

Strahlenschutz und Überwachung der Radioaktivität in der Schweiz **Ergebnisse 2011**

Radioprotection et surveillance de la radioactivité en Suisse **Résultats 2011**



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
Bundesamt für Gesundheit BAG

Liebe Leserin, lieber Leser

Das Jahr 2011 wird im Strahlenschutz leider wiederum als sehr denkwürdig in die Geschichte eingehen. Fast genau 25 Jahre nach der Katastrophe von Tschernobyl hat sich in Fukushima ein zweiter nuklearer Unfall mit verheerenden Auswirkungen für Mensch und Umwelt ereignet. Nachdem die Ereignisse in Japan zu einem eigentlichen Wendepunkt in der schweizerischen Energiepolitik geführt haben, gilt es nun auch auf fachlicher Ebene die notwendigen Lehren zu ziehen. Die angelaufene Totalrevision der Strahlenschutzverordnung wird eine gute Gelegenheit sein, rechtliche Konsequenzen aus diesen Erfahrungen umzusetzen.

Die Ergebnisse der wichtigen CANUPIS-Studie über Krebserkrankungen bei Kindern in der Nähe von Kernkraftwerken wurden am 12. Juli 2011 durch die Universität Bern publiziert. Als Auftraggeber der Studie und verantwortliches Amt für die Überwachung der Radioaktivität in der Schweiz nahmen wir die Resultate mit einer gewissen Erleichterung zur Kenntnis. Die Anzahl aufgetretener Fälle für Kinderleukämie und Kinderkrebs in der Umgebung der schweizerischen Kernkraftwerke sind mit denjenigen in der übrigen Schweiz vergleichbar. Entscheidend für die Zukunft ist, dass die Umgebung der schweizerischen Kernkraftwerke weiterhin sehr sorgfältig durch eine unabhängige Behörde der öffentlichen Gesundheit überwacht wird.

Der Artikel 74 der Strahlenschutzverordnung verlangt seit dem 1. Januar 2008, dass bei nuklearmedizinischen Anwendungen und der interventionellen Radiologie sowie bei der Computertomographie periodisch ein anerkannter Medizinphysiker beigezogen werden muss. Die 4-jährige Übergangsfrist ist Ende 2011 abgelaufen, somit ist diese Bestimmung umzusetzen. Leider ist in vielen betroffenen Betrieben während dreier Jahre nichts geschehen, erst auf Druck des BAG wurde 2011 an die Umsetzung gedacht. An einigen Orten reagierte man mit Protest gegen die neue Vorschrift, was etliche Einigungsgespräche erforderte. Auch das gehört mitunter zu den Aufgaben einer Aufsichtsbehörde!

Im Bereich der nichtionisierenden Strahlung gibt es zum Teil beträchtliche Gesundheitsgefährdungen und es bestehen Lücken in der Gesetzeslandschaft. Ein juristisches Gutachten hat gezeigt, dass sich diese Lücken ohne Verfassungsänderung schliessen lassen würden, – ob dazu der politische Wille vorhanden ist, wird sich weisen.

Werner Zeller



Bild: Michael Lio

Inhalt

3	Editorial
5	2011: Das Wichtigste kurz und bündig
6	Fukushima – Notfallorganisation des BAG im Einsatz
8	Reaktorunfall Fukushima – Auswirkungen auf Umwelt und Lebensmittel in der Schweiz
11	Intervention bei erhöhter Radioaktivität
12	Radioaktivität in der Umwelt
14	Fortschritte beim Radonschutz
16	Strahlenschutz in Medizin und Forschung
23	Weniger Strahlung im CT – das Spital Samedan setzt neue Massstäbe
26	Strahlenbelastung der Bevölkerung 2011
28	Licht, Laser und Elektromog – neue Erkenntnisse und Massnahmen
30	Laserpointer – Gesundheit leichtsinnig aufs Spiel gesetzt
32	Die Abteilung Strahlenschutz im Überblick
33	Bundesamt für Gesundheit
34	Internationale Vernetzung
35	Weiterführende Informationen

2011: Das Wichtigste kurz und bündig

Die Reaktorkatastrophe in Fukushima, bei der eine immense Menge gefährlicher Radionuklide freigesetzt wurde, hat die Arbeit der Abteilung Strahlenschutz im Jahr 2011 stark geprägt. Um einer möglichen Gefährdung der Schweizer Bevölkerung begegnen zu können, hat das BAG kurz nach dem Ereignis eine Krisenorganisation einberufen. Ziel war es, notwendige erste Hilfe für unsere Landsleute in Japan zu leisten, mit Messungen der Radioaktivität in Lebensmitteln und Umwelt gesundheitlichen Folgen einer möglichen Kontaminierung vorzubeugen sowie den Handel mit japanischen Gütern so weit als möglich aufrecht zu erhalten. Die Messungen haben gezeigt, dass nur sehr kleine Mengen Radionuklide von Japan in die Schweiz verfrachtet wurden. Die Konzentration dieser Stoffe war so klein, dass sie nur mit den hochempfindlichen Messverfahren nachzuweisen war. Für die Schweizer Bevölkerung bestand insgesamt nie ein Gesundheitsrisiko.

Seit Sommer 2011 liegen die Resultate der CANUPIS-Studie vor: Diese grosse schweizweite Langzeitstudie fand keine Hinweise dafür, dass kindliche Krebserkrankungen in der Nähe von Kernkraftwerken häufiger auftreten als anderswo. Das BAG und die Krebsliga Schweiz hatten vor drei Jahren das Institut für Sozial- und Präventivmedizin der Universität Bern mit dieser Studie beauftragt. Sie war notwendig geworden, nachdem eine deutsche Studie 2007 zur Verunsicherung der Schweizer Bevölkerung und verschiedenen parlamentarischen Vorstössen geführt hatte.

Zahlreiche Anwendungen ionisierender Strahlung in der medizinischen Diagnostik und Therapie sind nicht mehr wegzudenken, sie bringen aber teilweise auch Risiken mit sich. Um diese potenzielle Gesundheitsgefahr zu verringern, haben wir auch dieses Jahr technische Audits durchgeführt und neue Massnahmen zur Qualitätssicherung eingeführt. Stichworte dazu sind etwa die neu notwendige Mitarbeit von Medizinphysikern in der medizinischen Diagnostik, eine verbesserte Qualitätssicherung in der Radioonkologie, der gewünschte Ersatz ver-

alteter Mammographie-Anlagen und nicht zuletzt auch die Dosisoptimierung mittels diagnostischer Referenzwerte. Gerade in diesem Punkt zeigt sich ein grosses Optimierungspotenzial, das beispielsweise die Radiologieabteilung des Spitals Samedan mit seinem innovativen Fachpersonal ausschöpft. Die Engadiner Radiologen verringern mit einfachsten Mitteln die Dosen moderner Computertomografen, und dies teilweise um Grössenordnungen. Neu aufgegleist haben wir auch so genannte klinische Audits, mit denen in Zukunft die Rechtfertigung klinischer Anwendungen mit ionisierender Strahlung untersucht werden soll.

In der Radonproblematik sind wir einen grossen Schritt weiter gekommen. Der Entscheid des Bundesrats ermöglicht es, mit dem im Frühjahr genehmigten Aktionsplan Radon 2012–2020, neue, von internationalen Organisationen vorgeschlagene Schutzstrategien auch in der Schweiz anzuwenden. Damit können wir in Zukunft die Bevölkerung besser vor dem Lungengift Radon schützen, das eine nicht zu unterschätzende Rolle bei der Entstehung von Lungenkrebs spielt.

Gesundheitliche Gefahren lauern aber nicht nur bei der energiereichen ionisierenden Strahlung. Dass auch der Schutz vor nichtionisierender Strahlung an Bedeutung gewinnt, zeigt beispielsweise die Problematik der Laserpointer. Leistungsstarke Laserpointer, häufig von Privatpersonen über das Internet in die Schweiz eingeführt, stellen eine grosse Gefahr für die Augen dar. Diese Geräte, die wegen ihrer Gefährlichkeit nicht im Handel sind, dürfen im Moment jedoch uneingeschränkt verwendet werden. Da neben Laserpointern auch andere nichtionisierende Anwendungen die Gesundheit gefährden können, klärt das BAG im Moment ab, wie bestehende Rechtslücken geschlossen werden könnten.

Fukushima – Notfallorganisation des BAG im Einsatz

Thomas Marti war 2011 Leiter des Krisenstabs Fukushima im BAG. Der Geograf ist in der Abteilung Strahlenschutz neben seinen Aufgaben bei der Umweltüberwachung auch für Massnahmen im Falle eines radiologischen Ereignisses zuständig. Er schildert im nachfolgenden Interview, wie das BAG auf den nuklearen Unfall in Fukushima Dai-ichi reagiert hat.

Thomas Marti, das BAG reagierte rasch auf den Unfall und bildete einen Krisenstab. Weshalb dieser Schritt, obwohl Japan 10'000 Kilometer weit von der Schweiz entfernt liegt?

Zuerst dachten wir, der Unfall in Fukushima betreffe nur die Region. Wir mussten aber bald feststellen, dass es sich um ein schwerwiegendes radiologisches Ereignis handelte. In der Agglomeration Tokio leben 35 Millionen Menschen, und die Stadt liegt weniger als 300 Kilometer vom Kernkraftwerk entfernt. In der heutigen globalen Welt bestehen natürlich Geschäftsbeziehungen zwischen der Schweiz und Japan, und es leben Schweizer Staatsangehörige dort. Wir mussten uns deshalb darauf vorbereiten, schnell auf die Folgen des Unfalls reagieren zu können.

Sie waren Leiter des Krisenstabs. Was war Ihre Aufgabe?

Meine Aufgabe bestand darin, die Umsetzung der Massnahmen beim BAG zu koordinieren. Die Direktion unseres Bundesamtes bildete einen Krisenstab mit Experten für Strahlenschutz und Lebensmittelsicherheit sowie Mitarbeitenden der Abteilungen Kommunikation, Recht und Internationales. Im ersten Monat trafen wir uns jeden Tag für eine Lagebeurteilung. Auf der Suche nach gemeinsamen Lösungen arbeiteten wir eng mit den weiteren betroffenen Einrichtungen in der Schweiz sowie mit unseren Nachbarländern zusammen.

Erhielten die Schweizer Staatsangehörigen in Japan Hilfe?

Das BAG unterstützte das Eidgenössische Departement für auswärtige Angelegenheiten (EDA) von Anfang an dabei, die Gesundheit der Schweizer Staatsangehörigen, die in Japan leben oder sich dort ferienhalber aufhielten, zu schützen. Präventiv wurden Jodtabletten an Schweizer Staatsangehörige und Unternehmen in Japan versendet, die über die Botschaft ausfindig gemacht worden waren. Zudem konnten Schweizerinnen und Schweizer, die Japan verlassen wollten, Sonderflüge für Rückführungen in Anspruch nehmen, die Nachfrage war aber gering.

Zu welchem Zeitpunkt war die Situation in Japan am kritischsten?

In der intensivsten Phase der Freisetzung, die rund vier Tage dauerte, gerieten grosse Mengen an radioaktivem Material in die höheren Bereiche der Erdatmosphäre. Für das Ausmass der lokalen Kontamination spielte die Wetterlage eine Schlüsselrolle. Durch glücklichen Zufall wurde die Stadt Tokio verschont, da der Wind vor allem in Richtung des Pazifischen Ozeans blies. Andernfalls hätten unter Umständen 20 Millionen Menschen evakuiert werden müssen. Es wäre enorm schwierig gewesen, so viele Leute irgendwo unterzubringen.

Das Thema Radioaktivität ist sehr abstrakt. Wie haben Sie die Öffentlichkeit informiert?

Als Reaktion auf die Beunruhigung in der Bevölkerung wurden auf dem Internet Fragen und Antworten veröffentlicht und auch dem Betreiber der Hotline zur Verfügung gestellt. Zusätzlich haben wir die Medien im Rahmen von Presse-

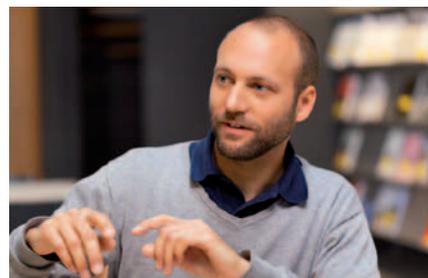
konferenzen regelmässig informiert. Der Druck war einige Male gross, vor allem, als es darum ging, ob auch die Schweiz kontaminiert sein könnte. Ein grosses Thema in den Medien war das Vorüberziehen der «radioaktiven Wolke» in der Schweiz, auch wenn Luftmessungen nur eine minimale Erhöhung der Radioaktivität ergaben.

Waren aus Japan importierte Waren problematisch?

In der Schweiz werden zahlreiche japanische Produkte verkauft. Jeder hat schon einmal einen Fernseher, ein Auto oder einen Fotoapparat aus Japan gekauft. Kontrollen zur Radioaktivität bei Importen aus Japan wurden zuerst am Flughafen Kloten eingeführt und dann auf die Grenzpunkte erweitert, an denen solche Produkte auf dem Land- oder Seeweg in die Schweiz eingeführt werden. Für importierte Lebensmittel aus Japan wurde rasch eine neue Verordnung in Kraft gesetzt. An den Schweizer Grenzübergängen wurden stichprobenweise Lebensmittel kontrolliert, vor allem Reismudeln, Algen und Sojasauce. Damit diese Kontrollen möglichst wirksam waren, mussten Synergien mit der Europäischen Union genutzt werden.

Was ist Ihnen von dieser Zeit in Erinnerung geblieben?

Es war eine sehr intensive und engagierte Zeit, in der ich enorm viel über Krisenbewältigung gelernt habe. Für ihren Einsatz in allen Etappen des Prozesses möchte ich allen involvierten Mitarbeitenden des BAG und unseren externen Partnern danken. Ich war von der Einsatzbereitschaft jedes Einzelnen beeindruckt. Die Arbeit ist noch nicht abgeschlossen, da die Schweiz derzeit Lehren aus der japanischen Katastrophe zu ziehen versucht. Dazu wurde die Arbeitsgruppe IDA NOMEX (= interdepartementale Arbeitsgruppe zur Überprüfung der Notfallschutzmassnahmen bei Extremereignissen in der Schweiz) gebildet, die unser gesamtschweizerisches Schutzsystem optimieren soll. Der Unfall von Fukushima hat uns gelehrt, dass Extremereignisse völlig unerwartet auftreten können. Darauf müssen wir uns vorbereiten.



Thomas Marti, Leiter des Krisenstabs Fukushima. Interview: Martha Gruson. Bilder: Michael Lio

Reaktorunfall Fukushima – Auswirkungen auf Umwelt und Lebensmittel in der Schweiz

Am 11. März 2011 zerstörten ein extremes Erdbeben und ein Tsunami die Kühlsysteme der Kernanlage Fukushima Dai-ichi in Japan. Aus der havarierten Anlage entwich daraufhin eine grosse Menge Radioaktivität, die Ende März 2011 stark verdünnt die Schweiz erreichte. Des BAG hat daraufhin seine Radioaktivitätsmessungen in Luftfilter-, Gras-, Gemüse- und Milchproben intensiviert.

Die automatischen Alarmmessnetze (NADAM, MADUK, RADAIR) der Schweiz konnten keine aus Fukushima stammenden Radionuklide nachweisen. Empfindlichere Messeinrichtungen detektierten in der bodennahen Luft erhöhte Konzentrationen von Jod-131 (I-131) und in geringem Ausmass auch weitere Isotope wie Cäsium-134 (Cs-134) und Cäsium-137 (Cs-137). Insgesamt waren die Radionuklid-Konzentrationen 1000 bis 10'000 mal kleiner als diejenigen, die beim Reaktorunfall von Tschernobyl in der Schweiz auftraten.

Jod-131 kam in der Luft sowohl partikelgebunden als auch gasförmig vor. Die maximale in der Schweiz gemessene Gesamtkonzentration (partikelgebunden und gasförmig) betrug etwa 2000 micro-Bq/m³. Über die Luft gelangten Spuren von I-131 ins Regenwasser sowie in Gras und Freilandgemüse (maximal wenige Bq pro Kilogramm Frischgewicht). Von den gemessenen Milchproben wies nur eine Probe geringste Spuren von I-131 auf (0,1 Bq/l). Die aus Fukushima stammende Radioaktivität war für die Schweizer Bevölkerung somit unbedenklich. Seit Mitte April 2011 nimmt die Konzentration dieser luftgebundenen Isotope ab (Abb. 1).

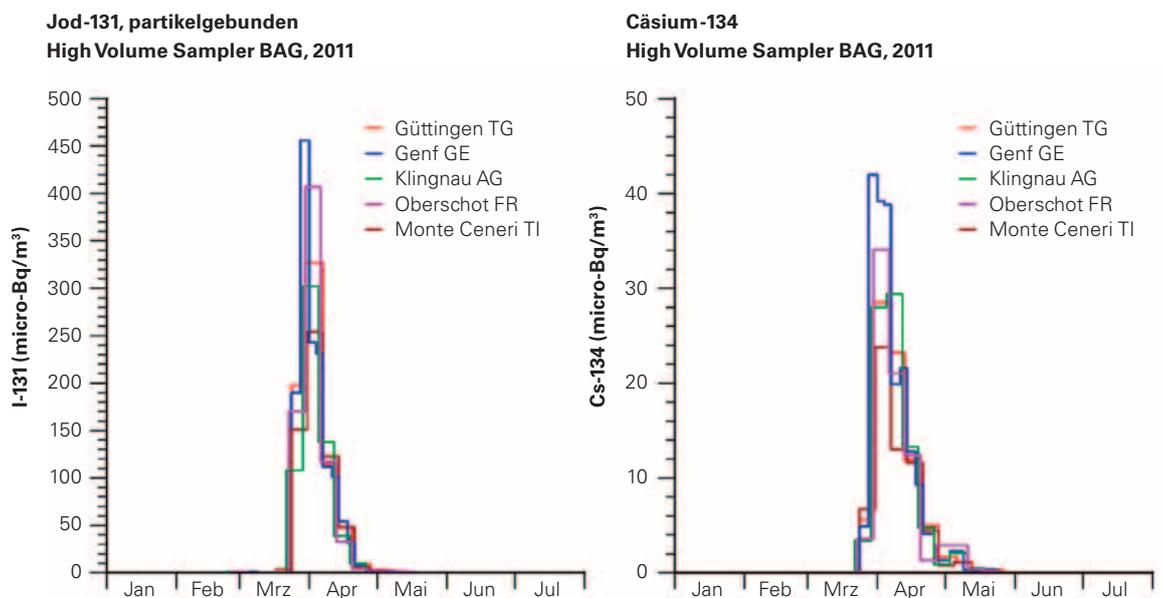


Abb. 1: Verlauf der I-131- (links, partikelgebunden) und der Cs-134 -Konzentrationen (rechts) in der Schweiz von Anfang Januar bis Ende Juli 2011. Die Emissionen aus Fukushima führten im März und April 2011 zu deutlich erhöhten Konzentrationen, die aber keine gesundheitliche Gefahr darstellten.

Messungen der Radioaktivität in der Luft

Partikelgebundene Radioaktivität

In der Schweiz werden Proben für hochempfindliche Messungen von partikelgebundener Radioaktivität im Luftstaub an fünf Standorten mit sogenannten Hochvolumensammlern erhoben. Alle fünf Stationen konnten die in Fukushima freigesetzte Radioaktivität nachweisen (vgl. Abb. 2). Erhöht waren vor allem die Konzentrationen von I-131 (Halbwertszeit 8 Tage, maximale Konzentration 450 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$) sowie in geringerer Masse Cäsium-Isotope (Cs-137 und Cs-134, Halbwertszeiten 30 Jahre beziehungsweise 2 Jahre). Die maximalen Konzentrationen von Cs-134 waren rund 10-mal tiefer als jene von I-131. Das Verhältnis von Cs-137 zu Cs-134 lag nahe bei 1. In einigen Proben wurden auch kurzlebige Isotope wie Tellur-132 (Te-132), I-132 und Cs-136 nachgewiesen.

Abbildung 3 vergleicht den zeitlichen Verlauf der I-131 Konzentration in Genf mit einer Messstation in Japan, einer Station in den USA (Westküste) sowie der Station Schauinsland bei Freiburg im Breisgau unmittelbar nach dem Unfall in Fukushima (Quelle: www.bfs.de). Die europäischen Messstationen registrierten ab dem 22. März 2011 eine erhöhte Radioaktivität. Die höchsten Werte (bis 6'000 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ partikelgebundenes I-131) traten zwischen dem 28. März und dem 6. April 2011 eher im nördlichen Teil Europas auf. Gegen Ende Mai 2011 sanken die Konzentrationen in Europa auf Werte wie vor dem Unfall ab.

Gasförmiges I-131

Die Schweiz besitzt ein Jod-Alarmssystem, das in den Kantonen Genf, Fribourg, Aargau und Tessin gasförmiges I-131 mit vier automatischen Detektoren (NaI) misst. Dieses System konnte das nach Fukushima aufgetretene gasförmige I-131 nicht erfassen, da die Mengen zu klein waren. Präzisere Nachmessungen von gasförmigem I-131 im Labor zeigten für die Zeit vom 31. März bis zum 7. April 2011 Aktivitäten zwischen 1'000 und 1'800 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$. Die Konzentrationen von gasförmigem I-131 waren damit vier- bis sechsmal höher als jene von partikelgebundenem I-131, was gut mit Messungen in anderen europäischen Ländern übereinstimmt.

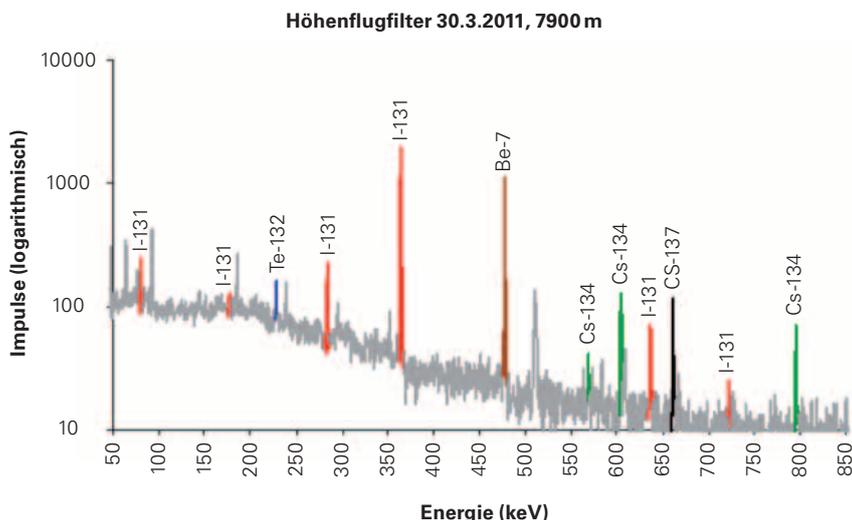


Abb. 2: Gammaspektrum eines Luftfilters aus der Schweiz mit Radioisotopen aus dem Reaktorunfall in Fukushima. Das gezeigte Spektrum stammt von einer Aerosolprobe, die am 30.3.2011 in einer Höhe von 7'900 m mit einem Flugzeug gesammelt wurde (Höhenflugfilter).

Jod-131, partikelgebunden

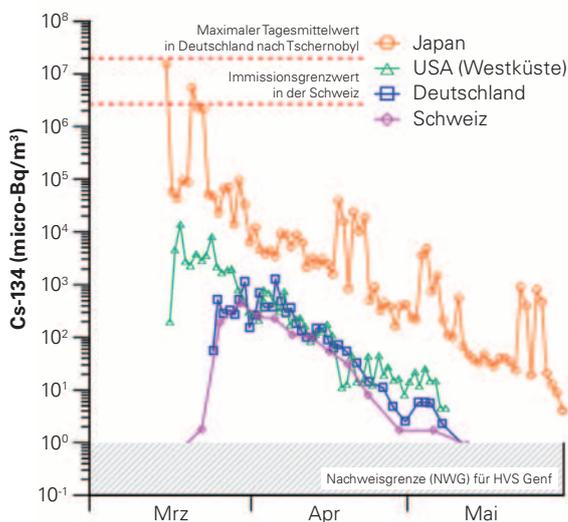


Abb. 3: Entwicklung der Konzentration von partikelgebundenem Jod-131 in der Atmosphäre. Werte aus Japan, den USA (Westküste), Deutschland (Freiburg im Breisgau) und der Schweiz (Genf). Die obere gestrichelte rote Linie zeigt den maximalen Tagesmittelwert, der in Deutschland nach dem Unfall in Tschernobyl 1986 aufgetreten ist. Der schweizerische Immissionsgrenzwert (höchste zulässige länger dauernde Konzentration) ist ebenfalls dargestellt. Quelle (ausser Genf): www.bfs.de.

Höhenluft

Mit Luftfiltern ausgerüstete Tiger-Jets der Schweizer Luftwaffe sammelten Höhenluftproben. Die I-131-Aktivität in diesen Proben betrug Ende März 2011 bis zu 1'900 micro-Bq/m³ und unterschied sich nicht gross von der bodennahen Luft in Nordeuropa (Abb. 4). Die am Boden aufgetretenen tieferen Werte sind wahrscheinlich durch die Wetterlage (Südwind) bedingt.

Umwelt- und Lebensmittelproben aus der Schweiz

Die kontaminierte Luft hat in der Schweiz zu einer geringen Deposition von Radionukliden auf dem Boden geführt. Die I-131 Aktivitäten im Gras betragen maximal einige wenige Bq pro kg Frischgewicht, die Radioaktivität auf Wiesland lag in der Grössenordnung von einigen Bq/m². Ähnliche I-131-Aktivitäten wie im Gras waren auch in ungewaschenem Blattgemüse vorhanden. Die höchsten Werte traten in Höhenlagen mit grossen Niederschlagsmengen auf. Das mit I-131 kontaminierte Regenwasser führte jedoch zu keiner Kontamination des Trinkwassers.

Ungefähr ein Drittel des im Gras enthaltenen I-131 wird üblicherweise in die Milch transferiert, d.h. bei 3 Bq pro kg Frischgewicht im Gras müssen bis zu 1 Bq/l in der Milch erwartet werden. Von den nach Fukushima gemessenen Milchproben enthielt jedoch nur eine Probe geringste Spuren von I-131 (0,1 Bq/l), da vermutlich im April viele Kühe noch nicht mit Frischgras gefüttert wurden.

Als weiteres eindeutig aus Japan stammendes Radioisotop wurden in einigen Grasproben Cs-134 in kleinsten Spuren nachgewiesen. Drei Milch- und Salatproben von Anfang April aus der Region Lausanne wiesen keine erhöhten Radiostrontium (Sr-90) Werte auf. Eine Übersicht der in der Schweiz von Mitte März bis Ende April durchgeführten Messungen von Lebensmittel- und Umweltproben wird in Abbildung 4 gezeigt.

	Anzahl Proben	I-131 Maximum	I-131 Median
Luft (HVS)	44	456 micro-Bq/m ³	48 micro-Bq/m ³
Regen	12	1,4 Bq/l	0,2 Bq/l
Gemüse	29	1,2 Bq/kg	< 0,5 Bq/kg
Gras	22	4,6 Bq/kg	0,7 Bq/kg
Milch	61	0,1 Bq/l	< 0,2 Bq/l
Trinkwasser	22	< 0,1 Bq/l	
In-situ	3	< NWG	

Abb. 4: Übersicht der nach den Reaktorunfällen in Fukushima gemessenen Umwelt- und Lebensmittelproben (15. März bis 30. April 2011). NWG: Nachweisgrenze. Der Grenzwert für I-131 für aus Japan importierte Lebensmittel beträgt 300 Bq/kg für flüssige Lebensmittel (Milch) beziehungsweise 2'000 Bq/kg in allen anderen Lebensmitteln.

Bewertung der Ergebnisse

Trotz der radioaktiven Spuren aus Fukushima war die Schweizer Bevölkerung zu keinem Zeitpunkt gefährdet. Die Dosisbeiträge durch Direktstrahlung und Inhalation waren vernachlässigbar klein. Die über die Nahrung aufgenommene Radioaktivität hätte selbst bei einem Verzehr von 25 kg des am stärksten kontaminierten Gemüses (Blattgemüse) nur 0,5 micro-Sievert (micro-Sv) betragen, was einem Zehntausendstel der jährlichen Strahlenbelastung der Bevölkerung (die etwa 5 mSv beträgt) entspricht.

Intervention bei erhöhter Radioaktivität

Der Tsunami an der japanischen Ostküste, der in Fukushima Dai-ichi einen Atomunfall zur Folge hatte, offenbarte einige Mängel in der Ausgestaltung der Anlagen. Der Unfall wurde auf der internationalen Skala der Nuklearereignisse zunächst auf Stufe 5 und später auf Stufe 7 klassiert, was demselben Schweregrad entspricht wie Tschernobyl vor 25 Jahren. Die Katastrophe in Japan, deren gesundheitliche und ökologische Folgen sich noch nicht abschliessend beurteilen lassen, hat die Diskussion über die Risiken beim Betrieb von Atomkraftwerken neu entfacht. Auch die Schweiz muss sich auf den schlimmsten Fall vorbereiten.

Notfallsituation

Bei einem strahlungsbedingten Notfall in einem Kernkraftwerk muss sehr schnell gehandelt werden. Es gilt, das beschädigte Kernkraftwerk und die Freisetzung von radioaktivem Material in die Umgebung unter Kontrolle zu bringen. Prioritär sind auch Schutzmassnahmen, die für eine möglichst geringe Exposition der Bevölkerung sorgen. Der Bundesrat hat nach Fukushima entschieden, eine interdepartementale Arbeitsgruppe zur Überprüfung der Notfallschutzmassnahmen bei Extremereignissen in der Schweiz (IDA NOMEX) einzusetzen. Die Arbeitsgruppe wird aufgrund der Erfahrungen in Japan prüfen, ob neue gesetzliche und organisatorische Notfallschutzmassnahmen notwendig sind. Die allenfalls erforderlichen Anpassungen in der bestehenden Gesetzgebung (Gesetze und Verordnungen) werden von den zuständigen Departementen etappenweise bis Mitte 2012 erarbeitet.

Situation nach einem nuklearen Unfall

Das Kernkraftwerk und die Notfallsituation unter Kontrolle zu bringen – das stand bisher im Zentrum der Vorbereitung auf einen nuklearen Unfall in der Schweiz. Und darüber hinaus? Sind wir bereit, uns auch mit den komplexen Problemen zu beschäftigen, die den Schutz der Bevölkerung, die wirtschaftlichen Folgen und die Sanierung der kontaminierten Gebiete betreffen? Im Zeitraum unmittelbar nach

dem Unfall werden Lebensmittel und Umwelt kontaminiert, was für die betroffenen Gebiete ernstzunehmende Folgen hat.

Soll man im betroffenen Gebiet bleiben oder weggehen? Kann man auf einem kontaminierten Gebiet später wieder leben? Wie lassen sich die Kontaminationen sanieren und begrenzen? All diese Fragen stellen sich, und die Diskussion sollte deshalb auf den Umgang mit langfristigen Kontaminationen nach einem Atomunfall auf Schweizer Gebiet ausgedehnt werden. Wir sollten uns eingestehen, dass wir noch lange nicht alle Seiten dieser Fragen beleuchtet haben. Solche und ähnliche Überlegungen mögen auch dazu geführt haben, dass Parlament und Bundesrat sich entschlossen haben, mittelfristig aus der Kernenergie auszustiegen.

Radioaktivität in der Umwelt

Im Jahr 2011 lagen die Radioaktivitätswerte, die in der Umwelt und in den Nahrungsmitteln gemessen wurden, unter den gesetzlichen Grenzwerten. Die Ergebnisse zeigen, dass die Radioaktivität natürlichen Ursprungs in der Schweiz eine vorherrschende Rolle spielt, allerdings mit regionalen Abweichungen, die hauptsächlich geografischen Eigenheiten zuzuschreiben sind. Geringe Spuren künstlicher Radioaktivität wurden insbesondere nach dem Unfall im Kernkraftwerk von Fukushima Dai-ichi festgestellt, was bestätigt, dass die verwendeten Überwachungstechniken effizient sind. Das vom Unfall ausgegangene gesundheitliche Risiko kann als gering eingestuft werden.

Fukushima

Der nukleare Unfall von Fukushima führte in der Schweiz im Frühling 2011 zu einer eindeutig messbaren Erhöhung der Konzentrationen von Jod-131, Cäsium-134 und Cäsium-137. Die registrierten Werte stellten jedoch für die Gesundheit der Bevölkerung keine Gefahr dar. Die vollständigen Ergebnisse der Überwachung von Umwelt und Lebensmitteln, die in der Schweiz angeordnet wurde, um die Auswirkungen des Unfalls auf unserem Staatsgebiet zu beurteilen, werden im Kapitel *Reaktorunfall in Fukushima* in diesem Bericht detailliert dargestellt.

Wichtigste Ergebnisse

der Überwachung im Jahr 2011

Abgesehen von den Radionukliden aus Fukushima ist die in der Schweiz im Jahr 2011 gemessene künstliche Radioaktivität hauptsächlich auf die Folgen der oberirdischen Kernwafferversuche in den 50er- und 60er-Jahren und den Tschernobyl-Reaktorunfall zurückzuführen. In den Alpen und Südalpen sind die Werte von Cäsium-137 und Strontium-90 immer noch etwas höher als im Mittelland. Obwohl die Cäsium-137-Konzentrationen seit 1986 stetig abnehmen, werden in bestimmten Nahrungsmitteln – wie einheimischen oder eingeführten wilden Pilzen, Honig oder Heidelbeeren – für dieses Radionuklid noch immer Überschreitungen der Toleranzwerte und der Grenzwerte festgestellt.

Im Rahmen der Überwachung der Radioaktivität in der Umgebung der Kernkraftwerke, der Forschungszentren (PSI, CERN) und der Unternehmen, die radioaktive Stoffe einsetzen, wurden im vergangenen Jahr keine nennenswerten Auswirkungen auf die Radioaktivität festgestellt. Mit den hochempfindlichen Messmethoden, die in der Umgebung dieser Anlagen zum Einsatz kommen, wurden jedoch Spuren von Abgaben an die Atmosphäre nachgewiesen, etwa sporadisch Natrium-24 und Jod-131 in der Nähe des CERN oder erhöhte Werte von Kohlenstoff-14 im Laub in der Umgebung der Kernkraftwerke. In den Flüssen sind die Aus-

wirkungen der flüssigen Abgaben der Kernkraftwerke namentlich im Fall der Kobalt-Isotope sowie bei Mangan-54 in Wasser und Sedimenten messbar. Im Rhein und in der Aare wurden leicht erhöhte Tritium-Werte im Bereich von 10 bzw. 30 Bq pro Liter gemessen. Mit Ausnahme der erwähnten Beispiele ergaben die Umweltmessungen keine Unterschiede gegenüber Orten ausserhalb des Einflussbereichs der Kernkraftwerke.

Im Jahr 2011 wurden zudem in der Nähe gewisser Unternehmen Spuren von Kohlenstoff-14 und leicht erhöhte Tritiumwerte festgestellt. Die höchste gemessene Konzentration in den Proben aus der Umgebung eines Unternehmens, das Tritium verwendet, betrug etwa 2100 Bq/l, was ungefähr 17,5 % des Immissionsgrenzwertes der Strahlenschutzverordnung für öffentlich zugängliche Gewässer entspricht. Zum Vergleich: Die durchschnittliche Konzentration von Tritium in Proben aus der ganzen Schweiz beträgt etwa 2 bis 3 Bq/l. Die Abgaben, die zu den erhöhten Werten bestimmter Radionuklide in der Umgebung führten, lagen aber klar unterhalb der erlaubten Grenzwerte.

Auf der Grundlage der Artikel 104 bis 106 der StSV koordiniert das BAG die Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt in Zusammenarbeit mit Laboratorien von Bund, Kantonen und Universitätsinstituten. Die Überwachung soll gewährleisten, dass einerseits bedeutende Zunahmen der Radioaktivität in der Umwelt rasch erkannt werden (frühzeitige Identifikation eines radiologischen Unfalls), und sich andererseits die durchschnittliche Strahlendosis, der die Schweizer Bevölkerung in einem Jahr ausgesetzt ist, einschätzen lässt. Damit soll sichergestellt werden, dass diese Dosis – natürlichen oder künstlichen Ursprungs – einen zulässigen Wert nicht überschreitet. Die vollständigen Ergebnisse werden im «Jahresbericht Umweltradioaktivität und Strahlendosen in der Schweiz» publiziert.

Ergebnisse der CANUPIS-Studie 2011

publiziert

Die grosse schweizweite Langzeitstudie CANUPIS fand keine Hinweise dafür, dass kindliche Krebserkrankungen in der Nähe von Kernkraftwerken häufiger auftreten als anderswo. Die Resultate der Forschenden stehen damit im Einklang mit den Daten der Überwachung der Radioaktivität durch das BAG. Die CANUPIS-Studie wurde vom Institut für Sozial- und Präventivmedizin (ISPM) der Universität Bern in Zusammenarbeit mit dem Schweizer Kinderkrebsregister und der Schweizerischen Pädiatrischen Onkologiegruppe durchgeführt. Die Frage, ob die Anwohnerinnen und Anwohner von Kernkraftwerken (KKWs) gesundheitlich gefährdet sind, stellt man sich seit über 20 Jahren. Besonders oft diskutiert werden Krebserkrankungen bei Kindern, die strahlenempfindlicher sind als Erwachsene. Eine im Dezember 2007 veröffentlichte Fall-Kontroll-Studie aus Deutschland zeigte ein mehr als zweifach erhöhtes Risiko für Leukämie bei Kleinkindern im Umkreis von 5 Kilometern von KKWs. Diese Ergebnisse führten zu einer Verunsicherung der Schweizer Bevölkerung und hatten verschiedene parlamentarische Vorstösse zur Folge. Das BAG und die Krebsliga Schweiz (KLS) beauftragten deshalb das Institut für Sozial- und Präventivmedizin (ISPM) der Universität Bern, in der Schweiz eine ähnliche Studie durchzuführen. Die CANUPIS-Studie (Childhood Cancer and Nuclear Power Plants in Switzerland, www.canupis.ch) wurde von September 2008 bis Dezember 2010 durchgeführt. Die Ergebnisse wurden im «International Journal of Epidemiology» publiziert. Unter folgenden Links kann die Studie heruntergeladen werden:

<http://ije.oxfordjournals.org/content/early/2011/07/11/ije.dyr115.full> oder

<http://ije.oxfordjournals.org/content/early/2011/07/11/ije.dyr115.full.pdf+html>

Fortschritte beim Radonschutz

Am 25. Mai 2011 hat der Bundesrat den «Nationalen Radonaktionsplan 2012–2020» verabschiedet. Darin ist grundsätzlich festgelegt, wie die Schweiz ihre Strategie den neuen internationalen Normen anpassen und die Bevölkerung möglichst gut vor den Risiken im Zusammenhang mit Radon schützen kann. Radon ist nach dem Rauchen die zweithäufigste Ursache für Lungenkrebs. Das Gas ist in der Schweiz jährlich für 200 bis 300 Todesfälle oder rund 10 % der Todesfälle durch Lungenkrebs verantwortlich.

Neue Schutzstrategie

Das Radonschutzprogramm der Schweiz stützt sich auf die Artikel 110 bis 118a der Strahlenschutzverordnung (StSV), deren Vollzug Sache der Kantone ist. Der Grenzwert für Wohn- und Aufenthaltsräume beträgt 1000 Becquerel pro Kubikmeter (Bq/m^3). Der Richtwert für Neu- und Umbauten beträgt $400 \text{ Bq}/\text{m}^3$. 2009 haben sich die internationalen Instanzen auf einen Referenzwert von $300 \text{ Bq}/\text{m}^3$ geeinigt. Angesichts der geologischen und klimatischen Bedingungen in unserem Land ist somit die gesamte Schweiz von der Radonproblematik betroffen, was eine grundlegende Strategieänderung mit einem kollektiven statt individuellen Ansatz erfordert. Dieser Paradigmenwechsel bedingt eine Senkung der gesetzlichen Werte und eine wirksamere Umsetzung, beispielsweise durch strengere Bauvorschriften. Im Jahr 2011 trafen sich Vertreter des BAG verschiedentlich mit Verantwortlichen der Kantone, um die Rahmenbedingungen der neuen Strategie zu klären und die Revision der StSV zu unterstützen.

Messungen und Kartierung

Im Winter 2010/2011 wurden Messungen in rund 5500 Gebäuden vorgenommen. Die meisten Kantone haben Kampagnen mit kostenlosen Messungen organisiert, um das Kataster zu ergänzen und/oder Gebäude mit hohen Konzentrationen zu identifizieren. Gezielte Messungen wurden in öffentlichen Gebäuden, insbesondere Schulen, durchgeführt. Die Radonkarte (Abb. 5) beruht auf mehr als 130'000 gemessenen Gebäuden, von denen ca. 3000 eine Überschreitung des Grenzwertes von

$1000 \text{ Bq}/\text{m}^3$ aufzeigen. Betroffene Eigentümer können eine «Radonfachperson» beiziehen, die sie bei der Sanierung berät. Eine Liste der Radonfachpersonen ist auf der Internetseite des BAG zu finden (www.ch-radon.ch).

Ausbildung der Baufachleute

Gegen 200 Baufachleute haben bereits die vom BAG anerkannte Weiterbildung zur «Radonfachperson» absolviert. Der letzte Kurs fand 2011 an der Università della Svizzera italiana (USI) statt. In Vorbereitung sind Weiterbildungen zu den Themen Radon und/oder Schadstoffe im Wohnbereich an der Hochschule für Technik und Architektur Freiburg (HTA-FR), an der Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana (SUPSI) in Lugano sowie an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Lausanne (ETHL). Ausserdem ist eine neue E-Learning-Plattform für Baufachleute zum Thema Radon in Vorbereitung.

Das BAG hat regionale Kompetenzzentren geschaffen, um die Radonsachverständigen zu unterstützen und die Problematik in den Ausbildungen der Baubranche zu verankern. Folgende drei Fachhochschulen haben sich bereit erklärt, diese Aufgabe zu übernehmen:

- die HTA-FR in der Westschweiz
- die SUPSI in der italienischsprachigen Schweiz
- die Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW) in Muttenz in der Deutschschweiz

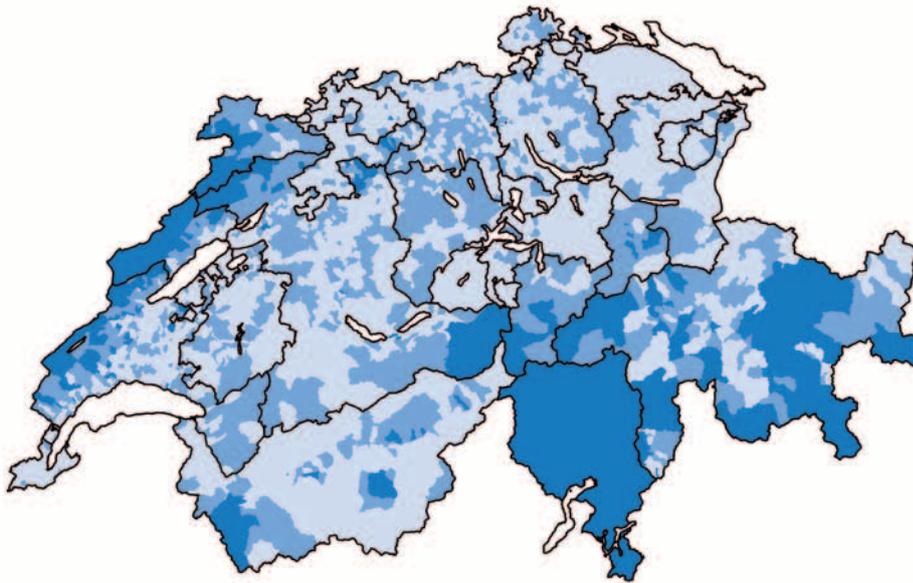


Abb. 5: Radonkarte der Schweiz (Wohn- und Aufenthaltsräume), Stand: Februar 2011, Quelle: GG25 © Swisstopo

Radonrisiko*:

- Gering
- Mittel
- Hoch

* Bemerkung: in einigen Gemeinden wird das Radonrisiko aufgrund ungenügender Messungen geschätzt

Im Jahr 2011 organisierte jede dieser Schulen ein erstes Treffen mit den Radonfachpersonen für einen Erfahrungsaustausch, der jährlich wiederholt werden soll. Neu füllen die Radonfachpersonen für jede erfolgreich abgeschlossene Sanierung einen Fragebogen aus, damit die Radonsanierungen dokumentiert werden können.

Bauliche Massnahmen

Schutzmassnahmen vor Radon sind in Neubauten wesentlich günstiger als eine spätere Sanierung im Fall erhöhter Radonkonzentrationen. Aus diesem Grund hat das BAG die Empfehlungen für Neubauten aktualisiert. Sie

sind abrufbar unter www.ch-radon.ch. Ein langfristig dichtes Fundament, um das Eindringen sowohl von Radon als auch von Feuchtigkeit zu vermeiden, ist eine Anforderung an alle neuen Gebäude, unabhängig vom Radonrisiko in der Gemeinde. Zusätzliche Schutzmassnahmen sind zu empfehlen, wenn eine Niedrigenergie-Bauweise gewählt wird und/oder wenn Wohn- und Aufenthaltsräume in direktem Kontakt mit dem Untergrund stehen. Zusätzlich haben die Verantwortlichen der Kantone und das BAG einen gemeinsamen Vorschlag zur Anpassung der SIA-Norm 180 zum Wärme- und Feuchtigkeitsschutz im Hochbau erarbeitet.

Das BAG möchte Synergien zwischen den Programmen «Radon» und «energetische Gebäudesanierung» schaffen. Die SUPSI analysiert in einem laufenden Projekt rund 200 Gebäude, die energetisch saniert werden, um herauszufinden, welche baulichen Veränderungen eine Erhöhung der Radonkonzentration zur Folge haben. Auf der Grundlage der Erkenntnisse aus dieser Studie wird eine Strategie entwickelt. In diesem Winter bietet das BAG Eigentümern von MINERGIE-ECO-Gebäuden die Möglichkeit, kostenlos den Radonwert messen zu lassen.

Eine Reihe von vier Broschüren für Gebäudeeigentümer wurde im Rahmen der Arbeitsgruppe DACHI verfasst, der Radonexperten aus Deutschland, Österreich, Liechtenstein, der Schweiz und dem italienischen Tirol angehören. Diese Publikationen sind verfügbar unter: www.ch-radon.ch

- Radonmessung und Bewertung
 - Vorsorgemassnahmen bei Neubauten
 - Sanierungsmassnahmen bei bestehenden Gebäuden
 - Einfluss der energetischen Sanierung
-

Strahlenschutz in Medizin und Forschung

Das Risiko von Strahlenschäden muss in Medizin und Forschung klein sein, das ist ein Grundprinzip des Strahlenschutzes. Um Patientinnen und Patienten sowie Angestellte besser zu schützen, optimieren das BAG und die Betriebe gemeinsam und kontinuierlich den Einsatz ionisierender Strahlung.

Technische Audits und Qualitätsmanagement in der Medizin

Audits in den Radioonkologie-Instituten

Im Vergleich mit der radiologischen und nuklearmedizinischen Diagnostik wird die Strahlentherapie nur bei einem kleinen Teil der Bevölkerung mit schweren Erkrankungen angewendet. Der Nutzen solcher Verfahren ist zwar gross, die Strahlenexposition der Betroffenen ist teilweise jedoch sehr hoch. Aus diesem Grund ist eine exakte, strukturierte Arbeitsweise mit klar definierten Prozessabläufen und Verantwortlichkeiten unter den beteiligten Berufsgruppen (Radio-Onkologen, Medizinphysiker, Fachpersonen für medizinisch technische Radiologie MTRA und Medizinische Praxisassistentinnen MPA) unabdingbar.

Das BAG hat im Rahmen von Audits die Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben im Bereich des Strahlenschutzes und der Qualitätssicherung (QM) in radio-onkologischen Betrieben überprüft. Ziel dieser Audits ist es, einen Überblick über die aktuelle radio-onkologische Praxis zu erhalten, Schwachstellen aufzudecken und Verbesserungsvorschläge anzubringen. Das Projekt startete im Juni 2011. Bis Ende Jahr werden die ersten 14 radio-onkologischen Institute auditiert sein. Bis im Frühjahr 2012 sollen die restlichen der insgesamt 28 Institute folgen. Das BAG wird die Ergebnisse anschliessend analysieren und mit den beteiligten Fachgesellschaften besprechen.

Nachfolgend die wichtigsten Erkenntnisse aus den ersten Audits:

- In den meisten Betrieben ist keine systematische QM-Dokumentation vorhanden.
- Bei periodischen Nachkontrollen der Patienten werden die Radio-Onkologen häufig nicht beigezogen.
- Bildgeführte Strahlentherapie (IGRT): Die zusätzliche Strahlendosis, die für Patienten während der Strahlentherapie durch Aufnahme diagnostischer Bilder entsteht, wurde bisher vernachlässigt. Sollen diese Dosen für die Bestrahlungsplanung (Tumordosis, Risikoorgane) mitberücksichtigt werden?
- Kritische Ereignisse und Vorfälle werden oft nur dem BAG gemeldet und in einem betriebsinternen CIRS- System (Critical Incident Reporting System) erfasst. Damit aber auch andere Betriebe von diesen Fehlern lernen können, ist es wichtig, kritische Ereignisse und Vorfälle in der ROSIS (Radio Oncology Safety Information System) Datenbank (www.rosis.ch) anonym zu erfassen.

Qualitätskontrolle in der Mammographie

Die an die europäischen Normen angepasste Richtlinie zur Qualitätssicherung im Bereich der Mammographie ist am 1. April 2011 in Kraft getreten.

Es ist vorgesehen, die Qualitätskontrollen für alle Geräte, die in der Schweiz in der Mammographie verwendet werden, zu harmonisieren, sowohl im Rahmen von organisierten Screening-Programmen als auch bei konventionellen Mammographien. Jeder Gerätehersteller muss bei seinen Geräten eine Jahresrevision mit Zustandsprüfung durchführen, deren Ergebnis dem BAG innerhalb eines Monats mitzuteilen ist. Zudem muss der Anwender regelmässig Konstanzprüfungen mit einem speziellen Phantom durchführen: mindestens einmal wöchentlich für digitale Mammographie-Geräte und täglich für analoge Anlagen.

Es wurde eine Übergangsfrist bis zum 31. März 2013 festgelegt, um Bildgebungssysteme zu ersetzen, die den Qualitätskriterien der neuen Richtlinie nicht genügen, das betrifft namentlich nur teilweise digitale Anlagen. Diese Frist gilt nur für Geräte, die in der konventionellen Mammographie zum Einsatz kommen. Das BAG wird mit Audits überprüfen, ob diese neue Richtlinie korrekt angewendet wird.

Dosisoptimierungen in der Medizin

Beizug von Medizinphysikern in der medizinischen Diagnostik

Nuklearmedizinische, interventionelle und computertomographische Untersuchungen führen zu den höchsten Strahlenexpositionen der Patienten und des Personals. Es ist deshalb sehr wichtig, diese Verfahren möglichst dosisoptimiert einzusetzen. Während der technischen Audits in den Betrieben hat das BAG grosse Unterschiede hinsichtlich der applizierten Dosen für identische Untersuchungen festgestellt. Zudem sind die notwendigen Kenntnisse und die Sensibilität für die dosisoptimierte Strahlenanwendung nicht bei allen Anwendern vorhanden. Diese Situation soll durch den Beizug von Medizinphysikern deutlich verbessert werden. Medizinphysiker sollen periodisch nuklearmedizinische Anwendungen, die durch leuchtungsgestützte interventionelle Radiologie sowie die Computertomographie begleiten, wie dies Art. 74 Abs. 7 der Strahlenschutzverordnung (StSV) vorsieht. Dieser Artikel muss ab 1. Januar 2012 nach einer vierjährigen Übergangsfrist umgesetzt werden. Es waren teilweise

Einigungsgespräche mit den Betrieben notwendig, da es einige Divergenzen über die Auslegung der neuen Bestimmung gab.

Eine Arbeitsgruppe, zusammengesetzt aus Vertretern der betroffenen Fachgesellschaften (Radiologen, Nuklearmediziner, Radiopharmazeuten, Medizinphysiker und MTRA), der Industrie und dem BAG, hat Empfehlungen erarbeitet, wie Art. 74 in die Praxis umgesetzt werden kann. Die Empfehlungen beschreiben die wichtigsten Aufgaben und Tätigkeiten der Medizinphysiker sowie die minimalen Zeitanforderungen für deren Durchführung. Mitte dieses Jahres wurden die Betriebe über die Empfehlungen informiert und gleichzeitig aufgefordert, dem BAG bis spätestens Ende 2011 ihr Konzept über die praktische Umsetzung des Art. 74 einzureichen. Im Rahmen der regelmässig in den Betrieben durchgeführten Audits wird das BAG die Umsetzung vor Ort überprüfen.

Diagnostische Referenzwerte in der Projektionsradiologie – Projekt DRWRad

Für Patientinnen und Patienten in der Röntgendiagnostik existieren keine Dosisgrenzwerte, wie sie für beruflich strahlenexponierte Personen und die übrige Bevölkerung gelten. Die Strahlenschutz-Grundsätze für die Rechtfertigung und Optimierung sollen nun einen angemessenen Schutz der Patienten gewährleisten. Die Internationale Strahlenschutzkommission (ICRP) weist darauf hin, dass eine Begrenzung der Exposition in der medizinischen Diagnostik notwendig ist. Sie empfiehlt diagnostische Referenzwerte (DRW), die sich direkt auf die Patientendosis beziehen. In einer landesweiten Erhebungsstudie hat das BAG die aktuelle Situation bei häufig durchgeführten projektionsradiographischen Aufnahmen ermittelt und angepasste, nationale Referenzwerte abgeleitet. Dabei konnten die beiden relevanten Dosisgrössen (Eintrittsdosis an der Patientenoberfläche und Dosis-Flächenprodukt) erheblich reduziert werden. Die neuen Werte wurden im Juli 2011 publiziert und in Kraft gesetzt (BAG-Merkblatt R-06-04). Diagnostische Referenzwerte

	ESD bisher [mGy]	ESD neu [mGy]	Abnahme [%]	DFP bisher [cGycm²]	DFP neu [cGycm²]	Abnahme [%]
Thorax pa	0.3	0.15	50	20	15	25
Thorax seitlich	1.5	0.75	50	100	60	40
LWS pa/ap	10	7	30	320	235	27
LWS seitlich	30	10	66	800	415	48
Becken ap	10	3.5	65	500	250	50
Schädel pa/ap	5	2.5	50	110	65	41
Schädel seitlich	3	1.5	50	100	50	50

Abb. 6: Diagnostische Referenzwerte DRW: Darstellung der Veränderung
 ESD = Eintrittsdosis an der Patientenoberfläche
 DFP = Dosis-Flächenprodukt

stellen ein geeignetes und effektives Mittel für den Prozess der Dosisoptimierung dar. Das BAG überprüft im Rahmen seiner Aufsichtstätigkeit auch bei anderen bildgebenden Systemen die Aktualität dieser wichtigen Grössen. Gesetzliche Basis der diagnostischen Referenzwerte bildet Artikel 37a der Strahlenschutzverordnung.

Projekt klinische Audits in der RADIOLOGIE

Im Rahmen seiner Aufsichtstätigkeit führt das BAG regelmässig technische Inspektionen und Audits in den verschiedenen Bereichen der RADIOLOGIE durch (diagnostische Radiologie, Nuklearmedizin und Strahlentherapie). Im Hinblick auf einen noch optimaleren Einsatz ionisierender Strahlung plant das BAG die Einführung klinischer Audits, die sich in erster Linie auf die Rechtfertigung von radiologischen Untersuchungen und Behandlungen konzentrieren.

Bei diesen Audits werden Vertreter der betroffenen Fachbereiche (Ärzte, Medizinphysiker, MTRA usw.) die Aufgabe übernehmen, die aktuelle Praxis mit den Standards zu vergleichen, um so die Qualität und das Ergebnis RADIOLOGISCHER Untersuchungen und Behandlungen zu verbessern. Diese neuartige Form von Audits, welche in der Europäischen Union bereits seit 1997 in Kraft ist, soll die aktuelle Tätigkeit des BAG ergänzen.

Das BAG hat dieses Projekt offiziell im April 2011 im Rahmen einer Kickoff-Sitzung lanciert, an der Professor S. Soimakallio, ein Radiologe aus Tampere (Finnland), Einblick in seine 15-jährigen Erfahrungen mit klinischen Audits gab. Zur Ausarbeitung einer realistischen und kohärenten Strategie wurde die aktuelle Situation an drei Workshop-Tagen zusammen mit Vertretern der 14 wichtigsten Stakeholder analysiert. Dabei wurde die entscheidende Rolle der Auditorganisation festgehalten, die mit konstruktiven Empfehlungen für die geprüfte Organisation einen Mehrwert schaffen kann. Bedingung dafür ist, dass die Auditoren sehr hohe fachliche Kompetenzen besitzen und gleichzeitig absolut unabhängig sein müssen. Im Übrigen müssen die Praxis-Standards evidenzbasiert und die etablierten Normen gut überprüfbar sein. Bei der Durchführung der klinischen Audits braucht es die aktive Beteiligung aller betroffenen Akteure.

Monitoring der medizinischen Strahlendosen in der Schweiz: Resultate der Erhebung 2008

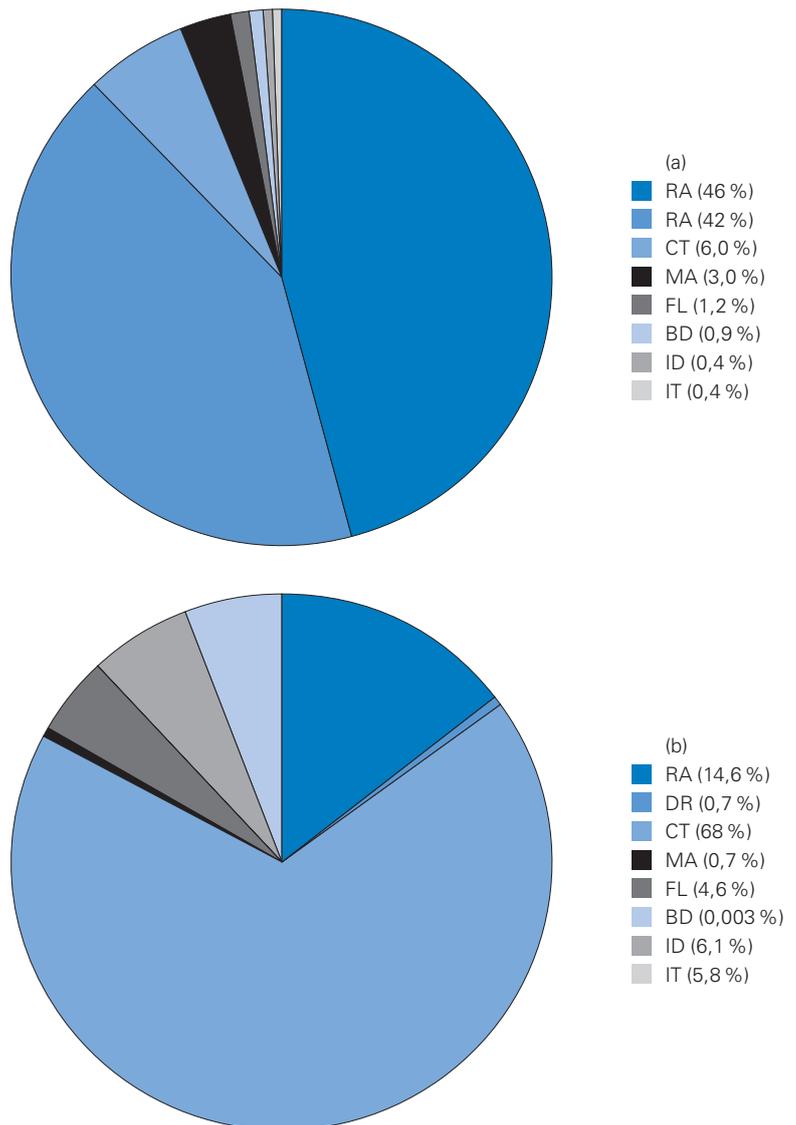
Computertomografische Untersuchungen (CT) verursachen mehr als zwei Drittel der jährlichen kollektiven Strahlendosis in der Röntgendiagnostik (Abb. 7), obwohl nur 6 % aller in der Schweiz durchgeführten röntgendiagnostischen Untersuchungen CT-Untersuchungen sind. Auch die interventionelle Radiologie, die nur einen Anteil von 0,8 % aller röntgendiagnostischen Untersuchungen ausmacht, verursacht beinahe 12 % der Kollektivdosis.

Der grösste Teil der jährlich durchgeführten Untersuchungen fällt auf die Kategorien klassische Aufnahmen und Dentalröntgen (46 % bzw. 42 %). Betrachtet man hingegen die Dosen, dann sinkt der Anteil der klassischen Aufnahmen auf 14,6 % und derjenige des Dentalröntgens auf weniger als 1 % der Kollektivdosis.

Die Erhebung zeigt, dass 2008 insgesamt 13 Millionen röntgendiagnostische Untersuchungen durchgeführt wurden, was 1,7 Untersuchungen pro Einwohner entspricht. Die gesamte durch die Röntgendiagnostik verursachte, jährliche effektive Dosis pro Einwohner ist zwischen 1998 und 2008 von 1,0 mSv auf 1,2 mSv angestiegen. Seit der Zwischenerhebung von 2003 ist die mittlere effektive Dosis nicht angestiegen, obwohl die Anzahl der Untersuchungen zugenommen hat. Dies kommt daher, dass die Dosis für klassische Aufnahmen dank technischer Neuerungen deutlich gesunken ist.

Die Kollektivdosis in der Schweiz ist vergleichbar mit derjenigen von Ländern mit ähnlichen Gesundheitssystemen. Wegen der grossen Anzahl dentaler Röntgenaufnahmen ist jedoch die Untersuchungshäufigkeit in der Schweiz höher. Es ist wichtig, dass auch in Zukunft die Anstrengungen der vergangenen Jahre zur Reduktion der Dosis weitergeführt werden. Die Einführung und Einhaltung von diagnostischen Referenzwerten in der Computertomografie, in der interventionellen Radiologie und auch in der herkömmlichen Projektionsradiologie sowie der Einbezug von Medizinphysikern in die gesamte radiologische Praxis sind geeignete Mittel, um in Zukunft die stetige Erhöhung

Abb. 7: Jahrestotal der Untersuchungen (a) und Kollektivdosis (b), aufgeteilt nach Untersuchungskategorien



RA: klassische Aufnahmen, DR: Dentalröntgen, CT: Computertomografie, MA: Mammografie, FL: konventionelle Fluoroskopie, BD: Knochendensitometrie, ID: diagnostische interventionelle Radiologie, IT: therapeutische interventionelle Radiologie

der Dosis in den Griff zu bekommen. Zusätzlich soll die geplante Einführung von klinischen Audits in der Radiologie den Anteil ungerechtfertigt durchgeführter Untersuchungen senken.

Berufliche Strahlenexposition in Medizin und Forschung

Exakte Einstellung der Messschwelle bei Jod-Inkorporationstriagemessgeräten

Beruflich strahlenexponiertes Personal, das mit offenen radioaktiven Stoffen umgeht, ist einer Inkorporationsgefahr ausgesetzt. Es muss regelmäßig überprüfen, ob radioaktive Stoffe durch Ingestion oder Inhalation in den Körper gelangt sind. Beim Umgang mit Jod-131 und Jod-123 in der Nuklearmedizin erfolgt diese Überprüfung mittels einer Triagemessung an der Schilddrüse, wo sich inkorporiertes Jod akkumulieren würde. Wenn die nuklidspezifische

Messschwelle überschritten ist, muss eine Inkorporationsmessung bei einer akkreditierten Messstelle veranlasst werden, damit die genaue Dosis ermittelt werden kann.

Das BAG hat mit einem Halsphantom und entsprechenden Strahlenquellen überprüft, ob die zur Triagemessung eingesetzten Messgeräte richtig kalibriert sind und Überschreitungen anzeigen. Die Überprüfung hat gezeigt, dass rund ein Drittel der Triage-Messgeräte Abweichungen von mehr als 20 % gegenüber der kalibrierten Messschwelle aufweisen. Bei etwa 10 % der Messgeräte lagen die Vergleichswerte deutlich darunter. Mögliche Inkorporationen könnten so nicht erkannt werden.

Aufgrund dieser Resultate wurden mit den Geräteleverantwortlichen und den Kalibrierstellen Verbesserungsmaßnahmen vereinbart. Diese betreffen vor allem optimierte Kalibrierungen und den Schutz der Messeinrichtungen vor störender Hintergrundstrahlung.

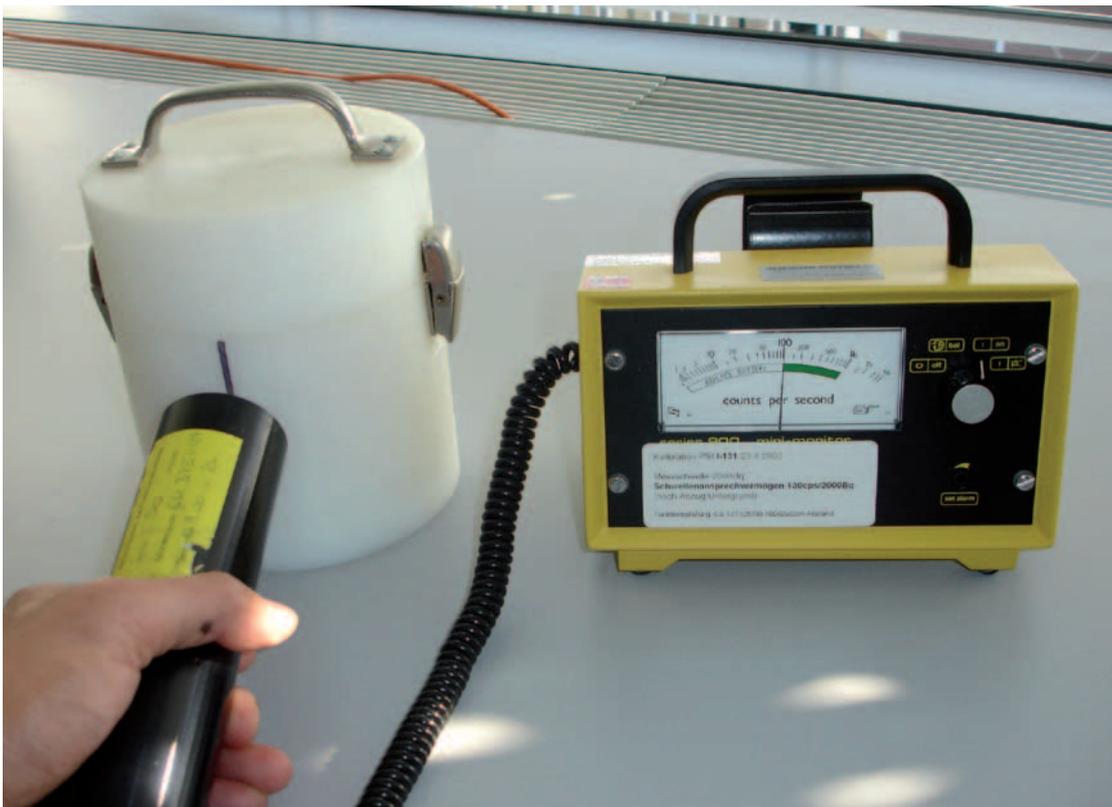


Abb. 8: Vergleichsmessung mit Halsphantom

Strahlenschutzaudits in B-Isotopenlaboratorien

Das BAG konzentriert seine Aufsicht auf die Bereiche, wo die Gefährdung des beruflich strahlenexponierten Personals und der Umwelt gross ist. Arbeitsbereiche des Typs B, in denen mit offenen radioaktiven Stoffen bis zu einer Aktivität der 10'000-fachen Bewilligungsgrenze gearbeitet wird, gehören zu dieser Kategorie. Anlässlich eines Betriebsaudits prüfte das BAG, ob die baulichen Massnahmen und die Strahlenschutzorganisation den gesetzlichen Anforderungen genügen. Der Strahlenschutz in den rund 30 Typ-B Arbeitsbereichen ist im allgemeinen gut. Das Personal ist sich der erhöhten Gefährdung durch ionisierende Strahlung bewusst und befolgt die geltenden Strahlenschutzgrundsätze und Weisungen. Einige bauliche Anforderungen, vor allem im Bereich der Lüftungseinrichtung und beim Brandschutz, sind allerdings nicht konsequent umgesetzt. Hier war es nötig, Nachbesserungen zu vereinbaren.



Abb. 9: Kennzeichnung B-Labor

Strahlenschutz in Forschungsanlagen

Paul Scherrer Institut (PSI)

Das BAG hat im Rahmen seiner Aufsichtstätigkeit im Paul Scherrer Institut (PSI), einem multidisziplinären Forschungszentrum in Villigen (AG), verschiedene Inspektionen durchgeführt. Insbesondere die UCN-Anlage wurde vor ihrer Inbetriebnahme mehreren Audits und Kontrollen unterzogen. Es handelt sich dabei um eine Quelle für ultrakalte Neutronen, die durch Spallation mit einem hochenergetischen Protonenstrahl erzeugt werden. Ebenfalls mehrmals überprüft hat das BAG die vom PSI geplanten Strahlenschutzmassnahmen für die Forschungsprojekte im Zusammenhang mit der SwissFEL-Anlage (Elektronenbeschleuniger der neuen Generation).

Im vergangenen Jahr hat das BAG überprüft, ob die geltenden Grenzwerte für das Personal des PSI, die Bevölkerung und die Umwelt nicht überschritten wurden. Die 2011 durchgeführten Kontrollen zeigten, dass die Grenzwerte eingehalten wurden. Dies gilt sowohl für die Immissionen als auch für die mit Abluft und Abwasser freigesetzten Emissionen und die direkte Strahlung des PSI.

Europäische Organisation für Kernforschung (CERN)

Das von Frankreich, der Schweiz und dem CERN ratifizierte tripartite Abkommen über Strahlenschutz und radiologische Sicherheit der Anlagen der Europäischen Organisation für Kernforschung (CERN) ist am 1. September 2011 in Kraft getreten. 2011 fanden zwischen den verschiedenen Parteien zahlreiche Plenums- und Fachdiskussionen statt. Dabei kamen wichtige Themen wie Transport von radioaktivem Material, Entsorgung radioaktiver Abfälle und Dosimetrie zur Sprache. Die Schweizer Behörden organisierten als Teil ihres Aufsichtsmandats in Zusammenarbeit mit der entsprechenden französischen Instanz verschiedene Treffen. Diese Besuche bestätigten, dass der Strahlenschutz und die Sicherheit der Anlagen des CERN von hoher Qualität sind und lediglich einige Punkte von weniger grosser Bedeutung verbessert werden müssen.

Radioaktive Altlasten

Funde radioaktiver Stoffe im Abfall

In konventionellen Abfällen und Recyclingmaterialien tauchen immer wieder radioaktive Stoffe auf. In Altmittel findet sich beispielsweise öfters radiumhaltige Leuchtfarbe, die einst auf Zifferblätter und Zeiger von Uhren und Instrumenten aufgetragen wurde. Im In- und Ausland setzt man zunehmend Messportale zum Aufspüren radioaktiver Stoffe ein und überprüft so potentiell kontaminierte Stoffe wie Metallschrott oder Siedlungsabfälle.

Auch im vergangenen Jahr wurden den Aufsichtsbehörden BAG und SUVA mehrere Funde radioaktiver Stoffe gemeldet. Nach der Sicherstellung radioaktiver Altlasten wurden jeweils Abklärungen zur Herkunft gemacht. So konnten weitere Abfälle sichergestellt und die Verursacher in die Pflicht genommen werden.

Die Trennung radioaktiver Stoffe von konventionellen Abfällen und Recyclingmaterial ist meist sehr kostenintensiv und erfordert den Einsatz qualifizierten Personals. Eingangsmessungen in betroffenen Betrieben können dazu beitragen, radioaktive Altlasten frühzeitig zu erkennen und eine Vermischung mit inaktiven Materialien zu verhindern.

Verunreinigte Schlacke bei Vetropack

32 Tonnen Schlacke aus der Kaminreinigung der Firma Vetropack AG in St-Prex, die zur Entsorgung nach Deutschland exportiert werden sollten, wurden bei der Ausfuhr aufgrund einer erhöhten Dosisleistung zurückgewiesen. Abklärungen haben ergeben, dass es sich dabei um eine Radiumkontamination (Ra-226) mit einer spezifischen Aktivität von 2600Bq/kg handelt. Die Herkunft der Radiumkontamination ist in Abklärung. Es besteht die Möglichkeit, dass diese durch Altlasten oder auch durch Anreicherung natürlicher radioaktiver Stoffe in die Verbrennungsschlacke gelangten. Die kontaminierte Schlacke gilt gemäss der Strahlenschutzgesetzgebung als radioaktiver Abfall und muss als solcher gesetzeskonform entsorgt werden. Vetropack arbeitet eng mit dem Bundesamt für Gesundheit (BAG) und dem Departement für Sicherheit und Umwelt des Kantons Waadt (DSE) zusammen, um eine konforme Entsorgungslösung für diesen Abfall festzulegen.



Abb. 10: Suche nach einer Radiumstrahlenquelle in Siedlungsabfällen



Abb. 11: Sichergestellte Uhren mit Radium-Leuchtfarbe

Weniger Strahlung im CT – das Spital Samedan setzt neue Massstäbe

2011 hat das Regionalspital Samedan die diagnostischen Referenzwerte für Computertomografen (CT) nicht nur erreicht, sondern teilweise massiv unterschritten. Mit Beharrlichkeit, Systematik und Forschergeist haben die Engadiner einen neuen Ansatz verfolgt, der künftig auch an anderen Spitälern Schule machen könnte.

Die schicke Kapitale des Oberengadins, einst Schauplatz heftiger Machtkämpfe im Mittelalter, ist heute gut situiert und Treffpunkt des Jetsets: Trotz nur gerade 3000 Einwohnern und peripherer Lage, verfügt Samedan über Golfplatz, internationalen Flughafen und ein gut 100-jähriges Spital. Es wird alles getan, um es den vielen Gästen an nichts fehlen zu lassen, auch in der Gesundheitsversorgung: Patienten ans Unterland verlieren, das möchte man nämlich keinesfalls, so der CEO des Samedaner Spitals Philipp Wessner.

«Good practice»

Wir, zwei Mitarbeitende vom Bundesamt für Gesundheit (BAG), werden nach einer langen Zugfahrt quer durch die Schweiz von einem sichtlich erfreuten Adi Steiner, dem leitenden MTRA am Samedaner Spital, empfangen. Eine in dieser Grössenordnung in der Schweiz bisher einmalige Reduktion der Strahlenbelastung bei CT-Untersuchungen hat uns hierher geführt. Der MTRA ist zu Recht sehr zufrieden: Zusammen mit dem Radiologen Dr. Jens Fischer und der Herstellerfirma haben sie es geschafft, die BAG-Referenzwerte für CT bei etlichen Indikationen zu unterschreiten, und zwar oft um ein Vielfaches. Damit wird das Spital Samedan unversehens zum Schweizer Musterknaben im Strahlenschutz: Andere Spitäler wie Olten und Bruderholz Basel wollen das Konzept künftig übernehmen. Adi Steiner soll's recht sein, er ist froh, wenn sich ihre «good practice» weiter verbreitet. Und auch der CEO strahlt: «Derartige Innovation rechnet sich für das Spital, das spricht sich herum!»

Hohe Strahlenbelastung beim CT

Strahlenschutz war in der Röntgendiagnostik lange Zeit kein Thema. In der Euphorie um

immer perfektere Bilder aus dem Patienten-Innen haben die Fachleute lange verdrängt, dass die Strahlenbelastung gerade beim CT sehr hoch ist. Auch Patientinnen und Patienten würden erstaunlicherweise kaum nach der Strahlenbelastung fragen, so der Radiologe Jens Fischer. Und selbst wenn heute Geräte der neuesten Low-Dose-Generation zum Einsatz kommen: Die Strahlendosis bleibt beim CT ungleich höher als bei konventionellen Röntgenaufnahmen. Neueste Erhebungen zeigen, dass in der Schweiz zwei Drittel der jährlichen Strahlendosis der Bevölkerung auf das Konto von CT-Aufnahmen gehen – obwohl sie nur 6 % der Untersuchungen ausmachen (vgl. Kapitel «*Strahlenschutz in Medizin und Forschung*» in diesem Bericht).

Dosisreduktion dank Systematik und Forschergeist

Aber wie kommt es ausgerechnet im Engadin zu diesen Rekorden beim Low-Dose CT? Verschiedene Faktoren spielen eine Rolle: Samedan ist kein Unispital, es muss weder forschen noch publizieren und setzt Schwerpunkte unabhängig. Ein grosser Vorteil sind auch die kurzen Kommunikationswege, durch die neue Prozesse rasch umgesetzt, getestet und adaptiert werden können. Die Belegschaft ist klein und gut eingespielt. Adi Steiner ist seit 17 Jahren hier tätig, er kennt die Abläufe bestens. Und er hat – noch immer – Visionen! Als 2010 ein neues CT-Gerät mit einer speziellen Software für die Dosisreduktion angeschafft wurde, hätte er sich eigentlich zufrieden geben können. Das war dem umtriebigen MTRA aber nicht gut genug.



Abb. 12: MTRA Adi Steiner (rechts) und Radiologe Jens Fischer vor «ihrem» Low Dose CT

«Adi, du bist verrückt!», kommentiert die zuständige Technikerin der Herstellerfirma, als sie realisiert, was der MTRA zusammen mit dem Radiologen Jens Fischer in Samedan mit dem neuen CT anstrebt. Gemeinsam gehen sie trotzdem den manchmal steinigen Weg – und ergänzen sich optimal. Im Prinzip ist das Vorgehen ganz einfach: Der MTRA senkt sukzessive die Dosis, der Radiologe prüft, ob die Qualität der Bilder ausreicht, und die Technikerin unterstützt mit ihrem Fachwissen den Optimierungsprozess und programmiert die neuen Einstellungen im Gerät – Teamwork! Beeindruckend sind Systematik und Forschergeist: Für jede Untersuchung erhebt Adi Steiner in Excel-Tabellen die Dosiswerte sowie die Patientendaten. Dafür investiert er während fünf Monaten eine halbe Stunde Arbeitszeit pro Tag, denn zusätzliche Ressourcen gibt's keine. Er staunt über hohe Patientenbelastungen, die sich trotz topmodernem Gerät mit der neuartigen «iterativen Rekonstruktion» immer wieder zeigen. An einem Kongress erfährt der MTRA, dass der Body Mass Index (BMI) von Patientinnen und Patienten eine Rolle für zusätzliche Dosisreduktionen spielen könnte. Das setzt er um und kreiert noch nie verwendete CT-Einstellungen: nämlich für

S, M, L und XL Patienten. Die Resultate sind sehr beeindruckend, bei vielen medizinischen Indikationen lässt sich teilweise massiv Dosis einsparen.

Wie weiter?

Nicht immer sind die Engadiner mit den Ergebnissen zufrieden, manchmal sind die Bilder einfach zu «rauschig» und man muss zurückkriechen. «Grundsätzlich brauchen Radiologen aber nicht einfach schöne Bilder, sondern solche, die der Diagnose dienen», sagt Dr. Fischer. Sowohl er als auch Adi Steiner betonen, dass sie bei vielen Indikationen noch weiter tüfteln werden. Unter Fachleuten aus anderen Spitälern haben sich ihre erfolgreichen Bemühungen aber herumgesprochen. Bereits lassen sich viele Interessierte die Innovationen zeigen: ein Paradigmenwechsel? Patientinnen und Patienten wäre es zu wünschen.

Support durch Medizinphysiker

Das Spital Samedan zeigt eindrücklich, wie die Strahlendosis auch an Geräten der neuesten Generation mit relativ einfachen Mitteln noch gesenkt werden kann. Weitere Verbesserungen des Strahlenschutzes im Hochdosisbereich strebt das BAG mit dem seit 2008 geforderten Support durch Medizinphysiker an (vgl. Kapitel «Strahlenschutz in Medizin und Forschung» in diesem Bericht). Mit dieser neuen Bestimmung (Art. 74, Abs. 7 StSV) werden Empfehlungen der EU und der KSR (Schweiz. Kommission für Strahlenschutz und Überwachung der Radioaktivität) umgesetzt. Im Zentrum steht ein hoher Sicherheitsstandard für Patientinnen und Patienten sowie das Personal.

Diagnostische Referenzwerte als Beurteilungskriterium

Da für Patientinnen und Patienten bei CT-Untersuchungen keine Dosisgrenzwerte existieren, werden die eingesetzten Strahlendosen mit Hilfe der diagnostischen Referenzwerte des BAG beurteilt. Für jede Untersuchung wird dieser Referenzwert so definiert, dass 75 % aller Dosiswerte, die bei CT-Untersuchungen in radiologischen Instituten erhoben werden, darunter liegen (75. Perzentil). Das 25. Perzentil ist eine weitere und strengere Qualitätsgrösse, unterhalb der nur noch 25 % aller Dosiswerte liegen. Sie dient als so genannte Zielgrösse, mit der optimierte Patientendosen angestrebt werden.

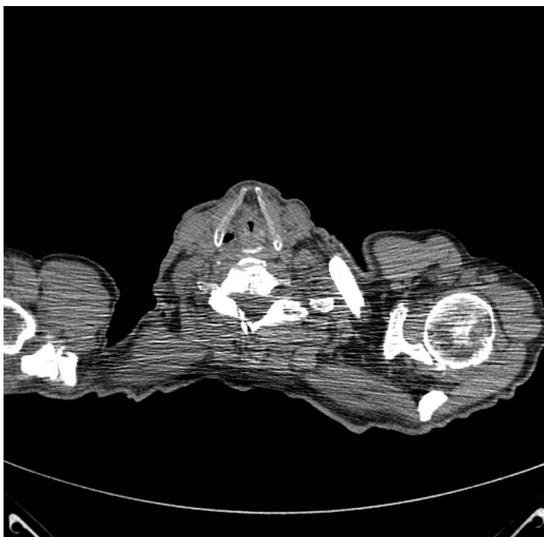


Abb. 14 a



Abb. 14 b

Abb. 14: Thorax-CT ohne (a) und mit (b) Berücksichtigung des BMI

Bereits vor Berücksichtigung des BMI hat das Spital Samedan beispielsweise bei Thorax-CTs die diagnostischen Referenzwerte eingehalten und auch die strengeren Zielgrössen erfüllt. Mit Einbezug des BMI sind die notwendigen Strahlendosen weiter gesunken, so dass sie die Zielgrössen teilweise mehrfach unterschreiten (Abb. 13). Dies bei gleichbleibender oder z.T. sogar besserer Bildqualität, wie die Samedaner Radiologen betonen (Abb. 14).

Dosisgrösse	Diagnostischer Referenzwert	Zielgrösse	Mittlere Strahlendosis vor Optimierung	Mittlere Strahlendosis nach Optimierung
CTDIvol (mGy)	10	5	6.16	2.47
DLP (mGy × cm)	400	250	282.6	101.6

Abb. 13, Thorax CT: Strahlendosen vor und nach Optimierungsprozess im Vergleich zu den DRW. Dosisgrössen sind der Volumen-Computertomographie-Dosis-Index (CTDIvol) und das Dosis-Längen-Produkt (DLP).

Strahlenbelastung der Bevölkerung 2011

Der grösste Anteil an der Strahlenbelastung der Bevölkerung stammt vom Radon in Wohn- und Arbeitsräumen sowie von medizinischen Untersuchungen. Die Bevölkerung ist von diesen Strahlungsquellen unterschiedlich stark betroffen. Bei Personen, die in ihrer beruflichen Tätigkeit mit Strahlen umgehen, gab es mit wenigen Ausnahmen keine Überschreitung der Grenzwerte.

Strahlendosen der Bevölkerung

Die drei wichtigsten Ursachen für die Strahlenbelastung der Bevölkerung sind Radon (in Innenräumen), die medizinische Diagnostik sowie die natürliche Strahlung (Abb. 15). Für alle künstlichen Strahlenexpositionen (ohne Medizin) gilt für die allgemeine Bevölkerung ein Dosisgrenzwert von 1 mSv pro Jahr. Die berufliche Strahlenbelastung, insbesondere für Junge und Schwangere, ist durch besondere Bestimmungen geregelt.

Strahlenbelastung durch Radon

Radon-222 und seine Folgeprodukte in Wohn- und Arbeitsräumen liefern den grössten Dosisbeitrag für die Bevölkerung. Diese Nuklide gelangen über die Atemluft in den Körper. Die internationale Strahlenschutzkommission ICRP schätzt das Lungenkrebsrisiko aufgrund von Radon etwa doppelt so hoch ein wie in den Jahren zuvor (ICRP 115, 2010). Folglich muss die durchschnittliche «Radondosis» für die Schweizer Bevölkerung auch nach oben korrigiert werden. Sie beträgt neu etwa 3.2 mSv pro Jahr statt den 1.6 mSv, die mit den alten Dosisfaktoren aus der Publikation ICRP 65 geschätzt wurden. Die Radonbelastung der Bevölkerung ist nicht einheitlich. Der angegebene Mittelwert leitet sich aus der durchschnittlichen Radonkonzentration von 75 Bq/m³ ab. Messungen zeigten aber Fälle mit einer viel höheren Radonkonzentration in der Raumluft (vgl. auch Kapitel «Fortschritte beim Radonschutz» in diesem Bericht).

Bestrahlung durch medizinische Diagnostik

Die Dosis aufgrund medizinischer Anwendungen (Röntgendiagnostik) beträgt auf die gesamte Bevölkerung umgerechnet 1.2 mSv pro Jahr pro Person (Auswertung der Erhebung 2008, siehe Kapitel «Strahlenschutz in Medizin und Forschung» in diesem Bericht). Mehr als zwei Drittel der jährlichen kollektiven Strahlendosis in der Röntgendiagnostik werden durch computertomografische Untersuchungen verursacht. Wie beim Radon ist die Belastung durch die medizinische Diagnostik ungleichmässig verteilt. Rund zwei Drittel der Bevölkerung erhalten praktisch keine Dosis durch Diagnostik, bei einigen wenigen Prozenten der Bevölkerung sind es mehr als 10 mSv.

Terrestrische und kosmische Strahlung

Die Dosis aufgrund der terrestrischen Strahlung (d. h. Strahlung aus Boden und Fels) macht im Mittel 0.35 mSv jährlich aus und hängt von der Zusammensetzung des Untergrundes ab. Die Dosis durch kosmische Strahlung beträgt im Mittel etwa 0.4 mSv pro Jahr. Die kosmische Strahlung nimmt mit der Höhe über Meer zu, da sie von der Lufthülle der Erde abgeschwächt wird. In 10 km Höhe ist die kosmische Strahlung rund 100-mal stärker als auf 500 m über Meer. Aus diesem Grund ergibt ein Überseeflug (retour) eine Exposition von typischerweise rund 0.06 mSv. Für das Flugpersonal können es bis einige mSv pro Jahr sein.

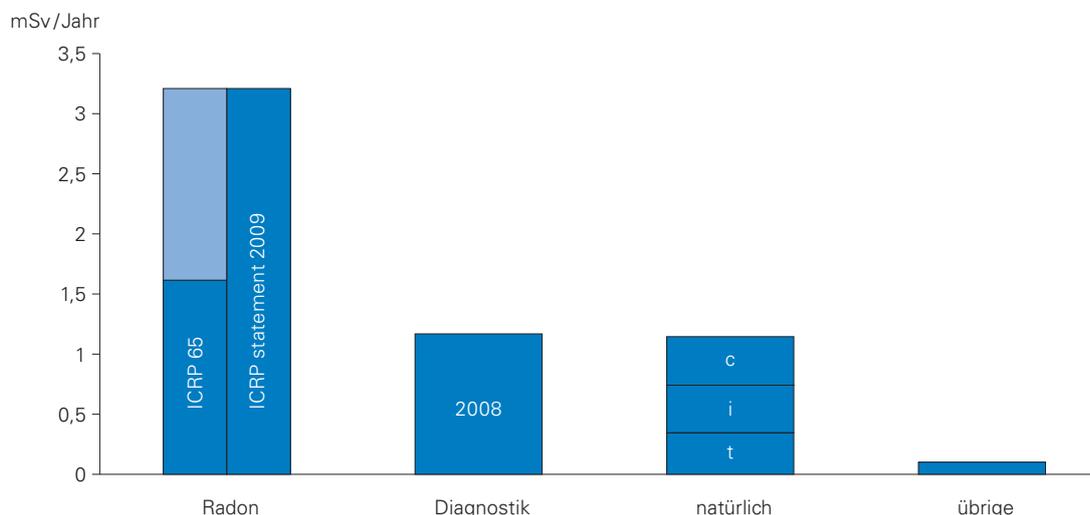


Abb. 15: Durchschnittliche Strahlendosen der Schweizer Bevölkerung in [mSv pro Jahr pro Person]. Die Belastung durch Radon muss nach der neuen Beurteilung durch die ICRP (ICRP 115, 2010) deutlich höher eingeschätzt werden als zuvor (ICRP 65). Der Wert für die medizinische Diagnostik beruht auf der Erhebung von 2008. Die natürliche Exposition setzt sich aus terrestrischer Strahlung (t), Inkorporation (i) und kosmischer Strahlung (c) zusammen. Zu «übrige» gehören Kernkraftwerke und Forschungsanstalten sowie künstliche Radioisotope in der Umwelt.

Radionuklide in der Nahrung

Radionuklide gelangen auch über die Nahrung in den menschlichen Körper und führen zu Dosen von rund 0.35 mSv. Das Kalium-40 im Muskelgewebe liefert mit rund 0.2 mSv den grössten Beitrag. Weitere Radionuklide in der Nahrung stammen aus den natürlichen Zerfallsreihen von Uran und Thorium. Auch künstliche Radionuklide kommen in der Nahrung vor; hauptsächlich die Nuklide Cäsium-137 und Strontium-90 von den Kernwaffenversuchen der 1960er-Jahre und vom Reaktorunfall von Tschernobyl im April 1986. Die jährlichen Ganzkörpermessungen an Schulklassen ergeben heute Dosen durch aufgenommenes Cäsium-137 von weniger als einem Tausendstel mSv pro Jahr.

Übrige (künstliche) Strahlenquellen

Zu den bisher erwähnten Strahlendosen kommt ein geringer Beitrag von ≤ 0.1 mSv pro Jahr aus den Strahlenexpositionen durch Kernkraftwerke, Industrie, Forschung, Medizin, Konsumgüter und Gegenstände des täglichen Lebens sowie der künstlichen Radioisotope in der Umwelt. Der radioaktive Ausfall nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl im April 1986 und den oberirdischen Kernwaffenversuchen (1960er-Jahre) machen heute nur noch wenige Hundertstel mSv pro Jahr aus. Die Dosis durch die Ausbreitung von radioaktiven Stoffen nach dem Reaktorunfall in Fukushima ist in der Schweiz

vernachlässigbar (vgl. Kapitel «Reaktorunfall Fukushima – Auswirkungen auf Umwelt und Lebensmittel in der Schweiz» in diesem Bericht). Die Emissionen radioaktiver Stoffe über Abluft und Abwasser aus den Schweizer Kernkraftwerken, aus dem PSI und dem CERN ergeben bei Personen, die in unmittelbarer Nähe wohnen, Dosen von höchstens einem Hundertstel mSv pro Jahr.

Berufliche Strahlenexposition

Im Berichtsjahr waren in der Schweiz ca. 81'000 Personen beruflich strahlenexponiert. Im Rahmen seiner Aufsichtstätigkeit untersucht das BAG in den Bereichen Medizin und Forschung alle Ganzkörperdosen über 2 mSv im Monat sowie alle Extremitätendosen über 10 mSv. Die meisten erhöhten Dosen gab es in den dosisintensiven Bereichen Nuklearmedizin und interventionelle Radiologie.

Eine ausführliche Statistik ist dem Jahresbericht «Dosimetrie der beruflich strahlenexponierten Personen in der Schweiz» zu entnehmen, der im Frühling 2012 auf der BAG-Website publiziert wird.

Licht, Laser und Elektromog – neue Erkenntnisse und Massnahmen

Die gesundheitlichen Risiken nichtionisierender Strahlung wie Laser, Handystrahlung oder elektromagnetische Felder werden oft unterschätzt. Insbesondere Laseranwendungen bergen gesundheitliche Gefahren, die neue Massnahmen erfordern.

Neue Vollzugshilfe für Showlaser-Veranstaltungen

Showlaser steigern wegen ihrer raffinierten optischen Projektionen die Attraktivität öffentlicher und privater Veranstaltungen. Waren Showlaser vor ein paar Jahren noch individuell zusammengestellte Anlagen einiger weniger spezialisierter Firmen, verbreiten sie sich heute auf Grund der technischen Miniaturisierung und der sinkenden Kosten relativ schnell und werden zunehmend zum Publikumsprodukt. Besonders attraktiv sind virtuelle optische Räume aus Laserstrahlen, in denen sich das Publikum bewegen kann. Diese virtuellen Räume bedingen, dass der Laserstrahl in die Zone eindringt, in der sich das Publikum aufhält. Dabei besteht das Risiko, dass die Haut oder die strahlungsempfindlichen Augen exponierter Personen einer zu hohen Strahlung ausgesetzt

sind. Die Schall- und Laserverordnung (SLV) schreibt deshalb vor, dass die Leistung von Laserstrahlen, die in den Publikumsbereich eindringen, entsprechende Grenzwerte nicht überschreiten dürfen.

Moderne Showlaseranlagen werden über eine Software gesteuert, die sowohl die Bewegung, die Farbe und die Leistung eines Laserstrahles einstellt. So lässt sich beispielsweise die Leistung eines Strahles für den Zeitraum drosseln, in dem er sich im Publikumsbereich bewegt. Diese vielfältigen Steuerungsmöglichkeiten stellen die Vollzugsbehörden vor Probleme, da sich die schnell bewegten Laserstrahlen mit ihrer variablen Leistung nicht einwandfrei messen lassen. Um die SLV trotz-

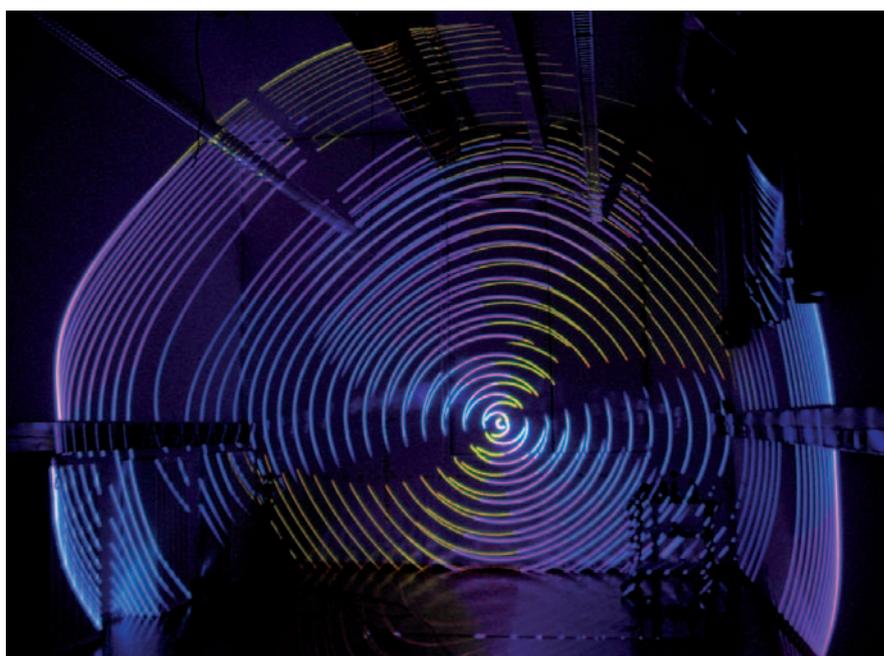


Abb. 16: Lasershow

dem vollziehen zu können, hat das BAG eine Vollzugshilfe ausgearbeitet. Mit einem Berechnungstool, das sich auf die Strahlleistung im Publikumsbereich abstützt, können die kantonalen Vollzugsbehörden abschätzen, ob eine bei ihnen gemeldete Lasershow die Grenzwerte einhält oder ob sie untersagt werden muss.

Nach wie vor ungelöst sind Risiken, die sich aus den vielfältigen Einstellmöglichkeiten von Showlaseranlagen ergeben. So erfordert die Bedienung vertiefte Sachkenntnisse und ist zum heutigen Zeitpunkt nicht laiengerecht aufgebaut. Zudem kann eine von den Behörden nicht beanstandete Lasershow nachträglich leicht abgeändert und mit höheren Leistungen betrieben werden. In Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Metrologie METAS wird zurzeit nach technischen Lösungen gesucht.

Hirntumorrisiko wegen Handystrahlung als «möglich» klassiert

Im Nahbereich von Handys tritt eine relativ starke hochfrequente Strahlung auf, die bei Telefonaten teilweise in den Kopf eindringt. Ob diese Belastung die Gesundheit gefährdet oder gar zu einem erhöhten Hirntumorrisiko beiträgt, ist nach wie vor unklar.

Neue Erkenntnisse liegen seit der Publikation der Interphone Studie im Jahre 2010 vor. Die Studie zeigt insgesamt kein erhöhtes Risiko für Hirntumore. Ausnahme bilden die Vieltelefonierer, bei denen es Hinweise über ein vermehrtes Auftreten von bösartigen Hirntumoren gibt.

Auf Grund dieser Daten hat die renommierte Internationale Krebsagentur (IARC) der WHO das Krebsrisiko von hochfrequenter Strahlung 2011 erstmalig beurteilt. Sie kommt zum Schluss, dass hochfrequente Strahlung, insbesondere diejenige von Handys, ein «mögliches» Risiko für bösartige Hirntumore darstellt. «Möglich» ist die drittstärkste der insgesamt fünf IARC-Klassierungen.

Diese Klassierung hat das BAG nicht überrascht. Auf Grund der unklaren Datenlage empfehlen wir seit Jahren, Handys und Schnurlostelefone vorsorglich möglichst strahlenarm zu verwenden. Auf unserer Internetseite sind Tipps aufgeschaltet, die zeigen, wie sich die Strahlenbelastung mit wenig Aufwand stark reduzieren lässt.

Nationales Forschungsprogramm NFP 57: Erste praktische Umsetzung bei Induktionsherden

Das 2007 gestartete nationale Forschungsprogramm NFP 57 zu elektromagnetischen Feldern ist abgeschlossen. Ziel dieses Programms war es, gesundheitliche Wirkungen wie auch grundlegende Mechanismen auf biologische Systeme zu erforschen. Das NFP 57 hat dem BAG wichtige Erkenntnisse geliefert, jedoch auch gezeigt, dass gesundheitliche Langzeitauswirkungen elektromagnetischer Felder im Moment nicht abschliessend beurteilbar sind.

Besonders interessant für uns sind die im NFP 57 entwickelten elektrischen Modelle von Personen unterschiedlichen Alters, Geschlechts und Körperbaus. Diese Modelle erlauben es, Vorgänge im Körper einer mit elektromagnetischen Feldern belasteten Person realistisch darzustellen und mit den Grenzwerten zu vergleichen.

Diese Modelle kamen erstmals in einer gemeinsamen Studie des SECO und BAG zum Einsatz. Die Studie hat Körperströme untersucht, die auf Grund der Magnetfeldbelastung in Köchinnen und Köchen fliessen, die an gewerblichen Induktionskochherden arbeiten. Die Resultate zeigen, dass der Arbeitsplatzgrenzwert für Körperströme bei einem Teil der Herde überschritten ist. Besonderes Augenmerk hat die Studie auf schwangere Köchinnen gerichtet. Ihre Belastung wurde mit dem strengeren Grenzwert für die Allgemeinbevölkerung verglichen, da nebst der Köchin vor allem auch das ungeborene Kind geschützt werden muss. Dabei zeigte sich, dass bei fortgeschrittener Schwangerschaft sowohl bei der Mutter als auch beim ungeborenen Kind teilweise beträchtliche Grenzwertüberschreitungen auftreten.

Um gewerbliche Induktionskochherde sicher betreiben zu können, soll ihre Magnetfeldbelastung verringert werden. Im Vordergrund stehen technische Verbesserungen bei der Kochherdherstellung. Mit zusätzlichen organisatorischen Massnahmen könnte erreicht werden, dass schwangere Köchinnen nicht an Induktionskochherden arbeiten müssen.

Laserpointer – Gesundheit leichtsinnig aufs Spiel gesetzt

Laserangriffe mit starken Laserpointern nehmen zu, obwohl der Verkauf solcher Geräte in der Schweiz verboten ist. Zudem sind viele Laserpointer gefährlicher als deklariert. Neue Massnahmen sind deshalb gefragt.

Wie von unsichtbarer Hand gezündet, beginnt das dicke Filzstück plötzlich zu rauchen. Peter Blattner, Laborleiter Optik beim Bundesamt für Metrologie (METAS), demonstriert die extreme Stärke eines Infrarotlaserpointers. Auf die Problematik der Infrarotlaser seien sie erst kürzlich aufmerksam geworden, so Blattner. Bei der Messung eines Laserpointers stellte sich heraus, dass es sich um einen Infrarotlaserpointer mit einer Stärke von 1 Watt handelt. Ein derart starker Laserpointer, der 1000-mal stärker als erlaubt strahlt, ist nicht nur für die Augen und die Haut hochgefährlich, sondern kann auch leicht einen Brand verursachen. Beunruhigend ist, dass über 90% der in den vergangenen Monaten beim METAS beurteilten Laserpointer zu stark waren.

Fraglicher Zweck

Doch was ist der Zweck solcher Geräte? Warum werden sie überhaupt hergestellt? Peter Blattner sieht keine sinnvolle praktische Anwendung für Infrarotlaserpointer dieser Stärke. Sinnvoll seien Laserpointer nur bei Präsentationen, wo sie als «optische Zeigestäbe» eingesetzt werden. Dafür reichen verhältnismässig schwache Laserpointer (Klasse 1 und 2), wie sie im Fachhandel erhältlich sind.

Laserpointer als Spielzeug

Ein neueres Phänomen ist der Verkauf von Laserpointern als Spielzeuge auf Wochenmärkten. Die Kantonspolizei war auf die Problematik aufmerksam geworden, nachdem vermehrt Laserpointer in Schulen aufgetaucht waren. Laut Rolf Schlup, Leiter der Fachstelle Lärmakustik/Lasertechnik bei der Kantonspolizei Bern, wurden an Marktständen Laserpointer in Form von kleinen Pistolen als Schlüsselanhänger angeboten. Die Laserpointer waren alle nicht als solche deklariert. Solche Laserpointer gehörten

definitiv nicht in Kinderhände, so Schlup, doch fehle es an der gesetzlichen Grundlage, um den Verkauf dieser Geräte zu verbieten. Denn das Inverkehrbringen von Laserpointern ist erst ab einer Leistung von 5mW bzw. der Klasse 3B verboten. Die Deklarationspflicht ist aber bei allen Lasergeräten gesetzlich vorgeschrieben.

Laserattacken und Massnahmen

Dass die leichte Verfügbarkeit von Laserpointern ein Problem ist, zeigt sich an der steigenden Anzahl von Laserattacken auf Privatpersonen, Lokomotivführer und Piloten. Laut Rolf Schlup haben während der vergangenen Monate Vorfälle mit Laserpointern stetig zugenommen. Pro Woche werden bei der Kantonspolizei Bern ein bis drei Fälle von Laserattacken gemeldet.

Eindrücklich ist die Zunahme an Laserattacken im Zug- und Flugverkehr: Wurde im Zugverkehr 2008 erst ein Fall gemeldet, gab es laut SBB von



Abb. 17: Bei den abgebildeten kleinen Lasern handelt es sich um Produkte der Klasse 3B. Der grosse Laserpointer ist ein Laser der Klasse 4 (Leistung 700mW, Infrarot).

Januar bis September 2011 bereits 66-mal Laserattacken auf Lokomotivführer. Davon mussten sich 25 ärztlich behandeln lassen, glücklicherweise trug keine Person bleibende Schäden davon. In Einzelfällen kam es zu Sehstörungen, eingeschränktem Sichtfeld und Augenschmerzen sowie Arbeitsausfall. Um den steigenden Attacken zu begegnen, hat die SBB verschiedene Massnahmen ergriffen. Sämtliche Lokführer werden über das richtige Verhalten bei Laserangriffen informiert. Konkrete Gegenmassnahmen sind jedoch schwierig umzusetzen. Denn wirksame Schutzbrillen bzw. Scheiben würden zu veränderter Wahrnehmung von Farben führen, womit wiederum Signale nicht mehr richtig erkannt werden könnten. Aus diesem Grund hat die SBB die ETH Lausanne beauftragt, Studien bezüglich der technischen Machbarkeit von Gegenmassnahmen durchzuführen. Zudem wird die Zusammenarbeit zwischen Bahn- und Kantonspolizei optimiert und alle bekannten Fälle werden konsequent verfolgt. 2011 konnten bereits 8 Täter identifiziert werden.

Im Flugverkehr haben die Laserattacken von vier Fällen im Jahre 2008 auf 145 im Jahre 2010 zugenommen. Für 2011 liegen erst vorläufige Zahlen vor. Laut dem Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) wird die definitive Anzahl Fälle voraussichtlich in etwa gleich oder leicht unter denen von 2010 sein. Angesichts der Problematik stellt das BAZL Checklisten zur Verfügung, wie sich Flugbesatzungen und Luftverkehrs-Leiter bei Attacken zu verhalten haben. Um das Gefahrenpotential von Laserattacken zu minimieren und die Täterschaft zu erfassen, steht das BAZL zudem mit Akteuren der Luftfahrt sowie verschiedenen Kantonspolizeien in Kontakt, denn solche Blendungen sind strafbar.

Laserpointer sind handgeführte Geräte, die als optische Zeigestäbe vorgesehen sind. Im Fachhandel sind sie meistens in drei Farben erhältlich. Laser werden je nach Gefährdungspotential in Klassen eingeteilt. Es gibt vier verschiedene Laserklassen (Klasse 1, Klasse 2, Klasse 3R, Klasse 3B und Klasse 4), wobei nur Laser bis Klasse 2, die maximal 1 Milliwatt (mW) stark sein dürfen, als unbedenklich gelten. Für Laserpointer sollten nur Laser der Klassen 1 und 2 verwendet werden.



Abb. 18: Messung eines Laserpointers im Labor Optik des METAS.
Bilder: Hans Lehmann (METAS)

Auch auf europäischer Ebene wird nach Massnahmen gegen Laserattacken auf den Flugverkehr gesucht. Die europäische Organisation für Flugsicherheit (Eurocontrol) hat dieses Jahr an einer Konferenz zum Thema Laser-Blendungen beschlossen, dass die Problematik der Laserattacken umfassend angegangen werden muss, insbesondere was die Rechtsgrundlagen betreffend Handel, Besitz und Gebrauch von Lasern anbelangt. Auf europäischer Ebene werden nun entsprechende Rechtsgrundlagen vorbereitet.

Stand der gesetzlichen Regelung in der Schweiz

In der Schweiz sind der Verkauf oder das zur Verfügung stellen von starken Laserpointern der Klassen 3B und 4 verboten. Da Laser dieser Stärke jedoch über das Internet oder durch Eigenherstellung erhältlich sind, ist die Problematik damit nicht entschärft. Denn der Privatbesitz und der Import von Lasern aller Laserklassen sind nicht verboten. Um die Bevölkerung vor gesundheitlichen Risiken zu schützen, möchte das Bundesamt für Gesundheit (BAG) die gesetzliche Lücke schliessen und den Privatbesitz von Lasern der Klassen 3B und 4 einschränken. Denn für Laser dieser Klassen ist keine sinnvolle Anwendung für Privatpersonen ersichtlich. Laser der Klassen 3B und 4 werden beispielsweise zu kosmetischen Zwecken oder in der Industrie eingesetzt.

Die Abteilung Strahlenschutz im Überblick

Strahlenschutz – unsere Aufgabe im Dienste von Gesundheit und Umwelt

Strahlung ist allgegenwärtig. Ihrem Nutzen in Medizin, Industrie und Forschung stehen Risiken für Mensch und Umwelt gegenüber. Zu hohe Strahlung, radioaktive Abfälle oder Radon bergen Risiken – sei es am Arbeitsplatz, in der Umwelt oder im Privatleben. Der Schutz vor diesen Risiken ist die zentrale Aufgabe der Abteilung Strahlenschutz. Über 40 Mitarbeitende aus diversen Berufsgattungen setzen sich dafür ein, dass Strahlenexpositionen der Schweizer Bevölkerung, sofern überhaupt nötig, gerechtfertigt sind und so niedrig wie möglich gehalten werden. Erste Priorität haben Massnahmen, die schwere Störfälle vermeiden und hohe Dosen von Bevölkerung, Patientinnen und Patienten sowie beruflich strahlenbelasteten Personen reduzieren.

Um dieses Ziel umfassend und nachhaltig zu erreichen, verfügen wir über vielfältige Mittel. Bei der ionisierenden Strahlung steht das Strahlenschutzgesetz mit seinen diversen Verordnungen im Zentrum. Diese umfassende Rechtsgrundlage soll Menschen und Umwelt in allen Situationen schützen, bei denen ionisierende Strahlen oder eine erhöhte Radioaktivität eine Gefahr darstellen. Unsere Abteilung bewilligt die Verwendung ionisierender Strahlung in Medizin, Industrie und Forschung. Bei der nicht-ionisierenden Strahlung legen wir das Schwergewicht unserer Tätigkeiten auf die Information der Bevölkerung. So möchten wir erreichen, dass Personen einen vernünftigen Umgang mit nichtionisierender Strahlung praktizieren und sich keinen Gesundheitsrisiken aussetzen.

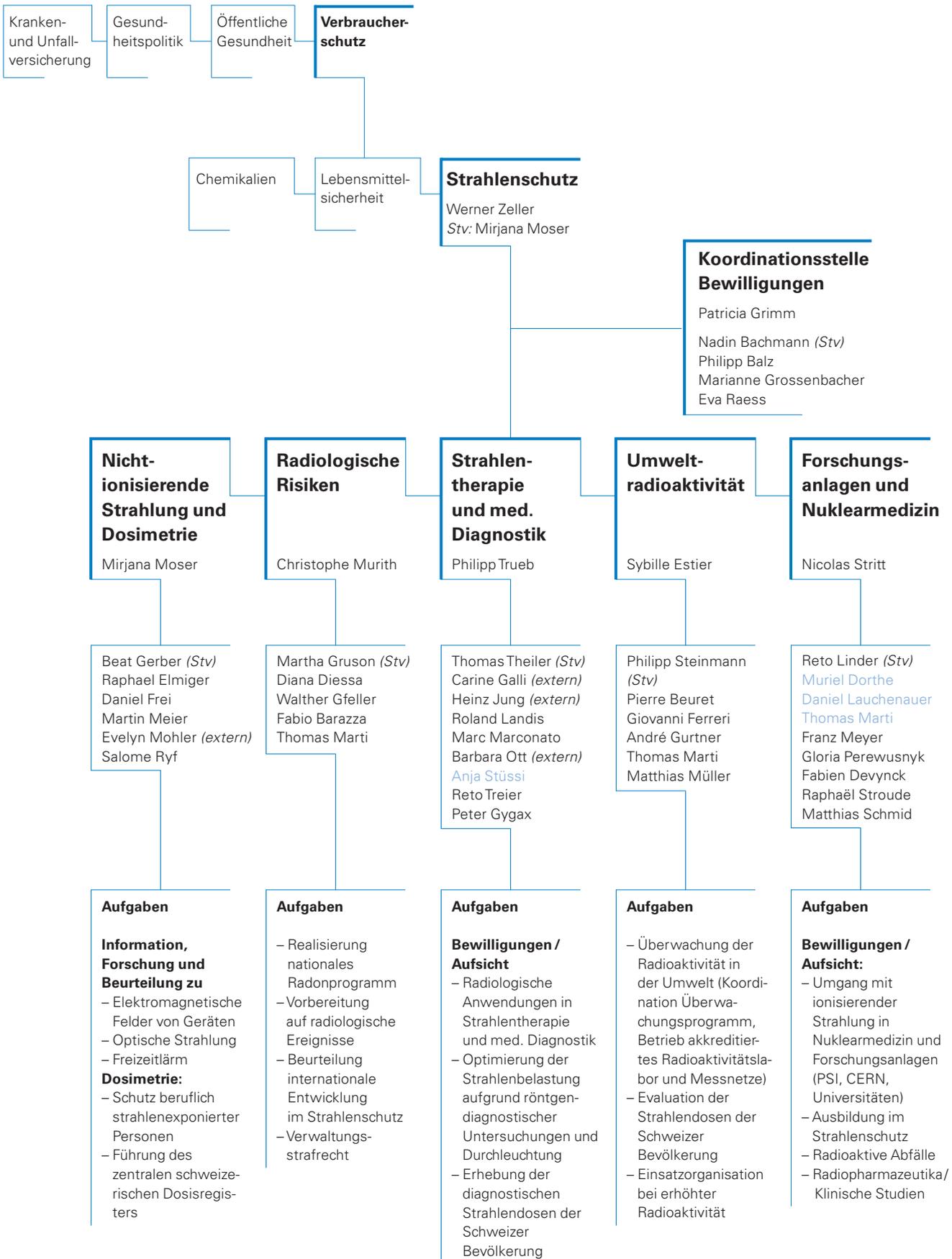
Ein umfassender und nachhaltiger Strahlenschutz funktioniert nicht ohne Unterstützung von aussen. Die Strahlenschutzgesetzgebung vollziehen wir deshalb zusammen mit verschiedenen Partnern. Im nichtionisierenden Bereich nehmen wir an nationalen und internationalen Forschungs- und Präventionsprogrammen

teil. All diese Partnerschaften ermöglichen es uns, gesundheitliche Risiken von Strahlung laufend neu zu beurteilen.

Die Abteilung Strahlenschutz besteht aus fünf Sektionen und einer Koordinationsstelle, die das Bewilligungswesen abwickelt. Schwerpunkte unserer Arbeit sind:

- Bewilligungen und Aufsicht in Strahlentherapie, Nuklearmedizin und radiologischer medizinischer Diagnostik. Im Fokus steht der Schutz von Patienten und Patientinnen sowie des medizinischen Personals.
 - Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt
 - Evaluation der Dosen ionisierender Strahlung der Schweizer Bevölkerung
 - Realisierung des nationalen Radonprogramms
 - Bewilligungen und Aufsicht in komplexen Forschungsanlagen, die mit ionisierender Strahlung arbeiten
 - Zulassung und Typenprüfungen radioaktiver Strahlenquellen
 - Bereithaltung eines Krisenmanagements, um bei radiologischen Ereignissen und Katastrophen unverzüglich eingreifen zu können
 - Unterstützung von Betrieben und Betroffenen bei Stör- und Zwischenfällen
 - Anerkennung von Strahlenschutz-Ausbildungen
 - Bewilligung klinischer Studien mit radioaktiv markierten Pharmazeutika
 - Entsorgung radioaktiver Abfälle aus Medizin, Industrie und Forschung
 - Information sowie Präventions- und Vorsorgeempfehlungen zu nichtionisierender Strahlung, um gesundheitsbeeinträchtigende optische, elektromagnetische oder akustische Belastungen von Personen zu verhindern
-

Bundesamt für Gesundheit



Personen in blauer Farbe sind im Laufe 2011 ausgetreten

Internationale Vernetzung

Damit der Strahlenschutz in der Schweiz internationalen Standards entspricht, beteiligen sich die Strahlenschutz-Fachleute des BAG in verschiedenen internationalen Kommissionen und Projekten. Wichtige Partner des BAG sind:

Internationale Strahlenschutzkommission ICRP

Ihre Empfehlungen zum Strahlenschutz sind in den meisten Staaten und auch in der Schweiz in nationales Recht umgesetzt. Das BAG vertritt die Schweiz im Komitee 4, das eine beratende Funktion für die Anwendung der ICRP-Empfehlungen hat.

Weltgesundheitsorganisation WHO

Das BAG vertritt die Schweiz in folgenden WHO-Projekten:

WHO-Globale Initiative:

Sie bezweckt, den Strahlenschutz in der Medizin zu verbessern.

www.who.int/ionizing_radiation/about/med_exposure/en/index1.html

WHO-Radon-Project:

Das Projekt soll den Radon bedingten Lungenkrebs reduzieren.

www.who.int/ionizing_radiation/env/radon/en/

WHO-Intersun:

Ziel des Projektes ist es, die Gesundheitsschäden durch UV-Strahlung zu reduzieren.

www.who.int/peh-uv

WHO-EMF-Project:

Das Projekt beurteilt Gesundheitsrisiken elektromagnetischer Felder.

www.who.int/peh-emf/en/

Vereinte Nationen UN

Das BAG hilft mit, Drittländer zum Strahlenschutzsystem, zu internationalen Sicherheitsstandards und zur Inspektion von radiotherapeutischen und Gammagraphie-Einrichtungen zu beraten, sie auf nukleare und radiologische Notfälle vorzubereiten und Fachpersonen auszubilden, die Strahlenrisiken für Umwelt und Gesundheit in diesen Ländern erfassen (In-situ-Spektrometrie).

Die Vereinigung europäischer Strahlenschutzbehörden HERCA (Heads of the European Radiological Protection Competent Authorities)

In HERCA sind fast alle europäischen Staaten vertreten. Grundsätzliches Ziel ist die Harmonisierung des Strahlenschutzes in Europa. Ausdruck dafür sind z.B. gemeinsam entwickelte Stellungnahmen zu relevanten Strahlenschutzthemen. HERCA ist damit die wichtigste Plattform für Erfahrungsaustausch und Meinungsbildung unter den europäischen Strahlenschutzbehörden und zielt konkret auf eine Verbesserung der Strahlenschutzpraxis in den Mitgliedsländern ab. Auf Einladung des BAG hat die Winterkonferenz mit über 40 Teilnehmenden aus ganz Europa im Dezember 2011 in Bern stattgefunden.

Europäisches ALARA Network

Ziel dieses Netzwerkes ist es, die Strahlendosen der Bevölkerung durch optimierte Schutzstrategien «As Low As Reasonably Achievable» zu halten.

www.eu-alara.net/

Von besonderer Bedeutung ist die Zusammenarbeit des BAG mit unseren Nachbarstaaten, mit europäischen Organisationen und der Europäischen Union:

Zusammenarbeit mit Deutschland und Frankreich

Das BAG ist in der *Deutsch-Schweizerischen Kommission für die Sicherheit kerntechnischer Einrichtungen* bzw. der *Commission mixte franco-suisse de sûreté nucléaire et de radioprotection* vertreten, um regelmässig Erfahrungen über Betrieb, Sicherheit, Überwachung und Umweltauswirkungen von Kernanlagen sowie über weitere Aspekte des Strahlenschutzes auszutauschen. Zusammen mit der französischen Aufsichtsbehörde für nukleare Sicherheit und Strahlenschutz koordiniert das BAG die Überwachung der Radioaktivität in der Umgebung des CERN.

COST-Aktion *Emerging EMF Technologies and Health Risk Management*:

Das BAG stellt die Vizepräsidentin für diese EU-Aktion, die nationale Forschungsaktivitäten zu den Risiken elektromagnetischer Felder von neuen Technologien europaweit koordiniert.

European Society of Skin Cancer Prevention (EUROSKIN)

Sie koordiniert die Aktivitäten von Forschenden und Präventionsfachleuten in Europa, um den Hautkrebs in Europa besser zu bekämpfen. www.euroskin.org.

Kernenergieagentur NEA der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung OECD

Sie unterstützt ihre Mitgliedstaaten in technischen und rechtlichen Fragen bei der Entwicklung und friedlichen Nutzung der Kernenergie. Das BAG wirkt im Komitee für Strahlenschutz und öffentliche Gesundheit mit.

Weiterführende Informationen

Rechtsgrundlagen

Die schweizerische Strahlenschutzgesetzgebung bezweckt den Schutz von Mensch und Umwelt vor gefährlichen ionisierenden Strahlen. Sie umfasst alle Tätigkeiten, Einrichtungen, Ereignisse und Zustände, die eine Gefährdung durch ionisierende Strahlen mit sich bringen. Sie regelt den Umgang mit radioaktiven Stoffen und mit Anlagen, Apparaten und Gegenständen, die radioaktive Stoffe enthalten oder ionisierende Strahlen aussenden können. Die Gesetzgebung behandelt im Weiteren Ereignisse, die eine erhöhte Radioaktivität der Umwelt bewirken können.

Dieser Jahresbericht erfüllt die von der Schweizer Strahlenschutzgesetzgebung geforderte Informationspflicht zur Personendosimetrie (Art 55 StSV), Umweltradioaktivität (Art 106 StSV) und Radonproblematik (Art 118 StSV).

Informationsmaterial

Ausführliche Informationen über die Abteilung Strahlenschutz erhalten Sie auf der Webseite www.bag.admin.ch/themen/strahlung/index.html.

Auf unserer Dokumentationsseite www.bag.admin.ch/str/documentation haben wir eine Reihe von Informationsmaterialien zusammengestellt:

Ionisierende Strahlung:

BAG-Weisungen, BAG-Merkblätter, Formulare und Broschüren zu Röntgenanlagen, radioaktiven Stoffen, radioaktiven Abfällen, beruflich strahlenexponierten Personen, Radon

Nichtionisierende Strahlung und Schall:

Broschüren und Faktenblätter zu Sonnenschutz, Solarien, Laser, elektromagnetischen Feldern und Schall im Freizeitbereich

Weiterbildung und Schule:

Multimedia-DVDs zum Strahlenschutz in der Nuklearmedizin, in der zahnärztlichen Praxis, bei interventionellen Untersuchungen und beim Röntgen im Operationssaal
Schulmaterial zum Sonnenschutz und Schutz des Gehörs vor zu lautem Schall

Verbraucherschutz Newsletter

Bestellen Sie unseren kostenlosen Verbraucherschutz-Newsletter, um das Neuste aus den Abteilungen Chemikalien, Lebensmittel und Strahlenschutz zu erfahren
www.bag.admin.ch/themen/strahlung/03828/index.html?lang=de
