für Kohlenstoff-14 im Laub (maximale Erhöhung gegenüber der Referenzstation von rund 150 Promille in der Umgebung des Kernkraftwerks Leibstadt) oder vereinzelt Spuren von Kobalt-60 in den Aerosolfiltern in der Umgebung von Mühleberg (maximal 1 µBq pro m³). Zur Orientierung: Eine zusätzliche Kohlenstoff-14-Aktivität von 100 Promille in den Lebensmitteln würde zu einer zusätzlichen jährlichen Dosis von einem Tausendstel Mikrosievert führen. In den Flüssen sind die Auswirkungen der flüssigen Abgaben der Kernkraftwerke namentlich im Fall der Kobalt-Isotope sowie beim Mangan-54 im Wasser und Sediment messbar. Leicht erhöhte Tritium-Werte im Bereich von 6 bis 8 Bq pro Liter ergaben sich sporadisch in der Aare und im Rhein. Die Radioaktivitätsmessungen im Boden und in den Lebensmitteln zeigten keinen Einfluss der Kernkraftwerke.

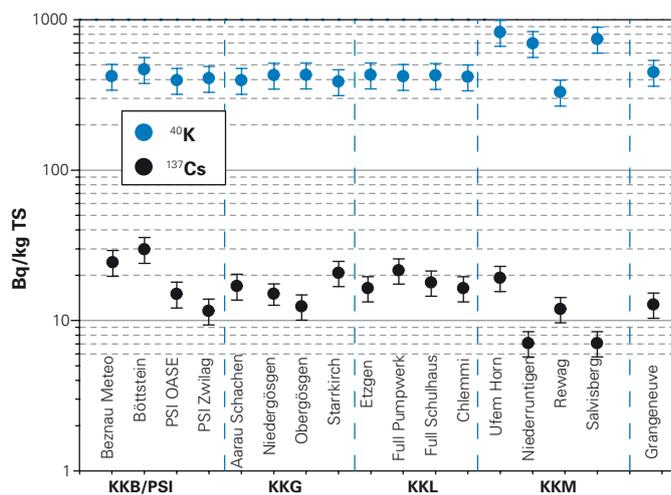
An einigen Stellen entlang der Umzäunung der Kernkraftwerke Mühleberg und Leibstadt war zudem die Direktstrahlung nachweisbar. Die daraus resul-

tierenden Dosen für die Bevölkerung in der Umgebung lagen jedoch deutlich unter den gesetzlichen Grenzwerten und sind somit für die Gesundheit nicht relevant.

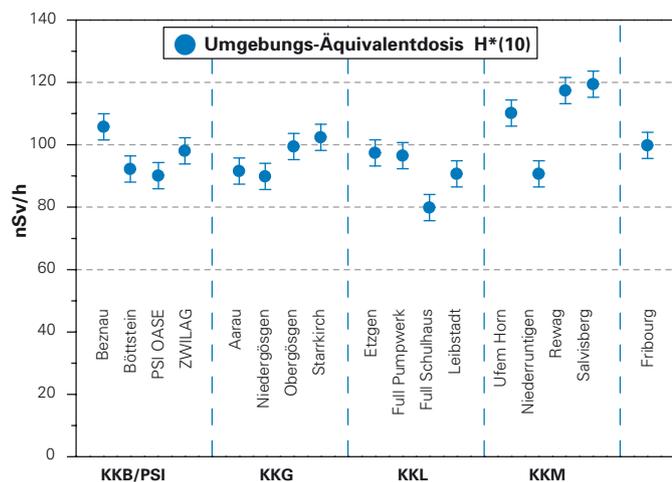
Mit Ausnahme der erwähnten Beispiele ergaben die Umweltmessungen keine Unterschiede gegenüber Orten ausserhalb des Einflussbereichs der Kernkraftwerke (siehe auch Figuren 19 und 20). Die natürliche Radioaktivität dominiert demnach, und die messbaren Kontaminationen sind vorwiegend eine Folge der Kernwaffenversuche in den 60er-Jahren und des Reaktorunfalls in Tschernobyl (Cäsium-137).

Im Vergleich zur Belastung durch natürliche Quellen oder medizinische Anwendungen führen die Emissionen der Kernkraftwerke für die Bevölkerung nur zu sehr geringen Strahlendosen. Trotzdem gebietet der Grundsatz der Optimierung, dass die Kontrollen und die Studien sorgfältig weitergeführt werden, um den verschiedenen wissenschaftlichen und gesetzlichen Zielsetzungen Rechnung zu tragen und die Öffentlichkeit optimal informieren zu können.

Figur 19: Cäsium-137 und Kalium-40 (natürlichen Ursprungs) in den 2008 vom BAG untersuchten Bodenproben (getrocknet und gesiebt)



**Figur 20: Kontrolle der Ortsdosisleistung durch das BAG im Jahr 2008 in der Umgebung der Kernkraftwerke. Zum Vergleich sind die in Fribourg gemessenen Werte angegeben. Die an gewissen Stellen in der Umgebung des Kernkraftwerks Mühleberg registrierten erhöhten Werte sind durch grössere Konzentrationen von natürlichem Kalium-40 im Boden bedingt (siehe Fig. 19).**



### Überwachung der Forschungszentren

Das Paul Scherrer Institut (PSI) verfügt über insgesamt zehn Emissionsquellen. Die Abgaben dürfen bei der Bevölkerung in der Umgebung gesamthaft nicht mehr als eine Dosis von 0.15 mSv pro Jahr verursachen. Die tatsächlichen Emissionen führten 2008 zu Dosen unter 5 % dieses Wertes. Die Umgebungsüberwachung erfolgt durch das PSI sowie – unabhängig davon – durch zusätzliche Messungen der Behörden. Infolge des Wechsels eines Targets am PSI West wurden im September 2008 erhöhte Tritium-Konzentrationen in den Niederschlägen (ca. 50 Bq/l) festgestellt. Diese Werte sind radiologisch jedoch unbedeutend. Abgesehen von dieser Ausnahme ist von keinen besonderen Messergebnissen zu berichten.

Was das CERN betrifft, hat die interne Emissionskontrolle der Anlagen durch die Sicherheitskommission des CERN gezeigt, dass die tatsächlichen Abgaben 2008 ebenfalls deutlich unter den gesetzlichen Grenzwerten lagen. Dies bestätigt auch das unabhängige Überwachungsprogramm des BAG, das in

der Umgebung des Forschungszentrums durchgeführt wurde. Die Messergebnisse zeigten sporadisch Spuren von Natrium-24 und Jod-131 in der Luft, die in den Beschleunigern des CERN erzeugt werden. Die Strahlenbelastung durch das CERN ist für die Umwelt und die Bevölkerung in der Umgebung nach wie vor gering, da die maximalen Aktivitäten der Radioelemente, die auf die Tätigkeit des CERN zurückzuführen sind, weniger als 1 Prozent des in der Schweiz geltenden Immissionsgrenzwertes erreichen.

### Tritium aus der Uhrenindustrie

Auch Industriebetriebe setzen radioaktive Stoffe ein. In gewissen Unternehmen wird zum Beispiel Tritium zur Herstellung von Leuchtfarben für die Uhrenindustrie sowie für Tritiumgas-Leuchtquellen verwendet. Gelegentlich kommen weitere Radionuklide zum Einsatz, aber nur in sehr geringen Mengen. Diese Unternehmen sind ebenfalls verpflichtet, ihre Emissionen der Aufsichtsbehörde zu melden. In den letzten Jahren erreichten diese Abgaben 10 bis 30 % der Grenzwerte. Das BAG führt ein spezifisches Überwachungsprogramm zur Kontrolle der Immissionen in der Umgebung dieser Betriebe durch. Auf Tritium untersucht werden Niederschläge, Luftfeuchtigkeit und Gewässer. Bei den Leuchtfarbensetzateliers in La Chaux-de-Fonds werden auch die Rauchgaswaschwasser der Kehrlichtverbrennung und die Abwässer der Kläranlage analysiert. Abfalldeponien werden gezielt durch die Messung von Sickerwässern überwacht. Da immer mehr Uhrenhersteller auf die Verwendung von Tritiumleuchtfarbe verzichten, sind die Immissionen von Tritium aus der Uhrenindustrie im Jura in den vergangenen Jahren kontinuierlich zurückgegangen.

In der Nahumgebung von Betrieben, die Tritium verarbeiten, wurde 2008 für dieses Radionuklid eine maximale Konzentration von 1600 Bq pro Liter in den Niederschlagsproben der Firma mb-microtec in Niederwangen/BE registriert (zweiwöchentliche Probe, Jahresmittelwert von 700 Bq pro Liter). Dies entspricht ca. 15 % des Immissionsgrenzwertes der Strahlenschutzverordnung für öffentlich zugängliche Gewässer. Die Werte nehmen mit zunehmender

Distanz deutlich ab, weshalb die Niederschläge in der weiteren Umgebung lediglich noch einige Bq Tritium pro Liter aufweisen. Proben von Milch sowie von verschiedenen Früchten und Gemüsen wurden auch in der Umgebung der Firma mb-microtec untersucht. Die Tritiumanalysen ergaben, dass der Toleranzwert von 1000 Bq pro Liter nicht überschritten wurde. Konkret lagen die Tritiumkonzentrationen in den Destillaten der geprüften Produkte in einer Bandbreite von 15 bis 25 Bq pro Liter für Milch (3 Stichproben) und zwischen 15 und 150 Bq pro Liter für Früchte und Gemüse (7 Stichproben).

### **Emissionen von Radionukliden aus den Spitälern**

In Spitälern wird bei der Diagnostik und Behandlung von Schilddrüsenerkrankungen Jod-131 verwendet, in geringeren Mengen kommen zu diagnostischen und therapeutischen Zwecken auch andere Radionuklide zum Einsatz. Bei der Jod-Therapie dürfen Patienten, die mit weniger als 200 MBq (1 Mega-Bq =  $10^6$  Bq) ambulant behandelt werden, nach der Therapie das Spital verlassen. Bei über 200 MBq müssen die Patienten mindestens während der ersten 48 Stunden in speziellen Zimmern isoliert werden. Die Ausscheidungen dieser Patienten werden in speziellen Abwasserkontrollanlagen gesammelt und erst nach Abklingen unterhalb der bewilligten Abgaberraten an die Umwelt abgegeben. Nach Art. 102 der Strahlenschutzverordnung darf die Konzentration von Jod-131 bei der Abgabe in öffentlich zugängliche Gewässer 10 Bq pro Liter nicht übersteigen. Im Rahmen der Umgebungsüberwachung werden wöchentliche Sammelp Proben von Abwasser aus den Kläranlagen der grösseren Agglomerationen auf Jod-131 untersucht. Die Messungen haben gezeigt, dass in den Abwasserproben manchmal Spuren von Jod-131 nachweisbar sind, diese jedoch deutlich unter den Immissionsgrenzwerten gemäss Strahlenschutzverordnung liegen.

### **Allgemeine Überwachung: Luft, Niederschläge, Gewässer, Boden, Gras, Milch und andere Lebensmittel**

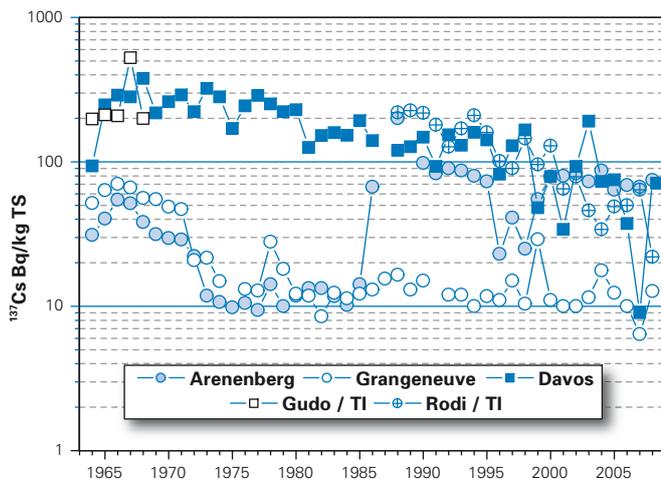
Das automatische Überwachungsnetz für die Radioaktivität der Luft (RADAIR) hat die Aufgabe, bei einer Zunahme der Radioaktivität der Atmosphäre rasch zu alarmieren. Dank einer guten Wartung funktionierte das Netz 2008 ohne Unterbruch. Parallel zum Warnsystem RADAIR betreibt das BAG ein Netz von Hoch-Volumen-Aerosolsammlern zur Bestimmung der effektiven Radioaktivitätskonzentrationen in der Luft. Die Ergebnisse dieser Messungen sind auf dem Internet verfügbar ([www.str-rad.ch](http://www.str-rad.ch)) und zeigen, dass die Radioaktivität der Luft vorwiegend auf natürliche Radionuklide zurückgeht, namentlich auf Beryllium-7, Blei-210 sowie weitere Folgeprodukte der natürlichen Uran-Zerfallsreihe. Bei den Niederschlägen herrscht das von der kosmischen Strahlung erzeugte natürliche Tritium vor. In den Flüssen beträgt der natürlich bedingte Tritiumgehalt in der Regel wenige Bq pro Liter.

Kohlenstoff-14 wird während der Wachstumsphase von Pflanzen bei der Assimilation von Kohlendioxid aus der Luft aufgenommen. Gegenüber dem natürlichen, von der kosmischen Strahlung erzeugten Kohlenstoff-14 führten die Kernwaffenversuche in den 1960er Jahren zu einer Verdoppelung. Seither nahm der Kohlenstoff-14-Gehalt wieder ab und liegt heute nur noch wenige Prozent über dem natürlichen Wert (mit Ausnahme der Nahumgebung einiger Kernkraftwerke, siehe Abschnitt «Überwachung in der Umgebung von Kernanlagen»).

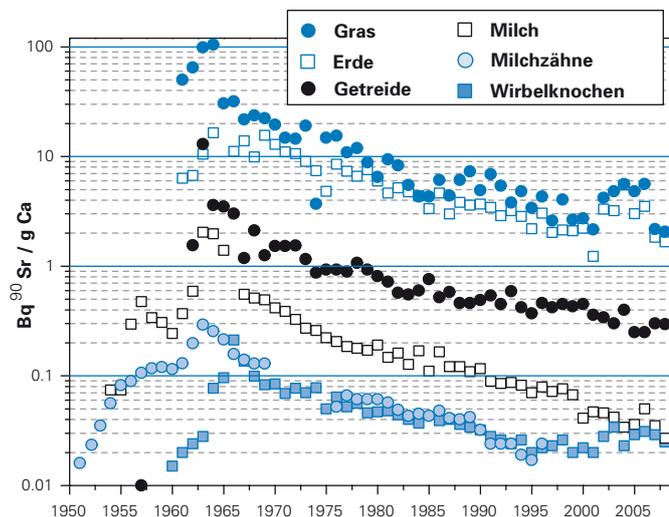
Der Erdboden ist ein guter Integrator für sämtliche Ablagerungen aus der Luft. Auch hier dominiert die natürliche Radioaktivität (Radionuklide der Uran- und Thorium-Zerfallsreihen sowie Kalium-40). Die künstlichen Isotope zeigen regionale Unterschiede, die mit der unterschiedlichen Ablagerung aus den oberir-

dischen Kernwaffenversuchen und dem Reaktorunfall Tschernobyl zusammenhängen. In den Alpen und Südalpen sind die Werte von Caesium-137 (siehe Fig. 21) und Strontium-90 immer noch etwas höher als im Mittelland. Künstliche Alphastrahler wie Plutonium-239 und Plutonium-240 sowie Americium-241 treten im Boden nur in sehr geringen Spuren auf.

**Figur 21: Cäsium-137 in Bodenproben verschiedener Stationen der Schweiz (1964 – 2008)**



**Figur 22: Strontium-90 in verschiedenen Proben aus den Jahren 1950 – 2008**



Auch in Gras- und Lebensmittelproben dominiert das natürliche Kalium-40. Künstliche Radionuklide wie Cäsium-137 oder Strontium-90 (siehe Fig. 22), die von den Pflanzen über die Wurzeln aufgenommen werden, sind im Gras nur noch in Spuren vorhanden. Die regionale Verteilung ist dabei ähnlich wie im Boden. Getreideproben zeigten keine nennenswerten Aktivitäten. Bei der Kuhmilch lag der Cäsium-137-Gehalt meist unter der Nachweisgrenze; einzige Ausnahme bilden die zwei Proben aus dem Tessin, welche mit rund 20 Bq Caesium-137 pro Liter über dem Toleranzwert von 10 Bq pro Liter lagen. Diese Proben wurden in den Tessiner-Bergen, das heisst in dem beim Tschernobyl-Unfall am stärksten betroffenen Gebiet der Schweiz, erhoben. Die Strontium-90-Konzentration lag dabei mit maximal 0.3 Bq/l unter dem Toleranzwert.

Gewisse einheimische Pilze wie Röhrlinge und Zigeunerpilze wiesen noch einen erhöhten Gehalt an Cäsium-137 auf. Es lagen aber keine Messwerte über dem Toleranzwert von 600 Bq pro kg vor. Dies trifft auch für die importierten Pilze zu. In keinen weiteren einheimischen Lebensmitteln konnten künstliche Aktivitäten nachgewiesen werden.

### Messungen am menschlichen Körper

Die Aufnahme von Radionukliden über die Nahrung lässt sich durch Ganzkörpermessungen und die Analyse des Strontium-90-Gehalts in Milchzähnen und Wirbelknochen von Menschen bestimmen. Die jährlich durchgeführten Ganzkörpermessungen an Schulkindern in Genf ergaben Cäsium-137-Werte, die unter der Nachweisgrenze von 10 Bq lagen. Für das natürliche Kalium-40 hingegen wurden Werte von rund 3200 Bq bei den Frauen und 4500 Bq bei den Männern gemessen. Die Strontium-90-Konzentration in den Wirbelknochen und Milchzähnen lag bei einigen Hundertstel Bq pro Gramm Kalzium (Fig. 22). Strontium wird vom menschlichen Körper ebenso wie Kalzium in Knochen und Zähnen eingelagert. Die Wirbelknochen werden als Indikator für die Kontami-

nation des Skeletts herangezogen, weil diese Knochen eine besonders ausgeprägte Schwammstruktur aufweisen und rasch Kalzium über das Blutplasma austauschen. An Wirbelknochen von im laufenden Jahr verstorbenen Personen lässt sich das Ausmass der Kontamination der Nahrungskette mit Strontium-90 eruieren. Die Milchzähne wiederum bilden sich in den Monaten vor der Geburt und während der Stillphase. Der Strontiumgehalt wird gemessen, wenn der Milchzahn von selbst ausfällt. Er gibt im Nachhinein einen Anhaltspunkt darüber, wie stark die Nahrungskette der Mutter zum Zeitpunkt der Geburt des Kindes kontaminiert war. Die in den Milchzähnen gemessenen Strontiumwerte (Fig. 22) sind deshalb nach Geburtsjahr der Kinder aufgeführt. Dies erklärt, weshalb die Kurven zu den Milchzähnen und zur Milch beinahe parallel verlaufen.

Bei der Umgebungsüberwachung von Kernkraftwerken sowie von Industriebetrieben und Forschungsanstalten, die mit radioaktiven Stoffen arbeiten, konnten 2008 unter anderem Spuren von Jod-131 (CERN) sowie erhöhte Kohlenstoff-14- (Kernkraftwerke) oder Tritiumkonzentrationen (Tritium verarbeitende Industrie) in der Umwelt nachgewiesen werden. Die Abgaben, die zu diesen erhöhten Werten führten, lagen aber klar innerhalb der erlaubten Limiten und haben keine Überschreitung von Immissionsgrenzwerten verursacht. Somit kann auch eine zusätzliche Strahlenbelastung der örtlichen Bevölkerung ausgeschlossen werden. Die Befunde können als Bestätigung für die Wirksamkeit der Überwachungstätigkeit gedeutet werden.

## Beurteilung

### **Radioaktivitätswerte und Strahlendosen unter den gesetzlichen Grenzwerten**

In der Schweiz lagen die Radioaktivitätswerte in der Umwelt sowie die Strahlendosen der Bevölkerung aus künstlichen Strahlenquellen 2008 wie in den Vorjahren unter den gesetzlichen Grenzwerten. Das entsprechende Strahlenrisiko ist daher klein geblieben.

Bei der natürlichen und der künstlichen Umweltraadioaktivität bestehen regionale Unterschiede. Die natürliche Radioaktivität wird im Wesentlichen durch die Geologie beeinflusst, aber auch der Anteil von künstlicher Radioaktivität als Folge der Atomwafferversuche und des Reaktorunfalls von Tschernobyl war nicht homogen über das Land verteilt. Radioaktives Cäsium-137 aus Tschernobyl fiel beispielsweise vornehmlich im Tessin aus und ist dort heute noch in vielen Proben messbar. Die gemessenen Konzentrationen sind aber seit 1986 stetig abnehmend. So sind im Berichtsjahr keine Überschreitungen von Grenzwerten für dieses Radioisotop aufgetreten.

# Strahlendosen

## Aufgaben

### Grenzwerte für die Bevölkerung und für beruflich strahlenexponierte Personen

Die Strahlenschutzverordnung limitiert in Art. 33 bis 37 die maximal zulässigen jährlichen Strahlendosen. Für die Bevölkerung darf die effektive Dosis den Grenzwert von 1 Millisievert (mSv) pro Jahr nicht übersteigen, wobei medizinische Anwendungen und die natürliche Strahlenexposition nicht inbegriffen sind. Dosisgrenzwerte für Personen, die in ihrer beruflichen Tätigkeit mit Strahlen umgehen, sind in der Tabelle 1 aufgeführt. Die angegebenen Limiten gelten nicht für Strahlenanwendung an Patienten, für aussergewöhnliche Situationen (z. B. Katastropheneinsätze) sowie für die natürliche Strahlenexposition. Das Personal der zivilen Luftfahrt gehört in der Schweiz nicht zu den beruflich strahlenexponierten Personen. Der Betriebsinhaber muss jedoch das Personal über die bei der Berufsausübung auftretende Strahlenexposition aufklären. Schwangere Frauen können verlangen, vom Flugdienst befreit zu werden.

Tabelle 1: Dosisgrenzwerte für berufliche Strahlenexposition in mSv pro Jahr

Dosis	Grenzwert [mSv/Jahr]
Effektive Dosis für Personen über 18 Jahre	20
Effektive Dosis für Personen im Alter von 16 bis 18 Jahren	5
Organdosis – Augenlinse	150
Organdosis – Haut, Hände, Füsse	500
Äquivalentdosis an der Abdomenoberfläche bei schwangeren Frauen	2

### Dosisüberwachung bei beruflich strahlenexponierten Personen: Das Schweizerische Zentrale Dosisregister

In der Schweiz tragen alle beruflich strahlenexponierten Personen bei ihrer Arbeit ein persönliches Dosimeter. Die akkumulierte Dosis wird einmal pro Monat durch eine anerkannte Dosimetriestelle ermittelt und ausgewertet. Die Dosimetriestellen melden ihre Daten regelmässig dem Bundesamt für Gesund-

heit (BAG), das ein zentrales Register der Dosen aller beruflich exponierten Personen der Schweiz führt. Damit haben die Aufsichtsbehörden jederzeit eine Kontrolle über die akkumulierten Dosen dieser Personen, statistische Auswertungen und Langzeit-Beobachtungen werden ermöglicht, und die Archivierung der Daten ist sichergestellt.

Die Ergebnisse der Dosisüberwachung bei strahlenexponierten Personen werden jährlich in einem separaten Bericht veröffentlicht. Der Bericht sowie andere Informationen zur Dosimetrie und beruflichen Strahlenexposition sind auf den Webseiten des BAG (Strahlenschutz, [www.str-rad.ch](http://www.str-rad.ch)) zu finden und werden laufend aktualisiert. So können zum Beispiel die Informationsbroschüre, das temporäre Dosisdokument oder eine Liste der anerkannten Personendosismetriestellen direkt heruntergeladen werden.

## Tätigkeiten und Ergebnisse: Strahlendosen der Bevölkerung

### Dosen aus natürlichen Strahlenquellen

Die durchschnittliche Strahlendosis der Schweizer Bevölkerung beträgt 4 mSv pro Jahr. Die einzelnen Beiträge sind in Fig. 23 dargestellt. Die hier präsentierten Abschätzungen beruhen auf der «Analyse der Beiträge zur Strahlenexposition der Schweizer Bevölkerung in 2004», die von der Eidgenössischen Kommission für Strahlenschutz und Überwachung der Radioaktivität (KSR) im Jahr 2005 herausgegeben wurde (Download unter <http://www.bag.admin.ch/ksr-cpr/04320/04358/>). Diese Werte weichen geringfügig von den in früheren Jahresberichten aufgeführten Werten ab (kosmische Strahlung +0.05 mSv, terrestrische Strahlung -0.1 mSv). Zusätzlich wurde die Dosis für «übrige Strahlungsquellen» neu eingeschätzt ( $\leq 0.1$  mSv statt 0.2 mSv). Der neue tiefere Durchschnittswert von 4 mSv widerspiegelt also diese Anpassungen an den neusten Erkenntnisstand und nicht eine messbare Abnahme der Dosisbelastung in einem bestimmten Bereich.

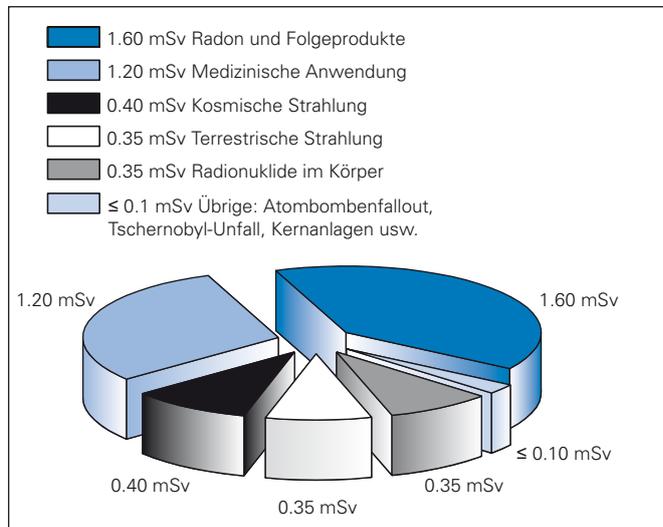
### Strahlenbelastung durch Radon

Bei der internen Strahlenexposition liefern Radon-222 und seine Folgeprodukte in Wohn- und Arbeitsräumen den grössten Dosisbeitrag. Diese Nuklide gelangen über die Atemluft in den Körper. Die in der Schweiz bis 2008 durchgeführten Erhebungen in rund 95'000 Wohn- bzw. Arbeitsbereichen ergeben ein gewichtetes arithmetisches Mittel von 78 Bq Radon-222 pro m<sup>3</sup>. Geht man von einer Aufenthaltsdauer im Wohnbereich bzw. am Arbeitsplatz von 7000 bzw. 2000 Stunden pro Jahr aus, so erhält man für die Schweizer Bevölkerung eine durchschnittliche Radondosis von rund 1.6 mSv pro Jahr. Im Einzelfall, bei besonders stark radonbelasteten Häusern, kann die Dosis aber bis zu 100 mSv oder mehr pro Jahr betragen. Es laufen im Moment systematische Radonmesskampagnen in den Gemeinden mit hohem und mittlerem Radonrisiko, damit so viele Gebäude wie möglich über dem Grenzwert von 1000 Bq pro m<sup>3</sup> gefunden werden. Durch bauliche Massnahmen soll dann die Radonkonzentration unter den Richtwert von 400 Bq pro m<sup>3</sup> gesenkt werden. Somit wird die Zahl der sehr stark belasteten Gebäude in den nächsten Jahren abnehmen, und es ist zu erwarten, dass dadurch auch die durchschnittliche Radonbelastung langfristig geringfügig abnimmt.

### Bestrahlung durch medizinische Diagnostik

Die letzte Erhebung der Dosis aufgrund von medizinischen Anwendungen (Röntgendiagnostik) fand vor 5 Jahren statt. Für das Jahr 2003 gilt ein Wert von 1.2 mSv pro Jahr, was gegenüber der vorletzten Erhebung (1998) eine Erhöhung um 20% bedeutete. Diese Erhöhung beruht vor allem auf der zunehmenden Häufigkeit von Computertomographieuntersuchungen. Eine neue Erhebung für das Jahr 2008 ist in Vorbereitung. Weil der Trend zu mehr CT-Untersuchungen ungebrochen ist, ist eine weitere Erhöhung der Dosis zu erwarten. Wie beim Radon ist die Belastung durch die medizinische Diagnostik ungleichmässig auf die Bevölkerung verteilt. Nur ungefähr ein Viertel der Bevölkerung ist von Untersuchungen, die zu einer erhöhten Dosis führen, betroffen.

Figur 23: Durchschnittliche Strahlendosen der Schweizer Bevölkerung in [mSv pro Jahr pro Person]



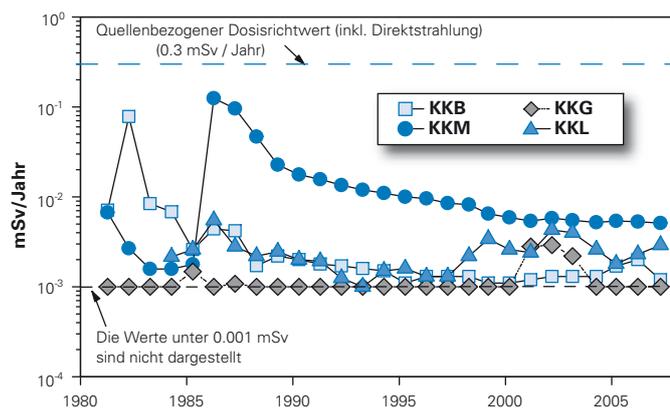
### Terrestrische und kosmische Strahlung

Bei der Strahlenexposition durch externe Quellen ergeben die natürlichen Radionuklide im Boden und die kosmische Strahlung die grössten Beiträge. Die terrestrische Komponente macht im Mittel 0.35 mSv jährlich aus und hängt von der Zusammensetzung des Bodens ab. Die kosmische Strahlung nimmt mit der Höhe über Meer zu, da sie von der Lufthülle der Erde abgeschwächt wird. Im schweizerischen Mittel beträgt deren Dosis jährlich etwa 0.4 mSv (KSR Bericht: 0.38 mSv). In Zürich ist der Wert beispielsweise 0.4 mSv und im höher gelegenen St. Moritz 0.75 mSv. In 10 km Höhe liegt die Dosis durch kosmische Strahlung zwischen 20 und 50 mSv pro Jahr. Aus diesem Grund ergibt ein Flug Schweiz-USA eine Dosis von rund 0.04 mSv. Das Flugpersonal und Personen, die viel fliegen, erhalten so eine zusätzliche Dosis bis einige mSv pro Jahr. Im Hausinnern wird die kosmische Strahlung durch die Gebäudehülle etwas abgeschwächt, die terrestrische Komponente dagegen durch die in den Hauswänden enthaltenen Radionuklide etwas verstärkt. Gesamthaft ist die Dosis in den Häusern etwa 10% höher als im Freien.

## Radionuklide in der Nahrung

Radionuklide gelangen auch über die Nahrung in den menschlichen Körper und führen im Durchschnitt zu Dosen von rund 0.35 mSv (KSR Bericht: 0.34 mSv). Das Kalium-40 liefert mit rund 0.2 mSv den grössten Beitrag. Kalium ist überall in der Nahrung und im menschlichen Körper vorhanden. Da es vor allem im Muskelgewebe eingelagert wird, ist der Kaliumgehalt bei Männern etwas höher als bei Frauen. Neben Kalium enthält die Nahrung auch Nuklide der natürlichen Zerfallsreihen von Uran und Thorium sowie durch die kosmische Strahlung in der Atmosphäre laufend erzeugte Radionuklide (Tritium, Kohlenstoff-14, Beryllium-7 und weitere). Auch künstliche Radionuklide kommen in der Nahrung vor; heute hauptsächlich noch die Nuklide Cäsium-137 und Strontium-90. Diese stammen von den Kernwaffenversuchen der 1960er Jahre und vom Reaktorunfall von Tschernobyl im April 1986. Die jährlich durchgeführten Ganzkörpermessungen an Schulklassen ergaben Dosen durch aufgenommenes Cäsium-137 von weniger als einem Tausendstel mSv pro Jahr. Aus den Untersuchungen von menschlichen Wirbelknochen lassen sich Dosen durch Strontium-90 von derselben Grössenordnung herleiten.

**Figur 24: Berechnete Strahlendosen der Bevölkerung in der Umgebung der Kernkraftwerke**



## Übrige (künstliche) Strahlenquellen

Zu den bisher erwähnten Strahlendosen kommt ein geringer Beitrag von  $\leq 0.1$  mSv. Die Neueinschätzung dieser in früheren Jahresberichten mit 0.2 mSv angegebenen Dosis beruht auf der Erkenntnis, dass radioaktive Gegenstände wie tritiumhaltige Uhren kaum mehr in Gebrauch sind, und dass von anderen leicht erhöhten Bestrahlungen (siehe unten) nur wenige Leute betroffen sind. Der hier mit  $\leq 0.1$  mSv angegebene Beitrag umfasst die Strahlenexposition durch Kernkraftwerke, Industrien, Forschung und Medizin, Handel und öffentlicher Dienst, Konsumgüter und Gegenstände des täglichen Lebens sowie künstliche Radioisotope in der Umwelt. Bei der künstlichen Radioaktivität in der Umwelt macht der radioaktive Ausfall nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl im April 1986 und von den oberirdischen Kernwaffenversuchen (1960er Jahre) heute nur noch wenige Hundertstel mSv aus. Bei dauerndem Aufenthalt im Freien betragen die resultierenden Dosen zwischen 0.01 bis 0.5 mSv pro Jahr. Der letzte Wert gilt für das Tessin. Der grosse Streubereich ist eine Folge der regionalen Unterschiede bei der Ablagerung von Cäsium-137 insbesondere nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl. An einigen Stellen entlang der Umzäunung der Kernkraftwerke Mühleberg und Leibstadt, die über einen Siedewasserreaktor verfügen, weist die Direktstrahlung durch das kurzlebige Stickstoff-16 bis einige 100 nSv/h auf. Da sich Personen jedoch nicht über längere Zeit an diesen Stellen aufhalten, sind die daraus resultierenden Personendosen unbedeutend. Die Emissionen radioaktiver Stoffe über Abluft und Abwasser aus den Schweizer Kernkraftwerken (Fig. 24), aus dem PSI und dem CERN ergeben bei Personen, die in unmittelbarer Nähe wohnen, Dosen von höchstens einem Hundertstel mSv pro Jahr.

**Verteilung der Strahlendosis innerhalb der Bevölkerung**

Von den beiden grössten Ursachen der Strahlenbelastung – Radon und medizinische Diagnostik – ist die Bevölkerung unterschiedlich stark betroffen. Nur wenige Personen halten sich regelmässig in Räumen mit sehr hoher Radonkonzentration auf und nur rund jede(r) Vierte ist von einer Untersuchung mit Röntgendiagnostik betroffen. Die Tabelle 2 stellt einen Versuch dar, die Verteilung der verschiedenen Beiträge zur Jahresdosis innerhalb der Bevölkerung aufzuschlüsseln. Als Basis dienen wiederum die Angaben im weiter oben zitierten Bericht der KSR. Statt die gesamte Bevölkerung zu betrachten, wird diese in 4 gleich grosse Klassen unterteilt. Links in der Tabelle, in der Spalte «mittlere Dosis Klasse 0– 25 %» stehen die mittleren Jahresdosen für jene 25 % der Bevölkerung, die vom jeweiligen Typ Bestrahlung (Ursache) am wenigsten betroffen sind. Weiter rechts, in der Spalte «mittlere Dosis Klasse 75 – 100 %» stehen die mittleren Jahresdosen für die am stärksten betroffenen 25 % der Bevölkerung. Dazwischen befinden sich die beiden mittleren Klassen. In der untersten Linie der Tabelle ist die Gesamtdosis durch alle Ursachen «zu-

sammengezählt». Weil die verschiedenen Ursachen der Strahlenbelastungen weitgehend unabhängig sind, muss das «Zusammenzählen» mit Hilfe einer Zufallsauswahl (daher «Monte-Carlo») vorgenommen werden. Es ist zum Beispiel gut möglich, dass eine Person zu den obersten 25 % bezüglich der Radonbelastung gehört, aber nicht von der medizinischen Diagnostik betroffen ist. Für das «Monte-Carlo Mittel» (unterste Linie von Tabelle 2) wurden also einige 10'000 Fälle «simuliert», indem für jede Ursache zufällig eine Klasse gewählt wurde und die so erhaltenen Teildosen addiert wurden. Diese Testpopulation wurde wiederum in 4 gleich grosse Klassen eingeteilt und die mittlere Gesamtdosis für jede Klasse in die Tabelle übertragen (unterste Linie von Tabelle 2).

Das Ergebnis dieser Abschätzung verdeutlicht die Unterschiede innerhalb der Bevölkerung bezüglich der Strahlenbelastung. Während das am wenigsten belastete Viertel der Bevölkerung im Durchschnitt 1.5 mSv pro Jahr erhält, ist das am stärksten betroffene Viertel mit etwas mehr als 7 mSv pro Jahr belastet.

**Tabelle 2: Verteilung der Strahlendosis innerhalb der Bevölkerung (ausser dem geringen Beitrag der übrigen künstlichen Strahlenquellen). Alle Werte in [mSv pro Jahr pro Person]**

Ursache	Mittelwert Klasse 0-25 %	Mittelwert Klasse 25-50 %	Mittelwert Klasse 50-75 %	Mittelwert Klasse 75-100 %	Mittelwert ganze Bevölkerung
Radon	0.25	0.85	1.45	3.85	1.6
Medizinische Diagnostik	0	0	0.2	4.6	1.2
Terrestrisch + kosmisch + Körper	1	1.1	1.1	1.2	1.1
alle («Monte-Carlo Mittel»)	<b>1.5</b>	<b>2.3</b>	<b>4.5</b>	<b>7.3</b>	<b>3.9</b>

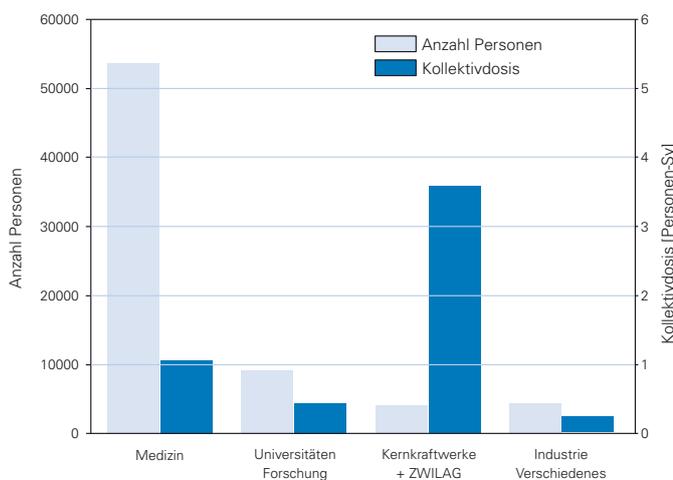
## Dosen aus beruflichen Strahlenexpositionen

Die Anzahl der beruflich strahlenexponierten Personen ist mit ca. 74'300 im Berichtsjahr, im Vergleich zu rund 72'000 im Jahr 2007, wieder leicht angestiegen. Dieser Zuwachs ist vor allem dem medizinischen Bereich zuzuordnen.

Auch die Kollektivdosis, d.h. die Summe der individuellen effektiven Dosen aller beruflich strahlenexponierten Personen, hat im 2008 auf 5,56 Personen-Sievert zugenommen. Im Vorjahr waren es noch 4,87 Personen-Sv. Die höhere Kollektivdosis ist vor allem durch periodische Revisionsarbeiten im Bereich der Kernkraftwerke bedingt. Die Anteile der einzelnen Tätigkeitsbereiche an der Kollektivdosis sind in der Fig. 25 ersichtlich.

Im Rahmen seiner Aufsichtstätigkeit untersucht das BAG in den Bereichen Medizin und Forschung individuell alle Monats-Ganzkörperdosen über 2 mSv sowie alle Extremitätendosen über 10 mSv. 2008 wurden 112 solcher Fälle gemeldet, wobei sich 29 Fälle als nicht echte Personendosen herausstellten (z. B. Dosimeter im Bestrahlungsraum liegen gelassen). Die meisten echten Dosen gab es an Extremitäten (Handdosen) in den dosisintensiven Bereichen Nuklearmedizin und interventionelle Radiologie. Erfreulicherweise war im Berichtsjahr keine Grenzwertüberschreitung zu verzeichnen.

Figur 25: Anzahl Personen und Kollektivdosis in verschiedenen Bereichen



## Beurteilung

Die durchschnittliche jährliche Strahlendosis der Bevölkerung betrug 2008 rund 4 mSv. Etwa ein Drittel stammt aus Quellen, die nicht beeinflusst werden können (terrestrische und kosmische Strahlung, Radionuklide im Körper). Ein gutes Drittel der jährlichen Strahlendosis ist durch erhöhte Radonkonzentrationen in Wohn- und Arbeitsräumen bedingt. Ebenfalls etwa ein Drittel der Strahlenbelastung ist der Anwendung von ionisierenden Strahlen in der medizinischen Diagnostik zuzurechnen. Hier ist die Tendenz wegen der zunehmenden Verbreitung von CT-Geräten steigend. Die Emissionen aus Kernkraftwerken machen weniger als 1 % der Gesamtdosis aus.

Im Berichtsjahr 2008 war die Schweizer Bevölkerung keiner unzulässigen Bestrahlung durch künstliche Strahlenquellen ausgesetzt. Nach wie vor ist jedoch die Radonkonzentration in etwa 10 % der bisher in der Schweiz untersuchten Häuser über dem Richtwert (davon mehr als 2 % mit Grenzwertüberschreitung).

Die beruflich strahlenexponierten Personen akkumulierten 2008 gesamthaft eine Kollektivdosis von 5,6 Personen-Sievert; die durchschnittliche Dosis pro Person lag unter einem Zehntel mSv pro Jahr.

# Nichtionisierende Strahlung und Schall

## Definition

Nichtionisierende Strahlung (NIS) besteht aus Schwingungen von elektrischen und magnetischen Feldern, die sich mit Lichtgeschwindigkeit ausbreiten. Die Bezeichnung «nichtionisierend» bezieht sich auf den Umstand, dass die Energie dieser Strahlung nicht genug stark ist, um Atome und Moleküle in biologischer Materie elektrisch zu laden und zu ionisieren. Zur nichtionisierenden Strahlung gehören die elektromagnetischen Felder (EMF) und die optische Strahlung.

Als Schall gelten alle Geräusche, Klänge und Töne, die Menschen und Tiere wahrnehmen können. Damit sich der Schall ausbreiten kann, muss ein Übertragungsmedium wie z. B. Gas, Flüssigkeit oder ein Festkörper vorhanden sein.

## Aufgaben

### Elektromagnetische Felder: Information und Forschung über gesundheitliche Auswirkungen

Elektrische Anlagen und Geräte, die am Stromnetz angeschlossen sind, erzeugen elektromagnetische Felder. Die Geräte benötigen diese Felder entweder für ihre Funktion (z. B. Strahlung eines Handys) oder geben sie als Nebenprodukt ab (z. B. Magnetfeld eines Transformators). Das BAG klärt mit anderen Bundesämtern ab, ob diese EMF ein Gesundheitsrisiko darstellen. Das BAG verfolgt und fördert deshalb die Forschung über gesundheitliche Wirkungen von EMF, erarbeitet allfällige Schutz- und Vorsorgemassnahmen und informiert die Öffentlichkeit.

Das BAG befasst sich mit mobilen oder in Gebäuden verwendeten Anlagen und Geräten: Im Vordergrund des Interesses stehen die elektrischen Anwendungen im Haushalt, neue Telekommunikationstechnologien, Identifizierung per Funk sowie elektronische Diebstahlsicherungen. Das Bundesamt für Umwelt befasst sich mit den stationären Anlagen in der Umwelt wie z. B. Mobilfunkantennen oder Hochspannungsleitungen, die in den Geltungsbereich der «Verordnung zum Schutz vor NIS» (NISV) fallen.

### UV-Strahlung: Hautkrebsprävention

Die Schweiz hat nicht nur in Europa, sondern auch weltweit eine der höchsten Hautkrebsraten – mit steigender Tendenz. Hautkrebs ist mit über 15'000 Neuerkrankungen und 400 Todesfällen pro Jahr die häufigste Krebsart in der Schweiz. Der Grund dafür liegt im exzessiven Sonnenbaden. Insbesondere die während der Kindheit erlittenen Sonnenbrände erhöhen das Hautkrebsrisiko massiv. Vor diesem Hintergrund ist eine wirkungsvolle Präventionsarbeit notwendig. Diese wird mit der Krebsliga Schweiz koordiniert. Das Schwergewicht der BAG-Tätigkeit liegt auf der UV-Prävention in den Schulen sowie auf der Sensibilisierung für die Risiken von Solariumsbesuchen speziell im Kindes- und Jugendalter. Ausserdem ist auch der UV-Index (Mass für die Stärke der UV-Strahlung) ein zentrales Thema. Wegen der langen Entstehungsdauer der Tumore (15 bis 20 Jahre) ist es noch zu früh, um betreffend der Wirksamkeit der vor ungefähr 10 Jahren begonnenen Präventionsarbeit Bilanz zu ziehen.

### Schall- und Laserverordnung

Die Schall- und Laserverordnung soll das Publikum vor schädlichen Schalleinwirkungen und Laserstrahlen bei Veranstaltungen schützen. Für Veranstaltungen mit Laser ab Klasse 1M und Veranstaltungen mit Schallpegel über 93 dB(A) im Stundenmittel besteht eine Meldepflicht. Der Vollzug der Verordnung liegt bei den kantonalen Behörden, das BAG unterstützt diese dabei. Neben der Meldepflicht besteht für die Veranstalter auch die Pflicht, das Publikum auf die Gefahren hoher Schallpegel hinzuweisen. Das BAG bietet gratis entsprechendes Informationsmaterial für das Publikum an (Poster und Minifolder, vgl. Fig. 26). Das Material kann bei [sounds@bag.admin.ch](mailto:sounds@bag.admin.ch) bestellt werden.

Figur 26: Bild Poster und Minifolder



## Tätigkeiten und Ergebnisse

### Neuer Bericht zur Radio Frequency Identification-Technologie (RFID)

RFID-Systeme dienen zur berührungslosen Identifizierung mobiler Objekte. Sie bestehen aus elektronischen Etiketten, die an den mobilen Objekten angebracht sind, sowie Lesegeräten, welche die Etiketten über Funk identifizieren. Während dieses Vorgangs werden berührungslos elektronische Informationen

ausgetauscht. RFID-Systeme sind auf Grund ihrer Vorteile in Logistik, Verkehr oder für die Tieridentifikation weit verbreitet.

Nationalrätin Evi Allemann hat in einem Postulat die Frage nach den Risiken der RFID-Technologie gestellt. Eine Expertengruppe unter Leitung des BAG hat mögliche Risiken dieser Technologie analysiert. In einem Bericht gehen die Experten ausführlich auf die Aspekte Strahlung, Gesundheit, Umweltschutz, Datenschutz, Datensicherheit und Konsumentenschutz ein und geben Empfehlungen ab, wie die Rahmenbedingungen für den sicheren Umgang mit der RFID-Technologie verbessert werden können. Der Bundesrat hat den Bericht im Juni 2008 in Erfüllung des Postulates zur Kenntnis genommen.

### Forschung über gesundheitliche Risiken von EMF Nationales Forschungsprogramm NFP 57 «Nichtionisierende Strahlung – Umwelt und Gesundheit»

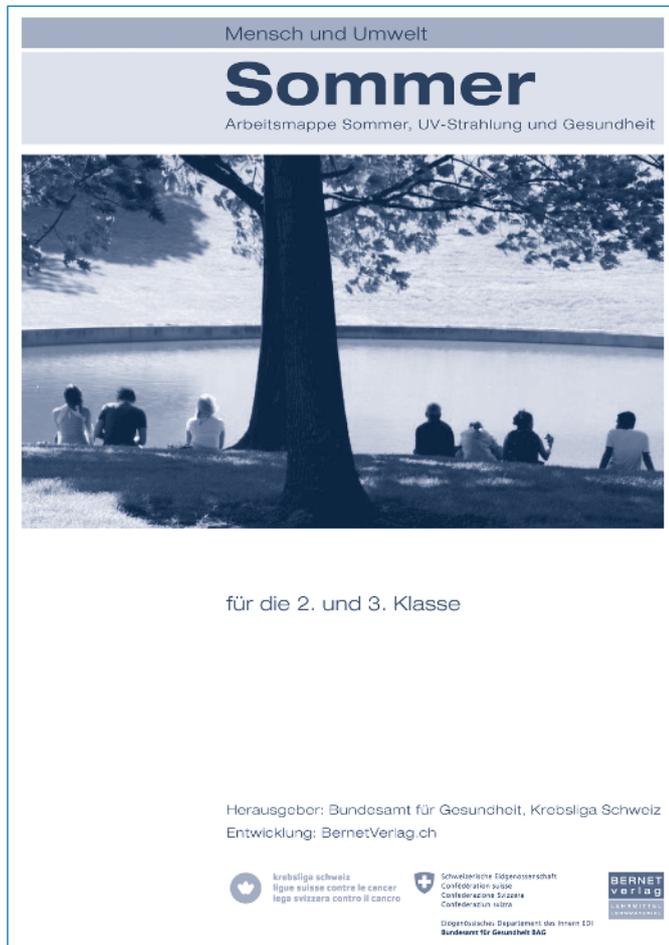
Der Bundesrat hat das NFP 57 im Jahr 2004 bewilligt und den Schweizerischen Nationalfonds (SNF) mit dessen Durchführung beauftragt. Elf ausgewählte Forschungsprojekte haben zum Ziel, allfällige gesundheitsschädigende Wirkungen von EMF zu untersuchen, um mögliche Risiken abschätzen zu können. Dafür steht ein Betrag von 5 Millionen Franken zur Verfügung. Das BAG ist als Beobachter des Bundes im Leitungsteam vertreten. Mehr Informationen über das Programm sind auf der Webseite [www.nfp57.ch/d\\_index.cfm](http://www.nfp57.ch/d_index.cfm) zu finden.

### Schulunterlagen zu UV-Strahlung und Schall

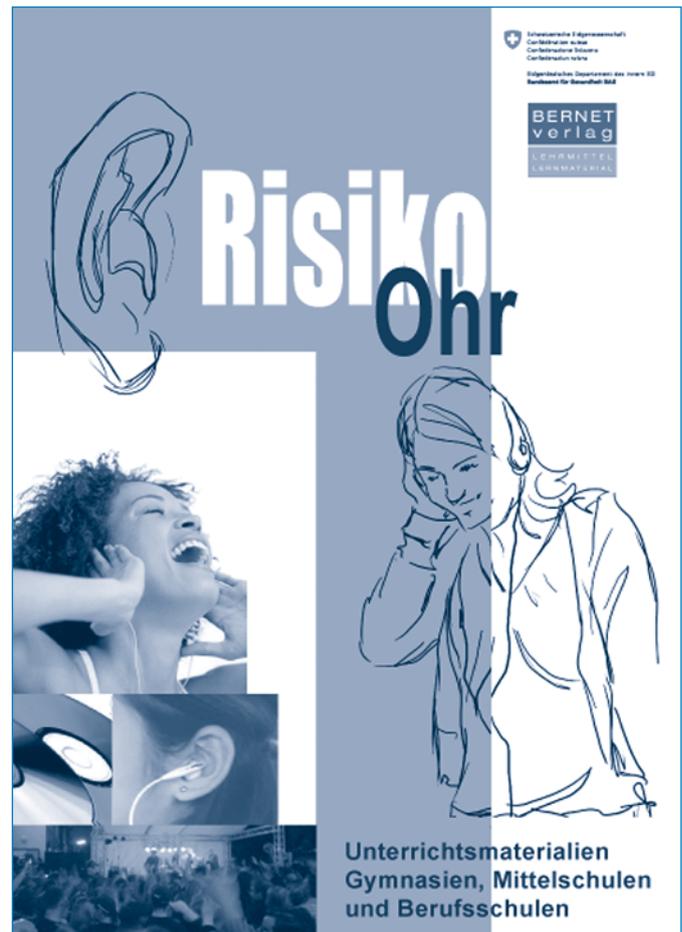
#### UV-Strahlung

Im Berichtsjahr wurde die erste Tranche der Überarbeitung und Erweiterung der verschiedenen Arbeitsmappen für die Schulen zum Thema «UV-Strahlung und Gesundheit» abgeschlossen und die ersten vier Module im März 2008 als Neuauflage herausgegeben (vgl. Fig. 27). Die Rückmeldungen aus der Praxis zeigen, dass die Lehrmittel mit ihrer Themenvielfalt, Attraktivität und Flexibilität sowohl bei den Lernenden als auch bei den Lehrpersonen auf allen Schulstufen von Kindergarten bis Oberstufe Anklang finden.

Figur 27: Schulunterlagen zum Thema UV-Strahlung



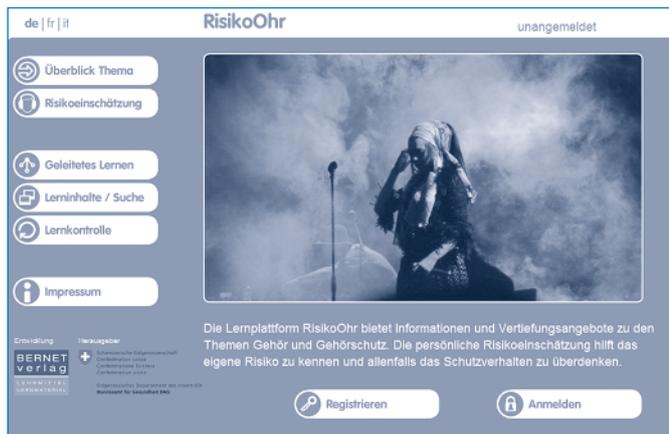
Figur 28a: Schulunterlagen zum Thema Schall



### Schall

Um Jugendliche für die Thematik Schall und Gehör zu sensibilisieren, hat das BAG in Zusammenarbeit mit einem pädagogischen Verlag Arbeitsunterlagen für verschiedene Schulstufen erarbeitet. Es stehen Unterlagen «Ohrwürmer» (5./6. Klasse), «Sounds» (7. – 9. Klasse) und «RisikoOhr» (Gymnasium, Berufsschule, vgl. Fig. 28a) zur Verfügung. Zudem ermöglicht eine webbasierte Plattform, das individuelle Verhalten abzuschätzen und zu überdenken (vgl. Fig. 28b). Es können auch gratis Experimentierkisten zum Thema Schall ausgeliehen werden.

Figur 28b: Webplattform zum Thema Schall



### Solarium

Nachdem die Weltgesundheitsorganisation (WHO) zu einem Solariumsverbot für Kinder und Jugendliche aufgerufen hatte, ist diese Forderung im Berichtsjahr auch im Rahmen der EU geäußert worden. So hat die Europäische Kommission aufgrund des Berichtes des Wissenschaftlichen Ausschusses der Generaldirektion Gesundheit und Verbraucherschutz ein Mandat erteilt, die europäische Norm zu Solarien zu überarbeiten. Die Anpassungen decken sich weitgehend mit den Empfehlungen, die das BAG seit mehreren Jahren abgibt.

### UV-Index – Die Stärke der UV-Strahlung

Nach wie vor wird von Februar bis Oktober die UV-Index-Prognose für alle Regionen in der Schweiz per Internet und SMS angeboten, eine SMS-Anfrage kostet 60 Rappen. Begleitend zum UV-Index erfolgen Hinweise über geeignete Schutzmassnahmen. Zudem informieren in einigen Apotheken, Drogerien, Arztpraxen und Tourismusbüros Thekensteller über den UV-Index und die aktuelle Prognose. Begleitend zum UV-Index erfolgen Hinweise zu geeigneten Schutztipps.

### Neue Faktenblätter zu Dauermagneten, Hybridautos und elektrischen Heizungen

Auf der Internetseite des BAG sind detaillierte Faktenblätter zu Dauermagneten, Hybridautos und verschiedenen Typen von Elektroheizungen erschienen. Die Faktenblätter informieren über Ursachen und Grössen der elektromagnetischen Felder, schätzen mögliche gesundheitliche Wirkungen ab und geben Tipps, wie die EMF minimiert werden können.

## Nichtionisierende Strahlung und Schall

### Informationen zu NIS und Schall

Auf den Webseiten zum Thema NIS und Schall ist umfangreiches Informationsmaterial zu Strahlung, Gesundheitsrisiken sowie Vorsorge- und Präventionsmassnahmen zu finden:

Thema / Webseite	Art der Publikation	Publikation
<b>UV</b> <a href="http://www.bag.admin.ch/uv-strahlen">www.bag.admin.ch/uv-strahlen</a>	Schulunterlagen	Endlich Ferien (Kindergarten – 3. Klasse) Sonne (Kindergarten) Sommer (1. – 3. Klasse) Sinne, Haut und Sonne (ab 3./4. Klasse) Reisen mit der Sonne (ab. 4./5. Klasse) Lifestyle (Oberstufe)
	Broschüren und Flyer	Solarium: Broschüre, Faltblatt Sonnenschutz für Säuglinge und Kinder UV-Index: Winterflyer, Broschüre UV-Werkstatt
	UV-Index	<a href="http://www.uv-index.ch">www.uv-index.ch</a>
<b>Schall</b> <a href="http://www.bag.admin.ch/sound">www.bag.admin.ch/sound</a>	Schulunterlagen	Ohrwürmer (5./6. Klasse) Sound (7. – 9. Klasse) RisikoOhr (Gymnasium, Berufsschule)
	Schall- und Laser- verordnung <a href="http://www.bag.admin.ch/slv">www.bag.admin.ch/slv</a>	Informationen für Veranstalter Flyer und Poster Bestellung bei <a href="mailto:sounds@bag.admin.ch">sounds@bag.admin.ch</a>
<b>Laser</b> <a href="http://www.bag.admin.ch/laser">www.bag.admin.ch/laser</a>		
<b>Elektromagnetische Felder</b> <a href="http://www.bag.admin.ch/emf">www.bag.admin.ch/emf</a>	Faktenblätter <a href="http://www.bag.admin.ch/emf-faktenblaetter">www.bag.admin.ch/emf-faktenblaetter</a>	Schnurlostelefon Babyfon WLAN Bluetooth Mikrowellenofen Induktionskochherd Auto, Hybridauto Mobiltelefon Magnete Elektrische Bodenheizung Wasserbett Elektrischer Warmwasserboiler Zentralspeicherheizung Einzelspeicherheizung Elektrischer Radiator
	Berichte	Handlungsbedarf im Zusammenhang mit RFID-Technologie <a href="http://www.bag.admin.ch/rfid-bericht">www.bag.admin.ch/rfid-bericht</a> Risikopotential von drahtlosen Netzwerken <a href="http://www.bag.admin.ch/wlan-bericht">www.bag.admin.ch/wlan-bericht</a> Nichtionisierende Strahlung und Gesundheitsschutz in der Schweiz <a href="http://www.bag.admin.ch/nis-bericht">www.bag.admin.ch/nis-bericht</a>

## **Interdepartementale Arbeitsgruppe NIS und Gesundheitsschutz bei Geräten**

Die Arbeitsgruppe geht auf das Postulat «Nichtionisierende Strahlen – Grenzwerte» von Ständerätin Simonetta Sommaruga aus dem Jahr 2000 zurück. Der ursprünglich als Motion eingereichte Vorstoss forderte gesetzlich festgelegte Strahlungsgrenzwerte für diejenigen Geräte, die nichtionisierende Strahlung erzeugen. Als Antwort auf das Postulat analysierte die Arbeitsgruppe die bestehenden rechtlichen Regelungen und beurteilte sie als ungenügend. Die Arbeitsgruppe schlug vor, die bestehenden Regelungen besser durchzusetzen, die Konsumenten besser zu informieren sowie neue NIS-Technologien frühzeitig zu erkennen. Sie regte im Weiteren an, die Zusammenarbeit der involvierten Ämter und Stellen auf nationaler und internationaler Ebene zu verstärken.

Die vom BAG geleitete Arbeitsgruppe, in der das Bundesamt für Kommunikation, das Bundesamt für Energie, das eidgenössische Starkstrominspektorat, das eidgenössische Büro für Konsumentenfragen, das Schweizerische Heilmittelinstitut, das Staatssekretariat für Wirtschaft und die schweizerische Unfallversicherungsanstalt vertreten sind, hat 2008 folgende Themen in Angriff genommen:

- Überprüfung der normativen Anforderungen an Induktionskochherde
- Förderung der sachgemässen Anwendung von Lasern und pulsierendem Licht in der Kosmetikbranche
- Verbesserung der Marktüberwachung von Solarien in der Schweiz
- Umsetzung der EU-Richtlinien für den Schutz der Arbeitnehmer vor elektromagnetischen Feldern und optischer Strahlung in der Schweiz

## **Beurteilung**

Der Schwerpunkt der Tätigkeiten im Bereich NIS und Schall lag auch 2008 in der Information, Prävention und Vorsorge. Wichtigstes Informationsmedium im Bereich EMF ist das Internet. Zugriffsstatistiken und Rückmeldungen zeigen, dass die in vier Sprachen angebotenen Faktenblätter zu EMF national und international rege gelesen werden.

Bei den elektromagnetischen Feldern besteht weiterhin ein grosser Forschungsbedarf zu Gesundheitsrisiken. Bis jetzt hat sich die Forschung auf die hoch- und niederfrequenten EMF konzentriert, die von den weit verbreiteten Telekommunikations- und Starkstromanwendungen erzeugt und verwendet werden. Seit einiger Zeit setzen sich jedoch vermehrt Technologien durch, die in anderen Frequenzbereichen arbeiten: In der Magnetresonanztomographie kommen zunehmend MRI-Anlagen zum Einsatz, die äusserst starke statische Magnetfelder generieren. RFID-Systeme, elektronische Diebstahlsicherungen, Induktionskochherde und Energiesparlampen verwenden mittelfrequente elektromagnetische Felder, Bodyscanner auf Flughäfen arbeiten im Höchsthfrequenzbereich. All diesen Technologien ist gemeinsam, dass die Gesundheitsrisiken ihrer zugehörigen Frequenzbereiche schlecht erforscht sind. Im Rahmen seiner Möglichkeiten fördert das BAG Forschungsprojekte, um diese offenen Fragen zu klären.

# Internationales

## Internationale Vernetzung

Im Bestreben, in der Schweiz einen international abgestützten Strahlenschutz anzuwenden, wirkt die Abteilung in verschiedenen internationalen Expertengruppen mit und beteiligt sich aktiv an internationalen Projekten. Wichtige Partner sind die Weltgesundheitsorganisation (WHO), die internationale Atomenergieagentur (IAEA) und die Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD). Von besonderer Bedeutung ist die enge und fruchtbare Zusammenarbeit mit unseren Nachbarstaaten und mit der Europäischen Union. Die Aufsichtsbehörden von 25 europäischen Staaten haben sich wiederum zu einem Informations- und Erfahrungsaustausch getroffen.

## Bilaterale Zusammenarbeit mit Deutschland und Frankreich

Auf der Basis bilateraler Verträge mit Deutschland und Frankreich besteht im Rahmen der «Deutsch-Schweizerischen Kommission für die Sicherheit kerntechnischer Einrichtungen» bzw. der «Commission mixte franco-suisse de sûreté nucléaire et de radioprotection» ein regelmässiger Erfahrungsaustausch über Betrieb, Sicherheit, Überwachung und Umweltauswirkungen der Kernanlagen sowie über weitere Aspekte des Strahlenschutzes. In beiden Kommissionen ist auch das BAG vertreten.

Die französische Aufsichtsbehörde für nukleare Sicherheit und für den Strahlenschutz trifft sich regelmässig mit dem BAG, um die Aufsicht und die Überwachung der Radioaktivität in der Umgebung des CERN zu koordinieren.

## Beteiligung an Projekten der WHO

**WHO-Globale Initiative:** Mitwirkung des BAG zur Verbesserung des Strahlenschutzes in der Medizin.

**WHO-EMF:** Die Abteilung ist im Steuerungsausschuss und in verschiedenen Arbeitsgruppen im Rahmen des WHO-EMF-Projekts tätig. Mehr über das EMF-Projekt und Merkblätter zu verschiedenen EMF-Themen sind im Internet unter [www.who.int/peh-emf](http://www.who.int/peh-emf) zu finden.

**WHO-Radon-Projekt:** Die Schweiz ist aktiv am internationalen Radon-Projekt der WHO beteiligt. Das Projekt hat zum Ziel, den Radon bedingten Lungenkrebs weltweit zu reduzieren. Der Schlussbericht des Projekts wird 2008 erwartet. Informationen zum Projekt sind unter [http://www.who.int/ionizing\\_radiation/env/radon/en/](http://www.who.int/ionizing_radiation/env/radon/en/) zu finden.

**WHO-Intersun:** Intersun ist ein Projekt der WHO mit dem Ziel, weltweit die gesundheitlichen Schädigungen durch UV-Strahlung zu reduzieren. Informationen darüber finden sich im Internet: [www.who.int/peh-uv](http://www.who.int/peh-uv). Regelmässige internationale Workshops tragen wesentlich zum Erfolg von Intersun bei und fördern die Zusammenarbeit zwischen den einzelnen Nationen.

## Zusammenarbeit mit der NEA/OECD

Das BAG ist Mitglied verschiedener Experten- und Arbeitsgruppen der Kernenergieagentur NEA der OECD.

## Europäische Projekte

**HERCA: Vereinigung der Strahlenschutzbehörden in Europa:** Mitwirkung der Schweiz im Hinblick auf eine Harmonisierung des Strahlenschutzes.

**COST BM704 Aktion:** COST ist ein europäischer Rahmen für die Koordination von national durchgeführten Forschungsaktivitäten in allen Bereichen der Wissenschaft und Technologie. 2008 ist eine neue COST Aktion (BM0704) unter dem Titel «Emerging EMF Technologies and Health Risk Management» gestartet. Die Aktion bietet eine wissenschaftliche Koordinationsplattform zum Thema elektromagnetische Felder und Gesundheit. Die Abteilung ist in der Aktion stark engagiert (Vizepräsidentin).

**EUROSKIN:** Die European Society of Skin Cancer Prevention (EUROSKIN) verfolgt das Ziel, die zum Teil sehr hohen Hautkrebsinzidenzen und -mortalitäten in Europa zu senken. Sie fördert und koordiniert die Zusammenarbeit zwischen europäischen Spezialisten auf dem Gebiet der Hautkrebsforschung und -prävention. Die EUROSKIN publiziert ihre Informationen im Internet unter [www.euroskin.org](http://www.euroskin.org).

**Europäisches ALARA-Network:** ALARA-Network ist ein europäischer Rahmen für Erfahrungsaustausch und Koordination von Optimierungs-Projekten im Strahlenschutz im Bereich ionisierender Strahlung. Ziel ist es, die Dosen der Bevölkerung «As Low As Reasonably Achievable» zu reduzieren. Informationen zu ALARA-Network sind im Internet unter <http://www.eu-alara.net/> zu finden. Die Abteilung ist im Network vertreten.

**Europäische «Solarien-Aktion»:** Es wurde im Rahmen des EU EMARS-Programms ([Enhancing Market Surveillance through Best Practice](http://www.emars.eu) <http://www.emars.eu>) eine Aktion zu Solarien durchgeführt. Das Ziel war, die Konformität mit der entsprechenden EU-Norm zu überprüfen und die beste Praxis für die Marktkontrolle

zu definieren. Die Resultate sind noch nicht veröffentlicht. Die Schweiz beteiligt sich als Beobachterin an der Aktion.

## Expertentätigkeit

Mitarbeiter der Abteilung sind in verschiedenen internationalen und ausländischen Expertengruppen und -gremien aktiv beteiligt.

## Aufgaben für die Vereinten Nationen

Beratungsfunktion für das Strahlenschutzsystem im Hinblick auf die Konformität mit den internationalen Sicherheitsstandards und entsprechende Inspektion von radiotherapeutischen Einrichtungen und Gammagraphie-Betrieben in Ländern, die eine solche Unterstützung wünschen; Vorbereitung und Intervention in nuklearen und radiologischen Notfällen mit Organisation praktischer Übungen; Ausbildung von Fachpersonen zum Einsatz von Messmethoden, mit denen sich Situationen prüfen lassen, die ein Risiko für Umwelt und Gesundheit darstellen, namentlich die In-situ-Spektrometrie.

## IRPA12

Der IRPA-Kongress ist weltweit eine der grössten Veranstaltungen im Strahlenschutz und findet alle vier Jahre statt. 2008 wurde die IRPA-12 Konferenz unter dem Motto «Strengthening Radiation Protection Worldwide» in Buenos Aires durchgeführt (mit ca. 1300 Teilnehmern aus mehr als 100 Ländern). Die Konferenz vermittelte einen guten Überblick zum Stand der Kenntnisse in der Epistemologie der Strahlung (physikalische, biologische und gesundheitliche Effekte und Risiken), bei Schutz-Philosophien und Konzepten sowie in der Strahlenschutz-Praxis. Die wichtigsten Themen waren: Paradigma-Wechsel in der Strahlen-Epistemologie (in Bezug auf Niedrigdosen und Strahlenempfindlichkeit), starke Erhöhung der medizinischen Exposition und mögliche Strahlenschutzmassnahmen sowie die internationale Harmonisierung.



## **Impressum**

© Bundesamt für Gesundheit (BAG)  
Herausgeber: Bundesamt für Gesundheit  
Publikationszeitpunkt: Mai 2009

Weitere Informationen und Bezugsquelle:  
BAG, Direktionsbereich Verbraucherschutz  
Abteilung Strahlenschutz, 3003 Bern  
Telefon +41 (0)31 323 02 54, Telefax +41 (0)31 323 83 83  
E-Mail: [str@bag.admin.ch](mailto:str@bag.admin.ch), [www.bag.admin.ch](http://www.bag.admin.ch), [www.str-rad.ch](http://www.str-rad.ch)

Autor: Fachgruppe  
Layout: Silversign, visuelle Kommunikation, Bern  
Illustration: Silversign, visuelle Kommunikation, Bern  
Fotos: Fotolia

BAG-Publikationsnummer: VS 5.09 1000 d-f-kombi 40EXT09XX

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier

## **Impressum**

© Office fédéral de la santé publique (OFSP)  
Editeur: Office fédéral de la santé publique  
Date de publication: mai 2009

Informations supplémentaires et diffusion:  
OFSP, Unité de direction Protection des consommateurs,  
Division Radioprotection, 3003 Berne  
Téléphon +41 (0)31 323 02 54, téléfax +41 (0)31 322 83 83  
E-Mail: [str@bag.admin.ch](mailto:str@bag.admin.ch), [www.bag.admin.ch](http://www.bag.admin.ch), [www.str-rad.ch](http://www.str-rad.ch)

Layout: Silversign, visuelle Kommunikation, Berne  
Illustration: Silversign, visuelle Kommunikation, Berne  
Photos: Fotolia

Numéro de publication OFSP: VS 5.09 1000 d-f-kombi 40EXT09XX

Imprimé sur papier blanchi sans chlore