

Strahlenschutz und Überwachung der Radioaktivität in der Schweiz **Ergebnisse 2015**

Radioprotection et surveillance de la radioactivité en Suisse **Résultats 2015**



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

Liebe Leserin, lieber Leser

Die Strahlenexposition der Schweizer Bevölkerung durch medizinische Anwendungen nimmt laut der 2015 veröffentlichten Erhebung weiter zu. Die durchschnittliche effektive Dosis pro Person durch radiologische Untersuchungen ist zwischen 2008 und 2013 von 1,2 mSv auf 1,4 mSv pro Jahr gestiegen, hauptsächlich wegen der Verwendung von Computertomographen. Diese Zunahme geht zwar mit qualitativ verbesserten Diagnosen und Behandlungen einher, muss aber trotzdem eingedämmt werden. Das BAG will die Patientinnen und Patienten besser vor unnötiger Strahlung schützen. Künftig sollen klinische Audits dafür sorgen, dass weniger ungerechtfertigte radiologische Untersuchungen stattfinden. Das Projekt klinische Audits wird in Zusammenarbeit mit verschiedenen medizinischen Berufsverbänden umgesetzt.

Bis 2015 gab es in der Schweiz keine automatischen Messungen der Radioaktivität im Flusswasser. Ab jetzt wird das vom BAG betriebene Messnetz «URAnet aqua» die Radioaktivität in Aare und Rhein kontinuierlich messen und es ermöglichen, jede ungewöhnlich hohe Aktivität im Wasser zu erkennen, insbesondere unterhalb der schweizerischen Kernkraftwerke. Die Ergebnisse dieser Messungen sowie alle Messungen der Radioaktivität in der Umwelt sind auf der neuen Internet-Plattform www.radenviro.ch einsehbar.

Die Umsetzung des im Mai 2015 vom Bundesrat verabschiedeten Aktionsplans Radium 2015–2019 erweist sich angesichts der bisher durchgeführten Arbeiten als anspruchsvoll. Rund 90 Gebäude mit insgesamt über 560 Wohnungen wurden bis Ende 2015 bereits untersucht.

Unsere Abteilung war 2015 noch in zahlreichen weiteren Bereichen tätig. Im vorliegenden Bericht stellen wir Ihnen die prägenden Ereignisse des Jahres vor. Im Interview übergeben wir das Wort Philipp Trueb und Nicolas Stritt. Die beiden Sektionsleiter vermitteln einen Einblick in die Aufsicht in den Bereichen Medizin und Forschung.

Im Oktober 2015 wurde die revidierte Strahlenschutzverordnung allen betroffenen Kreisen zur Stellungnahme vorgelegt. Es handelt sich dabei um eine wichtige Etappe für alle in den Strahlenschutz involvierten Akteure in der Schweiz: Wenn der Bundesrat die neue Strahlenschutzverordnung verabschiedet hat, wird diese den regulatorischen Rahmen für die nächsten 20 Jahre festlegen. Diese Revision soll auch künftig ein hohes, international anerkanntes Strahlenschutzniveau sicherstellen.

Ende 2015 hat der Bundesrat die Gesetzesvorlage über den Schutz vor Gefährdungen durch nichtionisierende Strahlung und Schall verabschiedet und dem Parlament überwiesen. Das vorliegende Gesetz bietet unter anderem die Möglichkeit, starke Laserpointer zu verbieten und die Sicherheit in Solarien zu verstärken. Wir werden sehen, ob der politische Wille in diese Richtung geht.

Sébastien Baechler



Bild: Brigitte Batt & Klemens Huber

Inhalt

3	Editorial
5	Interview: Grosse Herausforderungen bei der Aufsicht
9	Strahlenschutz in Medizin und Forschung
18	Intervention in einem radiologischen Notfall
19	Radiologische Ereignisse
22	Reportage: Solarien sachgerecht betreiben, um Hautkrebsrisiko zu senken
24	Überwachung der Umwelt
26	Bericht: Rascher Alarm bei Kontamination des Trinkwassers
28	Aktionsplan Radium 2015 - 2019
30	Aktionsplan Radon 2012 – 2020
32	Gesundheitsschutz vor nichtionisierender Strahlung und Schall
34	Strahlenbelastung der Bevölkerung 2015
36	Internationale Zusammenarbeit
37	Publikationen, weiterführende Informationen
38	Strahlenschutz: Aufgaben und Organisation
40 ff.	Französische Texte/Version française
80	Impressum

Grosse Herausforderungen bei der Aufsicht

Alle Produkte, Anwendungen und Anlagen mit ionisierender Strahlung, die in Medizin und Forschung zum Einsatz kommen, stehen unter der Aufsicht des Bundesamtes für Gesundheit. Zwei Sektionen der Abteilung Strahlenschutz teilen sich diese Aufsicht, die auf Grund der rasanten Technologieentwicklung und Mengenausweitung in der Medizin heute vor grossen Herausforderungen steht. Wie das BAG konkret mit dieser Situation umgeht, kommt im Interview mit den beiden Sektionsleitern Nicolas Stritt und Philipp Trueb zur Sprache.

Was sind die Hauptaufgaben Ihrer beiden Sektionen?

Nicolas Stritt (NS): Die Sektion «Forschungsanlagen und Nuklearmedizin» beaufsichtigt den Strahlenschutz in Grossforschungsanlagen am CERN oder Paul Scherrer Institut (PSI), in den nuklearmedizinischen Abteilungen der Spitäler sowie an Schulen und Universitäten. Im Zentrum stehen der Umgang mit grossen Beschleunigern, mit «offenen» Strahlenquellen und mit radioaktiven Stoffen, die sich ausbreiten und Kontaminationen verursachen können, sowie mit radioaktivem Abfall.

Philipp Trueb (PhT): Die Sektion «Strahlentherapie und medizinische Diagnostik» ist auf medizinische Geräte und Technologien spezialisiert, die keine radioaktiven Materialien verwenden, sondern, wie beispielsweise Röntgenanlagen, selber ionisierende Strahlen erzeugen.

NS: Es gibt auch hybride Systeme wie PET/CT und SPECT/CT. Bei diesen erhalten Patienten radioaktive Stoffe gespritzt, währenddem gleichzeitig radiologische Installationen eingesetzt werden. Bei solchen Anlagen legen wir gemeinsam die Aufsichtsschwerpunkte fest und führen die Inspektionen zusammen durch.

Ihre Aufgaben sind in den letzten Jahren stetig gewachsen. Können Ihre Mitarbeiter noch flächendeckend alle Betriebe besuchen oder müssen Sie Lücken in Kauf nehmen?

PhT: Dass die Aufsicht nur über Inspektionen stattfindet, ist ein falsches Bild. Wir nehmen die Aufsicht auch administrativ wahr. So überprüfen wir beispielsweise, ob Betriebe die vorgeschriebenen qualitätssichernden Massnahmen treffen. Dafür braucht es keine Besuche vor Ort.

NS: Mit dieser administrativen Aufsicht können wir alle Betriebe erreichen. So setzen wir uns beispielsweise mit Hilfe der Jahresmeldungen der Betriebe ins Bild, wie viel Radioaktivität sie umgesetzt haben. Klar ist, dass wir Schwerpunkte setzen müssen und nicht jedes Jahr in alle Betriebe gehen können.

PhT: Wir verfolgen dabei den graded approach, das heisst, dass wir physisch vor allem dorthin gehen, wo die Risiken gross sind. Bei kleinen Risiken hingegen ist die Aufsicht niederschwellig. Aber Aufsichtslücken, in denen gar nichts passiert, die gibt es nicht.

Wo liegen die aktuellen Schwerpunkte?

NS: Ganz klar bei den hohen Risiken. Dieses Jahr konzentrierten wir uns beispielsweise auf Betriebe, die mit Zyklotron-Anlagen Radiopharmazeutika herstellen. Zudem haben wir die Qualitätskontrollen bei Radiopharmazeutika für die Nuklearmedizin angeschaut, da sich diese Sparte sehr schnell entwickelt.

PhT: Dieses und letztes Jahr haben wir alle Mammografie-Anlagen der Schweiz auditiert. Mit diesen Schwerpunkten versuchen wir, einen Überblick über ein bestimmtes Gebiet zu erhalten und daraus Folgerungen abzuleiten, die wir anschliessend allen Betrieben vermitteln.

Wie gehen andere Länder mit diesen Herausforderungen um? Gibt es Schweizer Spezialitäten?

PhT: Viele Strahlenschutzaspekte sind im Ausland und in der Schweiz deckungsgleich, aber regulatorisch nicht identisch gelöst. So gibt es Länder mit einer kleinen Aufsicht und Länder, deren Aufsicht weit über die schweizerische Pra-

xis hinausgeht. Speziell für die Schweiz ist sicher die Bewilligungspraxis bei den sogenannten «Röntgenfirmen», die im Gegensatz zum Ausland hier eine Bewilligung für Handel, Installation und Wartung von Röntgenanlagen benötigen. Wir gewinnen durch diesen Zusatzaufwand aber auch viel, da die Röntgenfirmen durch ihre Wartungstätigkeit und die Durchführung der geforderten Zustandsprüfungen einen wichtigen Teil des Strahlenschutzes abdecken. Diese gute Umsetzung des graded approach erlaubt es uns, uns auf die grossen Risiken zu konzentrieren.



Abb. 1: Dr. phil. nat. Nicolas Stritt

NS: Wir haben im Gegensatz zum Ausland auch eine beratende Funktion. Wir gehen vor Ort und gewinnen so einen Überblick, aus der wir eine «gute Praxis» ableiten und diese allen Betrieben zur Verfügung stellen.

Hat sich die alltägliche Arbeit der Strahlenschutz-Inspektoren und -Inspektorinnen in den letzten Jahren verändert?

NS: Früher haben wir viel mehr technische Inspektionen der Geräte durchgeführt. Solche Messungen stehen heute nicht mehr im Zentrum. Heute schauen wir vor allem auf die Prozesse, die mit diesen Geräten verknüpft sind, z. B. wie das Personal die Geräte und Anlagen bedient und mit welchen Geräteeinstellungen es Untersuchungen durchführt.

PhT: Die moderne Technologie hat viele Änderungen bewirkt, z.B. dass moderne Anlagen über eine geräteinterne Überwachung verfügen. Heute überprüfen wir, ob die betriebsinternen Prozesse gut organisiert sind und wie ein Betrieb seine Qualität sicherstellt. Man kann jede Anlage gut bedienen, aber man muss wissen wie. Heute sind der Ablauf einer medizinischen Untersuchung, die Bedienung der dazu verwendeten Geräte und die Ausbildung des Personals wesentlich komplexer. Aus diesem Grund arbeiten heute im BAG vorwiegend akademisch ausgebildete Auditoren und Auditorinnen, die solche komplexen Sachverhalte verstehen.

Die Forschung zum Strahlenschutz liefert kontinuierlich neue Erkenntnisse, und auch die Technologien in der Medizin entwickeln sich rasant. Fließen diese Neuerungen in die Aufsichtstätigkeit ein?

PhT: Wir können unmöglich ein Wissensmanagement auf die Beine stellen, das alle diese Neuerungen abdeckt. Wir hinken zwangsläufig der Entwicklung immer hinterher. Wir versuchen, auf Trends einzusteigen, indem wir auch Aufträge an Partner und Universitätsspitäler geben, die neue Entwicklungen analysieren sollen. Die gewonnenen Erkenntnisse führen zu neuen Wegleitungen des BAG zur Verwendung oder Inbetriebnahme neuer Geräte.

Dr. phil. nat. N. Stritt absolvierte nach seinem Physikstudium ein Doktorat in experimenteller Physik an der Universität Freiburg in Zusammenarbeit mit dem Institut Laue Langevin in Grenoble (F). Er besitzt ein Diplom in Medizinphysik der ETH Zürich. Er arbeitet seit 2000 für das BAG und leitet seit 2004 die Sektion Forschungsanlagen und Nuklearmedizin.

Dr. Philipp R. Trueb studierte Physik an der Universität Basel und promovierte dort in experimenteller Kernphysik. Zusätzlich absolvierte er an der ETH Zürich ein Nachdiplomstudium in Medizinphysik. Ab 1999 arbeitet er als wissenschaftlicher Mitarbeiter für das BAG. Die Sektion Strahlentherapie und Medizinische Diagnostik in der Abteilung Strahlenschutz des BAG leitet er seit 2007.

Behindert dieses Hinterherhinken nicht die Innovation in der Diagnostik oder Nuklearmedizin?

PhT: Das kann man so sehen. Aber: Dank unserer Arbeit werden neue Technologien von vornweg strahlungsarm gebaut, so dass die Patientendosen sinken. Dies ist auf das gesteigerte Bewusstsein von Herstellern und Anwendern zurückzuführen, zu dem wir eben auch beitragen. Sie haben ein Interesse daran, dass ihre neuen Geräte so wenig wie möglich strahlen.

NS: In der Nuklearmedizin ist es das Gleiche. Man benutzt heute wesentlich empfindlichere Detektoren, die mit kleinerer eingesetzter Radioaktivität die gleiche Bildqualität sicherstellen. Die Innovation nicht zu behindern, ist allerdings eine ständige Herausforderung für unsere Mitarbeitenden, die sich konstant zu den neuesten Entwicklungen weiterbilden müssen.

PhT: Die Einsparung von Strahlendosen wird allerdings durch die Mengenausweitung in der Medizin wieder «aufgefressen», so dass die Dosis der Gesamtbevölkerung insgesamt sogar wächst. Grund dafür ist, dass es immer mehr medizinische Indikationen für radiologische Untersuchungen und Therapien gibt. Für die Patienten sind die Einzeldosen pro Untersuchung in den letzten Jahren allerdings gesunken.

Was wird genau gemacht, damit die Dosen in der Diagnostik nicht ungebremst steigen?

NS: Wir müssen zwischen Optimierung der Strahlendosen und medizinischer Rechtfertigung unterscheiden. Die Rechtfertigung fällt nicht unbedingt unter unsere Aufsichtstätigkeit, da dies eine rein medizinische Fragestellung ist. Wir fördern aber trotzdem die Diskussion über die Rechtfertigung und wollen mit dem Projekt «Klinische Audits» ein Gefäss für Fachleute bilden, wo diese Fragen diskutiert werden können. So möchten wir die Mengenausweitung in den Griff bekommen, damit nicht mehr und mehr Röntgenaufnahmen gemacht werden.

Welches sind die hauptsächlichsten Errungenschaften im Strahlenschutz, die auf die Arbeit der Aufsichtsbehörden zurückzuführen sind? Was wäre verbesserungswürdig?

PhT: Wir haben grossen Erfolg mit unseren Schwerpunktaudits. Sie sind zielführend, und wir wissen dank ihnen, wie ausgewählte Bereiche der Radiologie funktionieren. Wir können

dieses Wissen an andere Interessierte weitervermitteln. Die Einführung des Konzepts der diagnostischen Referenzwerte hat zudem dazu geführt, dass das Dosisbewusstsein bei den Anwendern enorm gestiegen ist.

NS: Dank unserer Audits und der Verbreitung von Information zur guten Praxis im Strahlenschutz hat sich die Strahlendosis der Patienten und des Personals reduziert. Verbesserbar wäre der Erfahrungsaustausch unter den Betrieben zum Schutz von Patienten und Personal. Wir regen das bereits an, indem wir Schlussberichte über Audits schreiben und diese an alle Betriebe verteilen. Wir stellen diese Resultate auch an Koordinationssitzungen und Kongressen vor.



Abb. 2: Dr. Philipp R. Trueb

Die Mitarbeitenden des BAG nehmen neben Aufsichtsfunktionen auch Beratungsaufgaben bei Bewilligungsinhabern wahr. Diese Beratung hat sicher Vorteile. Haben diese verschiedenen Rollen aber auch Nachteile?

NS: Wichtig ist, dass wir bereits bei der Beratung bzw. der Bauphase dabei sind, um neue Projekte in die korrekte Richtung lenken zu können. Diese unterschiedlichen Rollen unserer Behörde lassen sich gut trennen. Am Anfang beraten wir und geben viele Empfehlungen ab. Am Schluss erteilen wir aber eine Bewilligung, die alle Anforderungen klarstellt.

PhT: Unsere Offenheit gegenüber den Betrieben wird ihrerseits mit Offenheit honoriert. So erfahren wir auch, wo Probleme liegen und können diese gemeinsam anpacken.

Die Verordnungen zum Strahlenschutzgesetz werden im Moment revidiert. Was werden die hauptsächlichsten Veränderungen im Aufsichtsbereich sein?

NS: In der Zukunft werden wir mehr Gewicht auf die Sicherung radioaktiver Quellen legen. Insgesamt ist der Einfluss der neuen Strahlenschutzverordnung auf die Aufsicht aber eher klein, da wir schon heute mit Schwerpunktprogrammen risikoorientiert arbeiten.

PhT: Es gibt gewisse Anpassungen in der Aufsicht. Sie liegen eher auf der technischen Ebene und betreffen neue Anforderungen an den Strahlenschutz bei Lücken, die bis anhin noch nicht abgedeckt waren. Neu wird die ganze Kette von der Strahlerzeugung bis zur Bildgebung bewilligungspflichtig.

Gibt es Gebiete im Aufsichtsbereich, die in Zukunft verstärkt durch Selbstdiagnose von strahlenden Geräten oder durch elektronische Ferndiagnosen abgedeckt werden können?

PhT: Wir lesen schon heute nicht mehr nur technische Parameter bei Geräten ab, sondern stellen die Prozesse in den Vordergrund. Dies kann nur durch einen Austausch von Mensch zu Mensch, also mit Besuchen in den Betrieben, erreicht werden. Solche Audits vor Ort werden deshalb in Zukunft wichtiger werden. Die Strahlenschutzkultur eines Betriebes kann man nun einmal einfach nicht durch die Lektüre eines Qualitätsmanagement-Ordnern erfahren.

NS: Es gibt oft Unterschiede zwischen dem, was in Dokumenten steht und was in der Realität gelebt wird. Wir müssen vor Ort sein, um sehen zu können, wie die Leute arbeiten und wie die Strahlenschutzkultur gelebt wird.

Insgesamt gibt es wenige Unfälle durch ionisierende Strahlung. Könnte es sein, dass der Strahlenschutz zu stark reguliert ist? Könnte ein Teil der Verantwortung an die Betriebe abgetreten werden, um bei den Behörden Ressourcen für die Lösung der ganz grossen Probleme zu schaffen?

NS: Dieser Eindruck von wenigen Unfällen ist nicht ganz richtig. Viele Vorfälle werden nicht gemeldet, es besteht eine Dunkelziffer. Wir wissen dies, da unsere Kultur der Transparenz und Offenheit gegenüber den Betrieben langsam zu wirken beginnt. Wir erfahren deshalb mehr über Zwischenfälle und Ereignisse. Es ist ganz klar, dass die Aufsicht die Anzahl solcher Fälle reduziert.

PhT: Es wäre ein Trugschluss, bei einem funktionierenden Überwachungssystem, das Unfälle verhindert, einen Abbau zu fordern! Wir wollen aber sicher mehr Kompetenz an die Strahlenschutzsachverständigen in den einzelnen Betrieben delegieren. Durch die komplexen Anwendungen braucht es vermehrt kompetente Leute vor Ort. Intern machen diese Leute dann die grossen Würfe, welche die Strahlendosen minimieren. Im Vergleich zum Ausland geben wir diesen Leuten sehr viel Verantwortung.

Zu guter Letzt: Wo liegen die Schwerpunkte in den nächsten Jahren?

PhT: Bei uns in der Aufsichtstätigkeit im Operativstrukt, wo viele mobile Röntgengeräte bei chirurgischen Eingriffen verwendet werden, wo sich viel Patienten und Personal aufhalten und wo die Aufsichtstätigkeit bis anhin eher klein war.

NS: Bei uns richten wir den Fokus auf spezielle Therapien für Leber- und Prostatakrebs mit Radionukliden sowie die Bewirtschaftung radioaktiver Abfälle aus Medizin, Industrie und Forschung.

Strahlenschutz in Medizin und Forschung

Patientinnen und Patienten sowie Personal in Medizin und Forschung sollen bestmöglich vor Strahlenschäden geschützt sein – das ist eine Hauptaufgabe im Strahlenschutz. Der enorme technologische Fortschritt bei den bildgebenden Verfahren bringt zwar viele Vorteile, hat aber auch die durchschnittliche Strahlenbelastung der Bevölkerung erhöht. Das BAG will Gegensteuer geben: Aufsichtsschwerpunkte haben zum Ziel, den Einsatz ionisierender Strahlung in Zusammenarbeit mit den Betrieben zu optimieren. «Klinische Audits» sollen in Zukunft zusätzlich die Rechtfertigung von Untersuchungen und Behandlungen stärker in den Fokus rücken. In diesem Projekt, das Bestandteil der vom Bundesrat verabschiedeten Gesamtschau «Gesundheit 2020» ist, ist 2015 die Pilotphase angelaufen.

Strahlenschutz in der Medizin

CT-Untersuchungen führen zu Anstieg der Strahlenbelastung

Alle zehn Jahre lanciert das Bundesamt für Gesundheit (BAG) zusammen mit dem Institut de Radiophysique in Lausanne eine umfassende Studie zur Strahlenbelastung der Bevölkerung aufgrund medizinischer Anwendungen. Es vergleicht die schweizerische Praxis mit anderen Ländern und ergreift wo nötig Massnahmen. Die letzte grosse Umfrage war 2008. Jeweils zwischen zwei umfangreichen Studien werden die Daten aufgrund kleinerer Studien aktualisiert, letztmals im Jahr 2013. 2015 wurden die analysierten Daten in einem Bericht publiziert.

Die Zwischenstudie von 2013 bestätigt einen Trend: In der Schweiz nimmt die durchschnittliche Strahlenbelastung pro Einwohner aufgrund medizinischer Anwendungen kontinuierlich zu, innert 15 Jahren um 40%: von 1.0 auf 1.4 mSv/Jahr (1998–2013; bei der grossen Umfrage von 2008 waren es noch 1.2 mSv). Diese deutliche Zunahme ist auf den vermehrten Einsatz der Computertomographie (CT) zurückzuführen. Die Dosis aus CT-Untersuchungen beträgt gemäss Zwischenerhebung 1.0 mSv im Jahr pro Einwohner – im Vergleich zu 0.8 mSv im Jahr 2008 oder nur 0.28 mSv im 1998. Die Strahlenbelastung aus den übrigen medizinischen Anwendungen ist tendenziell gesunken, vgl. Abb. 3.

Im Schnitt wurde jeder und jede Einwohner/in mehr als einmal pro Jahr radiologisch untersucht, laut Zwischenerhebung fanden schätzungsweise 10 Millionen Untersuchungen jährlich statt. Mit einem Anteil von 70.5% liefern die 312 Computertomographen in der Schweiz den mit Abstand grössten Beitrag zur Strahlenbelastung. Dies ist bemerkenswert, weil nur knapp 10% der Untersuchungen CT-Aufnahmen sind. Zahnmedizinische Röntgenaufnahmen sowie die Radiographie bleiben die am häufigsten angewandten Untersuchungsverfahren (mehr als 85%). Sie tragen jedoch nur gut 10% zur effektiven Dosis bei (vgl. Abb. 4, Häufigkeitsverteilung und Beitrag der Dosen).

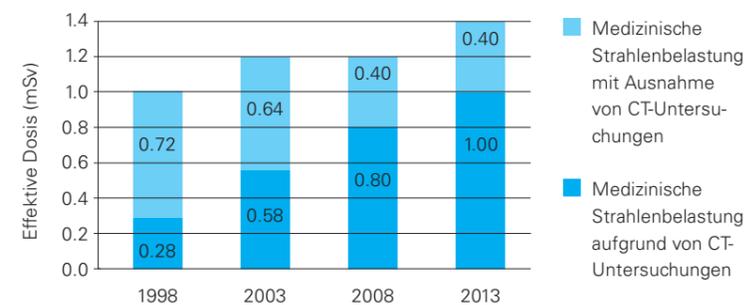
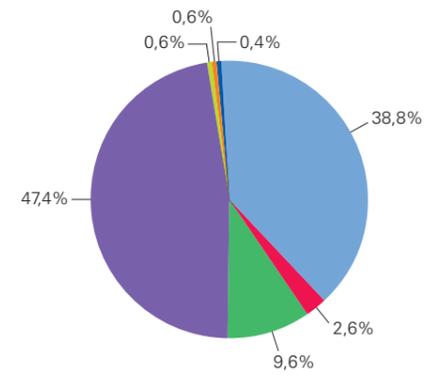


Abb. 3: Die medizinische Strahlenbelastung aufgrund von CT-Untersuchungen steigt, bei den übrigen Anwendungen ist sie tendenziell sinkend.

Quelle: Institut de Radiophysique, Lausanne, 2015

Häufigkeitsverteilung



Beitrag Dosen

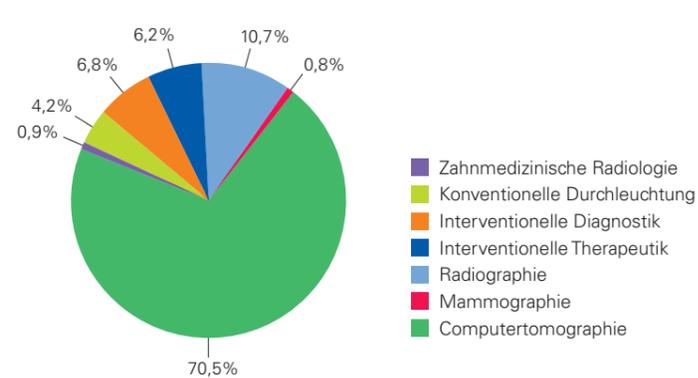


Abb. 4: Häufigkeitsverteilung und Beitrag an den Strahlendosen aus verschiedenen radiologischen Untersuchungen. IRA, 2015

Im internationalen Vergleich liegt die Schweiz damit im Mittelfeld. Gemäss dem Bericht des wissenschaftlichen Komitees zu den Effekten atomarer Strahlung der Vereinten Nationen (UNSCEAR) aus dem Jahr 2008 betrug die durchschnittliche medizinische Strahlenbelastung aller Länder mit Health-Care Level I 1.9 mSv/Jahr, wovon die Computertomographie 0.9 mSv/Jahr beitrug.

Projekt Klinische Audits in der Pilotphase

Es wird davon ausgegangen, dass viele Untersuchungen und Behandlungen mit ionisierender Strahlung nicht gerechtfertigt sind. Mit der Einführung Klinischer Audits in der Radiologie, der Radio-Onkologie und der Nuklearmedizin sollen ungerechtfertigte Untersuchungen und Behandlungen mit ionisierender Strahlung minimiert werden. Strukturen, Prozesse und Ergebnisse werden in Form von «Peer Reviews» – als Begutachtungen unter Fachkollegen – systematisch evaluiert und, wenn erforderlich, angepasst.

Während der laufenden Pilotphase haben Mediziner, Medizinphysiker und Fachpersonen für Medizinisch-Technische Radiologie (MTRA) Auditinhalte sowie Anforderungen an Qualitätshandbücher ausgearbeitet. Thematisch stehen in der Radiologie die Abläufe und Arbeitsprozesse bei CT-Untersuchungen im Fokus, in der Nuklearmedizin diejenigen bei onkologischen PET-CT-Untersuchungen. In der Radio-Onkologie soll der gesamte Patientenpfad auditiert werden. Experten europäischer Fachgesellschaften haben die Auditinhalte evaluiert, damit die Qualität internationalen Standards entspricht. In allen drei Fachbereichen wurden zudem Fachspezialisten zu externen Auditoren ausgebildet und freiwillige Betriebe rekrutiert. Im Oktober 2015 hat im Kantonsspital Baden das erste Pilotaudit stattgefunden. Bis im Frühjahr 2016 werden weitere Betriebe in der deutschen und der französischen Schweiz folgen. Es ist geplant, die Auditinhalte nach der Pilotphase zu überprüfen und anzupassen, sowie die Betriebe zu befragen, die Auditberichte zu analysieren und den finanziellen sowie zeitlichen Aufwand abzuschätzen. Zudem werden 2016 weitere externe Auditoren ausgebildet und das Auditprogramm schrittweise ausgebaut.

Diagnostische Referenzwerte in der Medizin

Das Konzept der diagnostischen Referenzwerte (DRW) hat sich als effizientes und international anerkanntes Hilfsmittel für die Optimierung medizinischer Strahlenanwendung etabliert. Die DRW werden empirisch hergeleitet und basieren auf einer Verteilung von einfach zu bestimmenden Dosisgrössen. In der Schweiz erhebt

das BAG regelmässig die Dosen medizinischer Strahlenexpositionen und leitet daraus nationale DRW ab. Diese existierten bisher für die Radiographie, die interventionelle Radiologie und Kardiologie sowie die Computertomographie. Im Rahmen eines Schwerpunktprojektes wurden die DRW auch auf Hochdosisanwendungen ausserhalb der klassischen Radiologie, wie die Kardiologie und Urologie, ausgeweitet. In Zusammenarbeit mit dem Institut de Radiophysique (IRA) in Lausanne erfolgte eine umfassende Dosiserhebung der am häufigsten praktizierten Untersuchungen in den kardiologischen und urologischen Abteilungen aller fünf Universitäts- und Privatspitäler. Im Vergleich zu den bisher publizierten DRW in der Kardiologie aus dem Jahre 2008 schloss diese Erhebung auch während der letzten Jahre neu entwickelte Untersuchungstechniken ein, da die DRW möglichst präzise die aktuelle Praxis widerspiegeln sollen. In einem zweiten Schwerpunktprojekt richtete sich der Fokus auf radiologische Untersuchungen in der Pädiatrie. Dies, weil Kinder im Vergleich zu Erwachsenen eine erhöhte Strahlensensibilität aufweisen und die Optimierung der Strahlenanwendung in der Pädiatrie speziell wichtig ist. Die Dosiserhebung erfolgte in enger Zusammenarbeit mit dem Inselspital Bern und dem IRA. Sie beschränkte sich auf die am häufigsten durchgeführten Untersuchungen in der pädiatrischen Radiographie und neuroradiologischen Computertomographie. Die DRW für diese Untersuchungen werden im Frühjahr/Sommer 2016 festgelegt und anschliessend in Form von Merkblättern auf der BAG-Webseite publiziert.

Kontrolle der Mammographie-Anlagen

2015 führte das BAG sein Mammographie-Aufsichtsprogramm fort. Es auditierte insgesamt über 220 Betriebe mit solchen Anlagen, damit sind praktisch alle Geräte kontrolliert. Derzeit existieren, auf die ganze Schweiz verteilt, 239 Betriebsbewilligungen, ausserdem hat das BAG in diesem Jahr 65 neue Bewilligungen erteilt. Dabei handelt es sich meist um Geräte der jüngsten Generation, die ältere Anlagen ersetzen. Die Mehrheit des Geräteparks ist vollständig digitalisiert (Direktradiographiesysteme DR), nur rund 10% der Geräte beruhen noch auf Speicherfoliensystemen (CR).

Kontrollpunkte waren die Gültigkeit der Betriebsbewilligung, die Konformität der Abschirmungen in den Räumlichkeiten, die Verwendung von Schutzmitteln sowie die Aufzeichnung der angewendeten Dosen. Überprüft wurde auch das Qualitätssicherungsprogramm.

Insgesamt sind die Ergebnisse gut und zeigen eine hohe Qualität. In 35% der Fälle bestehen jedoch Mängel bei den Strahlenschutzplänen, die nicht immer der tatsächlichen Situation entsprechen. 65% der Anwender setzen die Empfehlungen der BAG-Weisung Anwendung von Schutzmitteln für Patienten um. In fast 60% der Fälle wurden die Dosen, denen die Patientinnen ausgesetzt waren, in deren Krankengeschichte eingetragen.

Im Bereich Qualitätssicherungsprogramm entsprechen die von den Röntgenfirmen jährlich durchzuführenden Wartungen mit Zustandsprüfung in 75% der Fälle den Vorschriften. Die am häufigsten festgestellten Mängel waren fehlende Unterlagen zu den von den Herstellern vorgeschriebenen Wartungen sowie Verspätungen bei der Meldung der Wartung ans BAG. Die wöchentlich von einer speziell ausgebildeten Person der Einrichtung durchzuführenden Konstanzprüfungen entsprachen zu 83% den Vorschriften. Die Lücken betreffen hauptsächlich die Anwender, die gewisse Unsicherheiten beim Verständnis und der Bedienung der verschiedenen Kontrollinstrumente zeigten. Was die an die Patientinnen verabreichten Dosen betrifft, hält sich die überwiegende Mehrheit der Betriebe an die in den Europäischen Leitlinien formulierten Empfehlungen zur Qualitätssicherung in der Mammographie (EPQC 4). Gewisse CR-Systeme weisen zwar höhere Werte auf als DR-Systeme, sie sind aber immer noch akzeptabel. Bei der Bildqualität erfüllen 99% der Betriebe die verlangten Anforderungen.

Ausbildungsmanko bei dosisintensivem Röntgen in Hausarztpraxen

2014 hat das BAG in ca. 100 Arztpraxen stichprobenweise Inspektionen durchgeführt und festgestellt, dass mehr als 80 % der medizinischen Praxisassistentinnen und Praxisassistenten (MPA), die dosisintensive Röntgenaufnahmen durchgeführt haben, nicht ausreichend ausgebildet waren. MPA dürfen mit dem Eidgenössischen Fähigkeitszeugnis nur den Thorax und die

Extremitäten röntgen. Um auf dieses Ausbildungsmanko aufmerksam zu machen, hat das BAG sämtliche Arztpraxen angeschrieben und über Weiterbildungsmöglichkeiten für dosisintensive Untersuchungen (Abdomen, Becken, Hüften, Wirbelsäule, Schädel) informiert. MPA dürfen solche Untersuchungen nur durchführen, wenn sie den Weiterbildungskurs Sachkunde für erweiterte Aufnahmetechniken absolviert haben. Der Inhalt dieser Ausbildung war auch in der Vergangenheit nie in die Grundausbildung (EFZ) integriert. Die Weiterbildung wird von der SUVA in der Deutschschweiz und der ARAM in der Romandie angeboten. Der Umfang des Kurses beinhaltet 40 Theorie-Lektionen und eine bestimmte Anzahl an dosisintensiven Untersuchungen, die die Teilnehmenden unter Anleitung einer qualifizierten Person durchführen müssen. Eine entsprechende Ausbildung (Sachkunde und Sachverstand dosisintensives Röntgen) wird auch von den Ärzten verlangt, die die Untersuchungen durchführen. Das Problem ist jedoch dort weniger dramatisch: Über 80% von ihnen verfügten über die notwendige Ausbildung. Für Ärzte ist gemäss Strahlenschutzverordnung und Abkommen mit der FMH der «Fähigkeitsausweis Dosisintensives Röntgen KHM» vorgesehen, der aus einem praktischen und einem theoretischen Teil besteht. Dazu gehört auch ein Strahlenschutzkurs, der vier Tage dauert (zwei Tage Theorie, zwei Tage Praxis). Nähere Informationen zu diesem Fähigkeitsausweis sind auf www.fmh.ch und auf www.radioprotection.ch (Typ A Bildgebung) zu finden.

Sämtliche fünf Zyklotrone in der Radiopharmazie auditiert

2015 haben in allen fünf Zentren mit Zyklotron, die zur Produktion von Nukliden für die Nuklearmedizin dienen, Audits stattgefunden. Zyklotrone beschleunigen geladene Teilchen wie Protonen, um sie anschliessend auf Wassertargets zu schießen. In diesen Targets entstehen radioaktive Nuklide, die als Markierstoffe, z. B. in der Krebsdiagnostik dienen.

Beim Betrieb einer solchen Anlage sind verschiedenste Strahlenschutzanforderungen zu berücksichtigen. Zunächst muss ein Zyklotron hinter dicken Mauern stehen, da im Betrieb intensive Neutronen- und Gammastrahlung entsteht. Die Neutronenstrahlung erzeugt kurzlebige Nuklide in der Luft, die kontrolliert über die Lüftung in die Umwelt abgegeben wird. Im so genannten Hotlabor, wo die erzeugten radioaktiven Stoffe weiterverarbeitet werden, müssen die Mitarbeitenden vor der Strahlung geschützt sein, indem u.a. Bleiabschirmungen verwendet werden. Die Abgaben an die Umwelt, die hauptsächlich über die Luft erfolgen, müssen unterhalb der gesetzlichen Immissionsgrenzwerte bleiben.

Während der Audits konnten wir mit unseren Messungen feststellen, dass die Neutronen- und Gammastrahlung ausserhalb der geschlossenen Bunker deutlich unterhalb der festgelegten Richtwerte lag. Die Betriebe haben die Wartungsarbeiten an den installierten Messsonden zur Überwachung der Dosisleistung und der Abgaben an die Umwelt nach Vorgaben vorgenommen. Die Abgaben an die Umwelt lagen innerhalb der vom BAG festgelegten Grenzen und die technischen Sicherheitseinrichtungen genügten überall den behördlichen Vorgaben.

Nicht planmässige Abgaben von Radioaktivität an die Umwelt oder Kontaminationen von Mitarbeitenden waren in den beobachteten und gemeldeten Fällen in der Regel auf menschliches Fehlverhalten zurückzuführen. Als Massnahme forderte das BAG in zwei Fällen eine bessere interne Ausbildung.

In einem Punkt musste das BAG jedoch in vier von fünf Zentren Massnahmen bezüglich der kontinuierlichen Entsorgung der Abfälle erlassen: Überall im Bunker waren dort langlebige radioaktive Abfälle, die insbesondere an Komponenten des Zyklotrons (z. B. Targetfolien) entstehen, vorschriftswidrig zwischengelagert worden. Gemäss Strahlenschutzverordnung ist radioaktiver Abfall aber spätestens drei Jahre nach seiner Entstehung zu entsorgen, was aber unterlassen wurde, so dass sich der radioaktive Abfall anhäufte.

Audit «Zubereitung und Qualitätskontrolle von Radiopharmazeutika»

Das BAG leitet seit 2014 eine Audit-Kampagne zur Zubereitung und Qualitätskontrolle von Radiopharmazeutika aus Technetium-99m-Kits (99mTc). Bisher hat es 47 der 50 Zentren für Nuklearmedizin, die solche Produkte in der Schweiz zubereiten, auditiert. Da 99mTc das am häufigsten verwendete Radioisotop ist, verschaffte diese Kampagne eine gute Gesamt-sicht über die Zubereitung von Radiopharmazeutika im Rahmen herkömmlicher bildgebender Verfahren der Nuklearmedizin.

Die Audits haben gezeigt, dass Zubereitung und Qualitätskontrolle von Radiopharmazeutika insgesamt gewissenhaft und in konformer Weise erfolgen. Die Infrastruktur entspricht sowohl im Hinblick auf den Strahlenschutz als auch auf die aseptischen Zubereitungsbedingungen den gesetzlichen Vorschriften. Diese Bestimmungen wurden mit der Fassung vom 1. Januar 2008 der StSV mit einer Frist für die Umsetzung von vier Jahren eingeführt.

Die technische Funktionsfähigkeit der Mikrobiologischen Sicherheitswerkbanken (MSW), in denen die 99mTc-Kits angewendet werden, ist eine Voraussetzung für die geforderten aseptischen Bedingungen. Deshalb wurde bei den Audits die in der Weisung «Anforderungen an die Zubereitung von Radiopharmazeutika» (L-10-06) beschriebene Durchführung der jährlichen Zustandskontrolle geprüft. In den meisten Fällen war diese Zustandskontrolle, die geeignete Zubereitungsbedingungen sicherstellt, ausgeführt worden. Dagegen wurden gewisse Mängel festgestellt bei der Durchführung der Arbeitsschritte unter aseptischen Bedingungen, die während der Zustandskontrolle erfolgen und die Herstellung qualitativ hochstehender radiopharmazeutischer Fertigprodukte gewährleisten. Um die mangelnde Ausbildung in diesem Bereich wettzumachen, organisiert das BAG seit 2014 in Zusammenarbeit mit der Schweizerischen Gesellschaft für Radiopharmazie / Radiopharmazeutische Chemie (SGRRC) und dem Institut de radiophysique (IRA) theoretische und praktische Kurse, die auf die Bedürfnisse der nuklearmedizinischen Zentren abgestimmt sind. Wegen der grossen Nachfrage konnten nicht alle Fachkräfte, die 99mTc-Kits anwenden, diese Kurse vor der Durchführung der Audits besuchen. Damit alle betroffenen Personen eine



Abb. 5: Zubereitung eines Radiopharmakons in einer Mikrobiologischen Sicherheitswerkbank (MSW) der Klasse II

angemessene Ausbildung erhalten, werden die Kurse in den kommenden Jahren weitergeführt. Eine weitere durch die Auditkampagne aufgedeckte Verbesserungsmöglichkeit betrifft die Durchführung von Qualitätskontrollen, um die Übereinstimmung der radiopharmazeutischen Fertigprodukte mit den von den Herstellern in der Fachinformation dargestellten Eigenschaften zu prüfen. Da die Zuverlässigkeit gewisser in dieser Fachinformation beschriebenen Kontrollmethoden kontrovers diskutiert wird und das dazu erforderliche Material schwer zu beschaffen ist, wurden allgemein anerkannte alternative Methoden angewendet. Eine Arbeitsgruppe, zu der Vertreter der betroffenen Hersteller und Mitglieder der SGRRC gehören, stellt sicher, dass zuverlässige Methoden zur Qualitätskontrolle unter Einhaltung der gesetzlich bindenden Bestimmungen des Herstellers angewendet werden.

Dank der Audits konnten die Punkte, wo Verbesserungen möglich sind, identifiziert und Korrekturen angeordnet werden. So werden qualitativ hochstehende Leistungen der Nuklearmedizin in der Schweiz garantiert.

Forschung am CERN und am Paul Scherrer Institut

CERN: Gemeinsamer Besuch zum Thema LINAC 4 und Genehmigung der Studie zu den radioaktiven Abfällen

Das CERN, Frankreich und die Schweiz arbeiten auf der Grundlage der tripartiten Vereinbarung vom 16. September 2011 zusammen, um die Qualität der Strahlenschutz- und Sicherheitsmassnahmen bei Anlagen des CERN zu gewährleisten. Es finden regelmässig tripartite Treffen statt zwischen dem CERN und den Strahlenschutz-Behörden der beiden Gastländer (*Autorité de sûreté nucléaire ASN* in Frankreich und BAG). Bei diesen Treffen stellt das CERN die strategischen und rechtlichen Entwicklungen im Bereich Strahlenschutz vor. Dazu gehören beispielsweise die Planung neuer Anlagen, die ionisierende Strahlen produzieren, Änderungen von Regelungen zur Sicherheit oder zum Strahlenschutz oder auch Ergebnisse von Kontrollmessungen. Bei gemeinsamen Besuchen kann ausserdem die Umsetzung von Strahlenschutz- oder Sicherheitsmassnahmen bei Anlagen oder bei bestimmten Themen geprüft werden. Die technischen Meetings ermöglichen die Entwicklung und Umsetzung pragmatischer Lösungen für Probleme, die sich aus den technischen Besonderheiten der CERN-Anlagen ergeben, unter Berücksichtigung der Gesetze und Bestimmungen beider Gastländer.



Abb. 6: Tunnel des LINAC 4 mit dem Driftröhren-Modul (Drift Tube Linac, DTL),
Quelle: CERN

2015 prägten zwei Ereignisse die Zusammenarbeit mit dem CERN: die Genehmigung der Studie zu den radioaktiven Abfällen und der gemeinsame Besuch zum Thema LINAC 4.

Die tripartite Vereinbarung legt fest, dass die Entsorgung der radioaktiven Abfälle des CERN gemäss bestehender Kanäle für die Abfallentsorgung zwischen der Schweiz und Frankreich aufgeteilt wird. Die gesetzlichen Bestimmungen des betreffenden Landes sind dabei einzuhalten. Das CERN hat zu diesem Zweck eine «Abfallstudie» ausgearbeitet, welche die Entsorgungskanäle für die einzelnen Abfallarten festlegt, die in den Anlagen vor Ort anfallen. Das Ziel dieser Studie ist eine ausgewogene Aufteilung der radioaktiven Abfälle zwischen den beiden Gastländern unter Berücksichtigung von Menge, Aktivität und Toxizität. Sie legt ausserdem die aus technischer und wirtschaftlicher Sicht günstigsten Entsorgungskanäle fest. Die Wahl der Abfallentsorgungskanäle wurde von Frankreich und der Schweiz nach der Prüfung im Rahmen der tripartiten Zusammenkunft gutgeheissen. 2015 wurde die erste Fassung der «Abfallstudie» des CERN gemeinsam von ASN und BAG genehmigt. Diese Studie präsentiert ein Inventar und eine Klassifizierung der radioaktiven Abfälle des CERN sowie eine Prognose zu den zukünftigen radioaktiven Abfällen. Auf der Grundlage dieser Daten kann der Bund anschliessend die Verpackung, Zwischenlagerung und Endlagerung der Abfälle planen (siehe Kapitel «Radioaktive Abfälle»).

Der Komplex der verschiedenen Beschleuniger des CERN besteht aus einer Kette von Teilchenbeschleunigern mit zunehmend hoher Energie. Gegenwärtig werden mit dem LINAC 2 (Linearbeschleuniger 2) zuerst Protonen auf 50 MeV beschleunigt. Nach der für 2017–2018 vorgesehenen Abschaltung wird der LINAC 4 die Ionen auf eine Energie von 160 MeV bringen, bevor sie in den Vorbeschleuniger des PS (Proton Synchrotron) eingespiessen werden. Damit wird der LINAC 4 die neue Protonenstrahl-Quelle des LHC (Large Hadron Collider). Die Vorbereitung des Sicherheitsdossiers zum LINAC 4 war Gegenstand zahlreicher Diskussionen zwischen dem CERN, der ASN und dem BAG. Diese Dossiers umfassen die technischen Spezifikationen der Infrastruktur im Zusammenhang mit dem Strahlenschutz und der radiologischen Sicher-

heit, die organisatorischen Bestimmungen, die einen sicheren Betrieb der Anlage gewährleisten, sowie die Analyse der grössten Risiken und ihrer Prävention. Anlässlich des gemeinsamen Besuchs des Tunnels des LINAC 4 in dessen Startphase und des Gebäudes, das die damit zusammenhängende Infrastruktur birgt, konnten die ASN und das BAG feststellen, dass die Strahlenschutzmassnahmen im Betrieb und die internen Auditabläufe angemessen umgesetzt sind.

Paul Scherrer Institut: grosse Bauprojekte

Das Paul Scherrer Institut (PSI) in Villigen AG gehört zu den grössten Forschungszentren der Schweiz. Es betreibt grosse Beschleunigeranlagen wie den Protonenbeschleuniger mit den dazugehörigen Strahllinien und Experimenten (u.a. die Spallations-Neutronenquelle SINQ), den medizinischen Protonenbeschleuniger COMET oder die Swiss Light Source (SLS). Die Beschleunigeranlagen und Forschungslabors fallen in den Aufsichts- und Bewilligungsbereich des BAG, die Kernanlagen gehören zum Zuständigkeitsbereich des Eidgenössischen Nuklearsicherheitsinspektorats (ENSI). Das BAG überprüft im Rahmen seiner Aufsichtstätigkeit, dass die Grenzwerte für ionisierende Strahlung am PSI eingehalten werden und garantiert so die Sicherheit der Bevölkerung, des Personals am PSI und der Umwelt. Zudem begleitet es die grossen Bauprojekte des PSI.

Das PSI hat zwischen August und Oktober 2015 die Protonenbestrahlungsanlage Gantry 3 fertig gebaut. Das PSI ist das einzige Zentrum in der Schweiz, das Therapien mit Protonen anbietet und es erweitert mit der Gantry 3 die bestehenden Anlagen OPTIS, Gantry 1 und Gantry 2 um eine weitere Bestrahlungsstation. Vorausgesetzt, die technischen Abnahmetests verlaufen

erfolgreich, werden wahrscheinlich 2016 die ersten Patienten behandelt werden können. Für die technische Inbetriebnahme der Gantry 3 hat das BAG die bestehende Bewilligung für den Protonenbeschleuniger COMET erweitert. Für die Anwendung am Menschen wird das PSI jedoch eine separate Bewilligung für die Gantry 3 beantragen müssen.

Die Arbeiten bei der Free Electron Laser-Anlage (SwissFEL) sind 2015 weit fortgeschritten. Diese rund 700 Meter lange Anlage wird es erlauben, sehr kurze Pulse von Röntgenstrahlung mit Lasereigenschaften zu erzeugen. Dies wird den Forschenden am PSI Einblicke in das Innere von Materialien erlauben. Ähnliche Anlagen sind in den USA (LCLS) und Japan (SACLA) bereits in Betrieb bzw. werden zurzeit in Deutschland (European XFEL) und Südkorea (PAL-XFEL) gebaut. Das BAG hat dieses Grossprojekt von Anfang an begleitet, so dass das Bewilligungsverfahren für die Inbetriebnahme der SwissFEL Anlage erleichtert wurde. Erste Tests sollen bereits Anfang 2016 erfolgen, der Normalbetrieb ist ab Herbst 2017 vorgesehen.

Zwischen Dezember 2014 und Mai 2015 stand der Protonen-Ringbeschleuniger still, um die jährlichen Revisionsarbeiten in sonst nicht zugänglichen Bereichen durchzuführen. Da für die Mitarbeitenden des PSI und externer Firmen während dieser Zeit jeweils die dosisintensiven Arbeiten anfallen, hat das PSI vorgängig einen detaillierten Strahlenschutzplan verfasst. Damit können die verschiedenen Aufgaben optimiert werden. Das BAG hat diesen Strahlenschutzplan gutgeheissen und die Anlage während der Revision mehrmals inspiziert. Die Kollektivdosis für die 143 beteiligten Personen betrug 41.42 Personen-mSv und lag damit 15% unter dem erwarteten Wert. Während der Revision fielen gut 13.4 Tonnen Abfall an, davon liessen sich rund 10.7 Tonnen gemäss den gesetzlichen Bestimmungen freimessen und als inaktiv entsorgen.

Das PSI hat begonnen, das Konzept für die Konditionierung und Entsorgung seiner betriebseigenen Abfälle aus den Beschleunigeranlagen zu revidieren. Eine Minimierung der Menge radioaktiver Abfälle steht dabei im Vordergrund.

Radioaktive Abfälle

Dem Bund obliegt die Aufgabe, radioaktive Abfälle aus Medizin, Industrie und Forschung zu entsorgen. Davon ausgenommen sind die Abfälle aus dem Betrieb von Kernkraftwerken. Jedes Jahr organisiert das BAG eine Sammelaktion für diese Abfälle, die anschliessend behandelt und im Bundeszwischenlager (BZL) in Würenlingen gelagert werden. In Zukunft werden all diese Abfälle für die Endlagerung in ein geologisches Tiefenlager verbracht werden, für das zurzeit die Auswahlverfahren laufen. Die Inbetriebnahme des Lagers für Abfälle schwacher und mittlerer Aktivität, zu denen die meisten vom Bund gesammelten Abfälle gehören, ist für 2050 vorgesehen.

Sammelaktion für radioaktive Abfälle

Anlässlich der Sammelaktion für radioaktive Abfälle 2015 haben 26 Unternehmen radioaktive Abfälle abgegeben. Grösstenteils handelte es sich dabei um Tritium (H-3), mit einer Gesamtaktivität von $2,2 \cdot 10^{15}$ Becquerel und einem Bruttovolumen von insgesamt $4,7 \text{ m}^3$ (brutto, vor allem Tritium). Gewisse Abfälle mit Tritium und Kohlenstoff-14 konnten mit Bewilligung des BAG, in Übereinstimmung mit den gesetzlichen Bestimmungen zum Strahlenschutz, namentlich gemäss Artikel 83 der Strahlenschutzverordnung, verbrannt werden. Die Wiederverwendung oder Rezyklierung hoch radioaktiver geschlossener Strahlenquellen (insbesondere mit Americium-241, Krypton-85, Caesium-137 oder Cobalt-60) ist eine sinnvolle Alternative zur Elim-

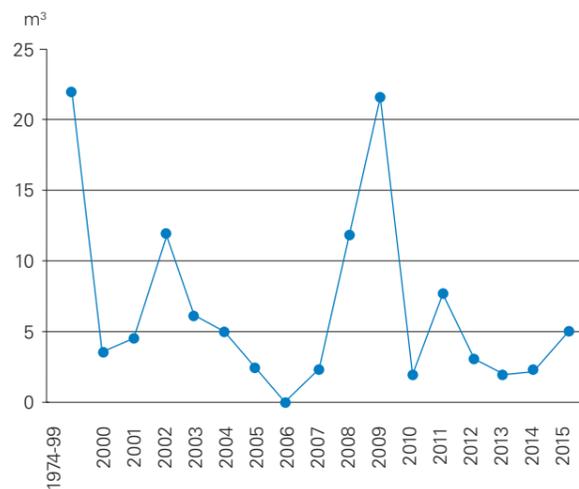


Abb. 7: Jährliches Volumen radioaktiver Abfälle bei den Sammelaktionen des Bundes (1974–1999: durchschnittlich geliefertes Volumen in Fässern pro Jahr, ab 2000 geliefertes Bruttovolumen der Abfälle)

nierung als radioaktive Abfälle. Zudem lässt sich, wenn möglich und sinnvoll, auch nach einer Dekontamination sowie der Abklinglagerung von Abfällen in Betrieben Material freigeben. Abbildung 7 zeigt die Entwicklung des Volumens der vom Bund über die letzten vierzig Jahre gesammelten radioaktiven Abfälle.

Finanzierung der Entsorgung

Die ans Bundeszwischenlager (BZL) gelieferten radioaktiven Abfälle gehen in die Verantwortung des Bundes über, der ihre langfristige Entsorgung sicherstellt. Gemäss den aktuellen Schätzungen belaufen sich die Kosten für die Entsorgung der gesamten Abfälle, für die der Bund verantwortlich ist, auf fast 1,4 Milliarden Franken, verteilt über den Zeitraum 2011–2100. Ein Teil dieser Kosten wird über die Gebühren finanziert, die bei den Produzenten der Abfälle erhoben werden. Ein weiterer Teil wird erst ab 2060 entstehen, wenn das geologische Tiefenlager in Betrieb ist. Die Schätzungen rechnen mit einem noch zu finanzierenden Restbetrag von 857 Millionen Franken für den Zeitraum 2015 bis 2060. Dieser Betrag wird zu gleichen Teilen vom Bund und vom ETH-Bereich getragen, zu dem auch das PSI gehört.

Die im Jahr 2000 vorgenommenen Schätzungen hatten mit Entsorgungskosten zwischen 300 und 360 Millionen Franken für den Zeitraum 2000–2040 gerechnet. Damals versprach das Projekt Wellenberg eine relativ schnelle Einrichtung eines Lagers für Abfälle schwacher und mittlerer Aktivität. Das Projekt wurde jedoch 2002 abgelehnt. Die massive Kostenzunahme hängt in erster Linie mit den höheren Kosten des geologischen Tiefenlagers und der Entsorgungsprozesse zusammen. So haben das lange Auswahlverfahren und die hohen Anforderungen an die Sicherheit Auswirkungen auf die prognostizierten Kosten. Im April 2015 nahm der Bundesrat die neuen Zahlen zur Kenntnis. Er beauftragte die betroffenen Departemente, bis 2018 eine neue Kostenschätzung vorzulegen.



Abb. 8: Schwerverkehrskontrolle am Zoll in Thayngen

Illegale und unbeabsichtigte Ein- und Ausfahren radioaktiver Stoffe

Erste Routinemessungen mit mobilem Messportal

Funde von radioaktiv kontaminiertem Edelstahl sowie Einfuhren kontaminierter Container nach dem Reaktorunfall in Fukushima haben gezeigt, dass der Warenverkehr auf mögliche illegale und unbeabsichtigte Ein-/Ausfahren radioaktiver Stoffe überwacht werden muss. Das BAG hat dazu 2012 ein mobiles Messportal beschafft, bis 2014 getestet und optimiert. Durch das Messportal passieren Fahrzeuge mit einer Geschwindigkeit von bis zu 15 km/h. Wird dabei die Alarmschwelle für Radioaktivität überschritten, muss das Fahrzeug anhalten, um die Strahlenquelle mit einem empfindlichen Dosisleistungsmessgerät lokalisieren und ihr Radionuklid spektrometrisch identifizieren zu können.

	Erstfeld	Thayngen	Basel
Anzahl kontrollierter Fahrzeuge (Portalmonitor)	5100	1800	185
Anzahl Alarme	31	69	4

Abb. 9: Anzahl Messungen an drei Standorten und ausgelöste Alarme (2015)

2015 wurden erstmals drei Routine-Schwerpunktmessungen während je einer Woche an verschiedenen Standorten durchgeführt (Schwerverkehrszentrum Erstfeld, Zoll Basel Freiburgerstrasse und Zoll Thayngen) und dabei über 7000 Fahrzeuge kontrolliert. Bei über 100 Ladungen konnte schwache Radioaktivität detektiert werden, bei allen Funden handelte es

sich jedoch um natürliche radioaktive Stoffe, die keine illegalen Transporte darstellen. Natürliche radioaktive Stoffe sind beispielsweise in Baumaterialien (Ziegelsteine, Zement, Granit), keramischen Erzeugnissen (Fliesen, Filter, Isolatoren) sowie Chemikalien (Kaliumchlorid) enthalten und stellen in dieser Form für Mensch und Umwelt keine Gefahr dar.

Das BAG will künftig regelmässig solche Schwerpunktkontrollen durchführen. Die Grundlagen dafür sollen in der laufenden Revision der Strahlenschutzverordnung festgelegt werden.

Intervention in einem radiologischen Notfall

Um für Krisen im Strahlenschutz gewappnet zu sein, sind umfassende Vorbereitungsmaßnahmen nötig und ein Engagement auf nationaler und internationaler Ebene.

Massnahmen auf nationaler Ebene

Die interdepartementale Arbeitsgruppe IDA NOMEX wurde 2011, nach der Katastrophe von Fukushima, ins Leben gerufen. Ihre Aufgabe bestand in der Überprüfung der Notfallschutzmassnahmen bei Extremereignissen in der Schweiz. Den von der Arbeitsgruppe verfassten Bericht hat der Bundesrat 2012 zur Kenntnis genommen und verschiedene Bundesstellen mit der Erarbeitung von insgesamt 56 organisatorischen und gesetzgeberischen Massnahmen beauftragt. Seither sind zahlreiche Massnahmen umgesetzt worden. Das BAG, das in verschiedenen Bereichen betroffen war, setzt einen Teil der Massnahmen im Rahmen der laufenden Revision der Strahlenschutzverordnung um. Zusätzlich hat es 2015 bei der Revision des Notfallschutzkonzepts bei einem KKW-Unfall mitgearbeitet. Am 1.7.2015 hat der Bundesrat dieses neue Konzept zur Kenntnis genommen. Es wurde auf der Basis des neuen Referenzszenarios (A4) ausgelegt [1]. Dieses Referenzszenario basiert auf einem sehr schweren Störfall der INES Kategorie 7 und bietet die Möglichkeit, den Notfallschutz in der gesamten Schweiz entsprechend vorzubereiten. Als nächster Schritt werden nun die erforderlichen Anpassungen der rechtlichen Grundlagen erarbeitet.

2015 beteiligte sich das BAG an einer Gesamtnotfallübung (GNU), bei der ein Unfall im Kernkraftwerk Gösgen angenommen wurde. Auch wenn die Abteilung Strahlenschutz bei dieser Übung nicht stark involviert war, war es eine Gelegenheit, das Funktionieren eines begrenzten Notfallteams im neuen BAG-Verwaltungsgebäude zu testen. Die aktuelle Infrastruktur bietet moderne, auf die relevanten Aufgaben des Krisenmanagements abgestimmte Funktionen. Diese sollten bei einer grösser angelegten Übung mit stärkerer Beteiligung der Notfallteams für radiologische Ereignisse noch getestet werden.

Internationales Engagement

Auf internationaler Ebene engagierte sich die Abteilung Strahlenschutz im Berichtsjahr vielfältig: So nahm sie aktiv an den Arbeiten der Vereinigung europäischer Strahlenschutzbehörden (HERCA) teil. Zudem war sie auch eng in die Tätigkeiten der europäischen Plattform NERIS (European Platform on preparedness for nuclear and radiological emergency response and recovery) und beim WHO-Netzwerk REMPAN (Radiation Emergency Medical Preparedness and Assistance Network) eingebunden. Auch am europäischen Projekt PREPARE (Platform for European Preparedness Against (Re-)emerging Epidemics) war die Abteilung Strahlenschutz beteiligt. Sie verfolgt ausserdem die Überlegungen, die im Rahmen des französischen Ausschusses CODIRPA (Comité directeur pour la gestion de la phase post-accidentelle) geführt werden. Aufgrund der bisherigen Bemühungen hat sich gezeigt, dass noch viel zu tun bleibt, wenn wir in unserem Land gegen die Folgen eines nuklearen Unfalls gewappnet sein wollen, insbesondere im Hinblick auf den Schutz der Bevölkerung und den Einbezug aller Beteiligten, die sich mittel- und langfristig in den betroffenen Gebieten befinden würden.

[1] Das ENSI hat im Zuge der IDA NOMEX Aufträge diverse Ereignisszenarien erarbeitet (Szenarien A1 – A6). Diese verschiedenen Szenarien sind einerseits mit Eintretenswahrscheinlichkeiten belegt worden und andererseits zeigen sie auch die entsprechenden radiologischen Auswirkungen für die Schweiz.

Radiologische Ereignisse

Das BAG hat den Auftrag, die Bevölkerung, insbesondere auch Patienten und beruflich strahlenexponiertes Personal sowie die Umwelt vor ionisierender Strahlung zu schützen. Kommt es trotz den Vorsichts- und Schutzmassnahmen zu meldepflichtigen Ereignissen mit ionisierender Strahlung oder tauchen radiologische Altlasten auf, ist es Aufgabe des BAG, diese zu untersuchen und zu bewerten sowie darüber zu informieren. Das 2015 verabschiedete Kommunikationskonzept zu radiologischen Ereignissen definiert das Vorgehen für eine transparente und koordinierte Öffentlichkeitsarbeit in diesem Bereich.

Neues Kommunikationskonzept für radiologische Ereignisse

Nach der Meldung eines radiologischen Ereignisses erfolgt immer eine sorgfältige Analyse im BAG. Die zuständigen Expertinnen und Experten evaluieren mögliche Folgen, prüfen die vorgeschlagenen Korrekturmassnahmen und entscheiden über die Durchführung einer Inspektion vor Ort. Zudem ist das BAG – teilweise in Zusammenarbeit mit den betroffenen Betrieben oder Behörden – verpflichtet, angemessen zu informieren.

Mit dem 2015 verabschiedeten Kommunikationskonzept für radiologische Ereignisse ist es gelungen, klare Richtlinien für diese Öffentlichkeitsarbeit zu schaffen. Die starke Medienpräsenz nach den Radiumfunden in Biel im Juni 2014 hatte Lücken in der bisherigen Informationspolitik aufgezeigt. Neu ist nicht mehr nur das objektiv festgestellte Risiko (z. B. aufgrund der INES-Skala) ausschlaggebend für die Art der Information über Ereignisse, sondern auch das sogenannte «öffentliche Interesse». Das bewertete Risiko wird künftig in eine von drei Kategorien eingeteilt (gering, mittel oder hoch), basierend auf den folgenden drei Kriterien: Art des Ereignisses, Anzahl betroffener Personen und Häufigkeit des Auftretens dieses Ereignisses. Die Kommunikationsweise (aktiv, passiv, über das BAG oder über den Urheber) sowie die Empfänger der Mitteilung (Öffentlichkeit, Behörden) werden schliesslich aufgrund der objekti-

ven Risikokategorie und der wahrgenommenen Bedrohung festgelegt. Erfahrungsgemäss schrecken Themen wie radioaktiver Abfall oder radioaktive Verschmutzung die Bevölkerung stark auf, auch wenn das Gesundheitsrisiko – im jeweiligen Fall – objektiv gesehen sehr klein ist. Weitere Faktoren wie medialer Druck oder politische Sensibilität können die Kommunikationsstrategie zusätzlich beeinflussen. Prinzipiell erscheint jedes gemeldete Ereignis neu in statistischer Form im Jahresbericht der Abteilung Strahlenschutz (vgl. nächstes Kapitel).

Statistik gemeldete Ereignisse 2015

2015 hat das BAG 34 Meldungen zu Ereignissen verschiedenster Ursachen erhalten. Abbildung 10 gibt einen Überblick über die betroffenen Bereiche. 10 Ereignisse traten in den Bereichen Umwelt, Betrieb und Bevölkerung auf, z. B. die «Unbeabsichtigte Abgabe von radioaktivem Iod an das Abwasser eines Spitals» oder die «Illegale Entsorgung von 200 Ionisationsrauchmeldern mit Bauschutt» (vgl. Kurzberichte im nächsten Kapitel). 10 weitere Ereignisse stammen aus Altlasten, herrenlosen Quellen oder Quellenverlusten. Radiologische Altlasten sind Hinterlassenschaften aus der Vergangenheit, die den heutigen gesetzlichen Anforderungen nicht mehr entsprechen, wie z. B. die Radiumfunde in Biel (vgl. Berichterstattung in diesem Bericht, Seiten 28, 29). In fünf der gemeldeten Fälle war

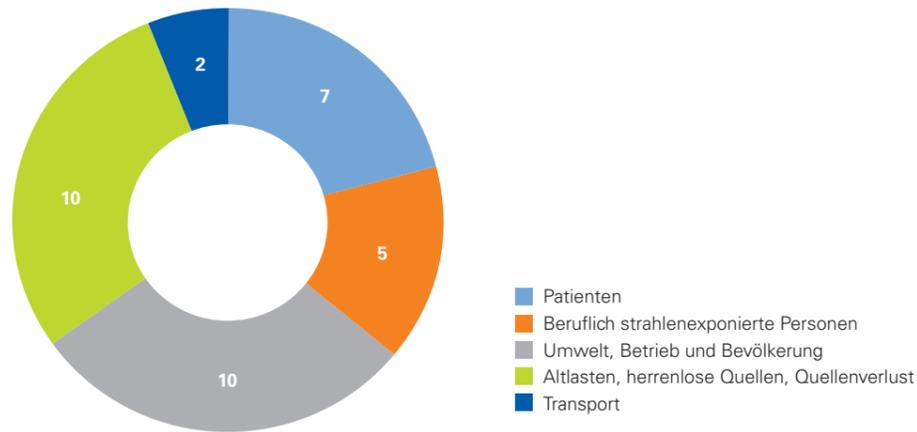


Abb. 10: 34 gemeldete radiologische Ereignisse 2015 und betroffene Bereiche

Personal betroffen, glücklicherweise gab es keine Grenzwertüberschreitung der Personendosis, vgl. dazu das Beispiel «Kontamination von Personen» im nächsten Kapitel. Von diesen Ereignissen wurde keines als INES 1 oder mehr eingestuft. In acht Fällen, die meistens Quellenfunde betreffen, erfolgte eine Meldung an die IAEA-Datenbank ITDB (Incident & Trafficking Database).

Die sieben Ereignisse mit Auswirkungen auf Patientinnen und Patienten traten in der Radioonkologie bzw. Strahlentherapie auf. Es sind in keinem der Fälle unmittelbare Schädigungen zu erwarten. Zwei der Ereignisse im medizinischen Bereich sind auf Level 2, zwei weitere auf Level 1 der provisorischen Skala INES Medical Rating Scale einzuordnen. Zwei dieser Ereignisse sind im folgenden Kapitel geschildert, «Durchschnittliches Iod-Seed» und «Leck in Dosismonitor-Kammer eines Elektronenbeschleunigers».

Kurzberichte zu fünf gravierenden Ereignissen:

Unbeabsichtigte Abgabe von radioaktivem Iod an das Abwasser eines Spitals

Die Therapie mit radioaktivem Iod (Iod-131) unterliegt der Strahlenschutzgesetzgebung, die verlangt, dass sich die hospitalisierten Patienten in speziell eingerichteten Zimmern aufhalten. Die entstehenden Abwässer dürfen nicht direkt in die Kanalisation gelangen. Sie müssen zurückgehalten und solange gelagert werden, bis die Aktivität des Iod-131 unter die für das Spital bewilligte Abgabelimite abgeklungen ist.

Im Juli 2015 hat ein Techniker eines Spitals wegen einer Fehlmanipulation Abwasser zu früh in die Kanalisation geleitet. Die Aktivität an Iod-131 lag deutlich über der bewilligten wöchentlichen Abgabelimite. Die darauf in der angeschlossenen Kläranlage wöchentlich durchgeführten Aktivitätsmessungen zeigten eine Konzentration von 0.5 Bq/l. Dieser Wert liegt deutlich unterhalb des Immissionsgrenzwertes, der für öffentlich zugängliche Gewässer zulässig ist (10 Bq/l). Die radiologischen Konsequenzen für die Bevölkerung und die Umwelt waren gering. Um solche Vorfälle künftig zu vermeiden, wurden der Vorfall gründlich analysiert und Massnahmen angeordnet.

Illegale Entsorgung von Ionisationsrauchmeldern

Im August 2015 erhielt das BAG die Meldung, dass über 200 Ionisationsrauchmelder (IRM) mit Bauschutt entsorgt worden waren. Das Funktionsprinzip solcher Rauchmelder beruht auf der Ionisierung der Luft durch eine radioaktive Quelle. Demontierte IRM gelten als radioaktive Abfälle und dürfen nicht mit dem normalen Abfall oder als Elektronikschrott entsorgt werden. Die Nachforschungen brachten keine konkreten Hinweise über den Verbleib der IRM. Die Feststellung dieser illegalen Entsorgung radioaktiver Quellen wurde zur Strafverfolgung an die Bundesanwaltschaft weitergeleitet.

Aufgrund solcher Entsorgungereignisse haben das BAG und die Suva – in Zusammenarbeit mit dem Verband Schweizerischer Errichter von

Sicherheitsanlagen SES und der Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen VKF – einen Zeitplan zum Ersatz und der Entsorgung aller noch vorhandenen IRM festgelegt. Alle betroffenen Besitzer von Brandmeldeanlagen werden in der nächsten Zeit durch die Installationsfirma ihrer Anlage kontaktiert und über das Vorgehen informiert. Spätestens nach dem 31. Dezember 2018 dürfen IRM nur noch durch Brandmelder ohne radioaktive Quelle ersetzt werden. Es gibt heute optische Brandmelder, die ohne radioaktive Quelle genauso gute und für die meisten Anwendungen sogar bessere Ergebnisse erzielen.

Kontamination von Personen

Im April 2015 haben sich bei einer internen Schulung in einem Labor insgesamt zwölf Personen mit F-18 kontaminiert. Ursachen waren ein an der Aussenseite kontaminierter Bleitopf sowie die Missachtung von Verhaltensregeln («good practice»). Dies führte zu einer Verschleppung des F-18 innerhalb der kontrollierten Zone, zudem waren mehrere Türgriffe verunreinigt. Alle Personen wurden innerhalb von ein paar Stunden dekontaminiert, das Labor konnte am nächsten Tag wieder freigegeben werden. Eine Abschätzung der Extremitätendosis für die am stärksten betroffene Person ergab, dass die Dosis – im Verhältnis zum Grenzwert für Haut und Hände für beruflich strahlenexponierte Personen von 500 mSv pro Jahr – sehr klein war. Das Labor hat in Absprache mit dem BAG interne Massnahmen getroffen und Schulungen für die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Labors durchgeführt, um solche Vorfälle in Zukunft zu verhindern.

Durchschnittliches Iod-Seed

Bei einer therapeutischen Anwendung (Implantation von I-125 Seeds in der Prostata) wurde irrtümlich ein Seed mittig durchgeschnitten, anstatt an der vorgesehenen Stelle des Seed-Fadens. Das eine Bruchstück konnte aufgefunden und sicher in einem Abschirmbehälter verwahrt werden. Das andere Fragment verblieb im Patienten. Vorsichtshalber wurde deshalb dessen Schilddrüse medikamentös blockiert. Weitere Abklärungen haben ergeben, dass der Patient keine unmittelbare Schädigung zu erwarten hat. Um diese Art Fehlmanipulation in Zukunft zu vermeiden, wird ein solcher Schnitt fortan nur nach Zustimmung einer beobachtenden Person durchgeführt. Die konsequente Anwendung des 4-Augen-Prinzips soll diese Fehlerquelle reduzieren bis ausschliessen.



Abb. 11: Seed-Faden mit vorgesehener Schnittstelle (schwarz) und effektiver Schnittstelle durch Seed (rot)

Leck in Dosismonitor-Kammer eines Elektronenbeschleunigers

Aufgrund eines zu spät entdeckten Lecks im System der Dosismonitor-Kammer eines Elektronenbeschleunigers erhöhte sich die abgestrahlte Dosis langsam und unbemerkt über einen Zeitraum von mehreren Wochen. Die nachträgliche Auswertung der Daten zeigte, dass es bei insgesamt 15 Strahlentherapie-Patienten zu einer erhöhten Dosisdeposition im Zielvolumen, im umliegenden Gewebe und auch bei Risikostrukturen gekommen ist (3-8%).

Dennoch konnten nahezu alle Grenzwerte der Risikostrukturen eingehalten werden. Bei einem einzigen Patienten wurde der Grenzwert für die Niere um 1.3% überschritten. Aufgrund ausführlicher Abschätzungen erwartet man trotz Überschreitung des Grenzwertes keine negativen Auswirkungen für den Patienten. Auch bei den übrigen Patienten sind auf Grund der Dosiserhöhung keine Nebenwirkungen zu erwarten.

Als Konsequenz aus dem Ereignis wurden das Protokoll für die tägliche Qualitätssicherung überarbeitet und die internen Abläufe verbessert. Neu muss der verantwortliche Mediziner explizit auf jede relevante Messabweichung angesprochen werden.

Solarien sachgerecht betreiben, um Hautkrebsrisiko zu senken

In der Schweiz erkranken jährlich mehr als 2000 Menschen an schwarzem Hautkrebs (Melanom). In keinem anderen europäischen Land ist diese Krebsart so verbreitet. Gemäss Studien sind rund 80% der Hautkrebserkrankungen auf übermässige UV-Strahlung zurückzuführen. Ungefähr ein Drittel der Personen sind bei der Diagnose unter 50 Jahre alt. UV-Strahlung wird vor allem von der Sonne, aber auch von künstlichen Quellen wie z. B. Solarien erzeugt. Das Hautkrebsrisiko steigt für Solarienbesucherinnen und -besucher markant, das zeigen Studien. Ausserdem können falsch betriebene Solarien zu einer erhöhten UV-Belastung führen, die gesundheitsgefährdend sein kann. Um die Schweizer Bevölkerung besser vor diesem Risiko zu schützen, will der Bundesrat den Betrieb öffentlicher Solarien rechtlich regeln.



Abb. 12: Professor Dr. Ralph Braun, leitender Arzt an der Dermatologischen Klinik des Universitätsspitals Zürich

Zweifel, dass UV-Strahlung (d. h. auch der Besuch von Solarien) zu schwarzem Hautkrebs (Melanomen) führt. Allerdings ist dies schwer wissenschaftlich zu beweisen, weil zwischen der Krebsentstehung und der Diagnose Jahrzehnte verstreichen können.

Die Strahlung in einem Solarium unterscheidet sich stark von jener der Sonne. Die Intensität der UV-B-Strahlen in Solarien ist zwar mit der Sonne vergleichbar, bei der UV-A-Strahlung (Wellenlänge grösser als 320 nm) hingegen gibt es grosse Unterschiede: So kann ein Solarium im Vergleich zur Sonne bis zu 15 Mal mehr UV-A abstrahlen. Dieser unnatürlich hohe und gefährliche Anteil an UV-A-Strahlen macht das künstliche Sonnenlicht in Bezug auf eine Hautkrebserkrankung so viel gefährlicher als das natürliche. Er lässt ausserdem die Haut vorzeitig altern; diese wird rau und runzlig und bildet tiefe Hautfalten.

Jugendliche müssen geschützt werden

Professor Braun erklärt, dass das Melanomrisiko erheblich ansteigt, wenn sich bereits junge Personen übermässiger UV-Strahlung aussetzen.

Solarien erhöhen das Hautkrebsrisiko

In der Schweiz nutzen rund 8% der Bevölkerung Solarien aktiv. Studien zeigen, dass das Hautkrebsrisiko für Solarienbesucherinnen und -besucher annähernd doppelt so hoch ist wie für Personen, die sich nicht der künstlichen Sonne aussetzen. Laut Professor Dr. Ralph Braun, dem leitenden Arzt an der Dermatologischen Klinik des Universitätsspitals Zürich, besteht kein

ten. Personen mit heller Haut seien besonders gefährdet. Eine Umfrage des GfS-Forschungsinstituts aus dem Jahr 2010 hat gezeigt, dass der Anteil Solarienbesucherinnen und -besucher in der Altersklasse der unter 36-Jährigen überdurchschnittlich gross ist, zudem gehen diese Personen trotz Risiko auch häufiger ins Solarium als ältere Personen. So sind knapp 70% der Solarienbesucherinnen und -besucher zwischen 16 und 25 Jahre alt. Die Umfrage ergab weiter, dass Personen mit ungünstigen Hauttypen das Solarium ebenso häufig nutzen wie weniger empfindliche Personen, aber zumindest weniger lange Bestrahlungszeiten wählen. Problematisch ist zudem, dass viele Solarienbesucherinnen und -besucher davon ausgehen, dass regelmässige Solarienbesuche die Abwehrkräfte der Haut gegenüber der UV-Strahlung verbessern. Auch wenn es der Haut gelingt, sich gegen solche Strahlungsbelastungen zumindest teilweise zu schützen, seien Hautverletzungen durch die UV-Strahlung nicht zu verhindern, sagt Professor Braun.

Kontrollierte Nutzung von Solarien

Das Inverkehrbringen von Solariengeräten ist heute im Bundesgesetz über die Produktsicherheit geregelt. Für die Kontrolle der Einhaltung der obligatorischen Sicherheitsvorgaben des Herstellers während dem Betrieb von Solarien gibt es jedoch keine rechtliche Regelung. Diese Lücke will der Bundesrat nun mit seinem Entwurf für ein Bundesgesetz über den Schutz vor Gefährdungen durch nichtionisierende Strahlung und Schall (NISSG) schliessen. Vorgehen ist, dass die Kantone kampagnenartige Stichprobenkontrollen durchführen, um sicherzustellen, dass die Solarienbetreiber die Kundenschaft über die Gefahren genügend aufklären und die Sicherheitsanweisungen der Hersteller befolgen. So sollen die Betreiber gezwungen werden können, empfindlichen Personen unter 18 Jahren den Solarienzugang zu verweigern. Diese Massnahmen schützen Jugendliche und sollen das Verantwortungsbewusstsein der Solarienbetreiber erhöhen. Der Bundesrat hat dem Parlament den Gesetzesentwurf im Dezember 2015 vorgelegt, mit seinem Inkrafttreten ist also frühestens 2018 zu rechnen.



Abb. 13: Im Kanton Waadt ist Minderjährigen der Zutritt zu Solarien bereits verboten

Auf kantonaler Ebene haben bereits mehrere Kantone Massnahmen zu Solarien in ihrer Gesetzgebung umgesetzt. So hat der Kanton Basel-Landschaft eine gesetzliche Basis für die Kontrolle von Solarien geschaffen. Der Kanton Jura ist der erste Schweizer Kanton, der mittels einer Bestimmung im Gesundheitsgesetz 2013 den Zugang zu Solarien für Minderjährige verboten hat. Solarienbetreiber müssen zudem beim jurassischen Gesundheitsdienst eine Meldung machen. Auch der Kanton Neuenburg kennt diese Meldepflicht für Solarienbetreiber.

Der Kanton Waadt hat im Rahmen der Revision seines Gesetzes über die Ausübung von Wirtschaftstätigkeiten 2014 ein Solariumverbot für Minderjährige eingeführt, das Kontrollen und nötigenfalls Sanktionen (siehe Abb. 13) vorsieht.

Überwachung der Umwelt

Wie in den vorangehenden Jahren blieb die in der Umwelt gemessene Radioaktivität im Jahr 2015 unter den gesetzlich festgelegten Grenzwerten. Die wenigen Überschreitungen der Grenzwerte (Wildschweine) und der Toleranzwerte in (einheimischen und importierten) Lebensmitteln waren ausnahmslos auf frühere Kontaminationen zurückzuführen. Die in der Umgebung von Kernkraftwerken, Forschungszentren und industriellen Betrieben festgestellten Spuren künstlicher Radioaktivität belegen den normalen Betrieb dieser Einrichtungen und die Wirksamkeit der umgesetzten Überwachungsprogramme.

URAnet – neues automatisches Messnetz

Im Mai 2013 hat der Bundesrat entschieden, das Messnetz zur automatischen und kontinuierlichen Überwachung der Luft im Hinblick auf radioaktive Emissionen (RADAIR) zu erneuern und auf eine kontinuierliche Überwachung von Flusswasser auszudehnen. Das neue Messnetz trägt den Namen «URAnet» und besteht aus zwei Bereichen: die Überwachung der Luft einerseits (URAnet aero) und die Überwachung des Wassers andererseits (URAnet aqua). Der für die Überwachung des Flusswassers eingesetzte Teil des Messnetzes ist seit November 2015 in Betrieb (siehe Artikel Seite 26/27 des vorliegenden Berichts). Die Aerosolsonden sollen zwischen 2016 und 2017 ersetzt werden.

Wichtigste Ergebnisse der Überwachung 2015

Die Messergebnisse aus der Umweltüberwachung zeigen, dass die natürliche Radioaktivität in der Schweiz überwiegt. Allerdings bestehen, hauptsächlich aufgrund der Geologie, regionale Abweichungen. Auch bei der künstlich erzeugten Radioaktivität, die in erster Linie vom Niederschlag atmosphärischer Kernwaffentests und vom Unfall in Tschernobyl stammt, lässt sich eine ungleichmässige Verteilung feststellen: In den Alpen und Südalpen sind beispielsweise die Werte von Cäsium-137 und Strontium-90 immer noch etwas höher als im Mittelland.

Obwohl die Cäsium-137-Konzentrationen seit 1986 stetig abnehmen, überschreiten sie in bestimmten Nahrungsmitteln noch immer die Toleranzwerte (z. B. einheimische oder eingeführte Wildpilze, Honig oder Heidelbeeren). Erneut wurden auch 2015 im Fleisch von Wildschweinen aus dem Tessin Überschreitungen des Grenzwerts festgestellt, der für Cäsium-137 in der Fremd- und Inhaltsstoffverordnung bei 1250 Bq/kg festgelegt ist. Seit 2013 führt der Kantonstierarzt systematisch Kontrollen der Radioaktivität bei allen Wildschweinen durch, die auf dem Gebiet des Kantons Tessin erlegt wurden. Die höchste Aktivität, die im Fleisch eines 2015 konfiszierten Wildschweins gemessen wurde, betrug 9900 Bq/kg, das entspricht dem höchsten seit Beginn der Kontrollen festgestellten Wert.

Im Rahmen der Überwachung der Kernkraftwerke und der Forschungszentren (PSI, CERN) liessen sich mit den 2015 durchgeführten Messungen Spuren von Luftemissionen nachweisen. Festgestellt wurden namentlich erhöhte Kohlenstoff-14-Werte in Blättern in der Umgebung der Kernkraftwerke (maximale Erhöhung in der Grössenordnung von zehn Promillen gegenüber der Referenzstation beim Kernkraftwerk Leibstadt) oder erhöhte Konzentrationen von Isotopen mit kurzer Halbwertszeit (Natrium-24, Iod-131), die in den Beschleunigern der Forschungszentren produziert werden. In den Flüssen wurden gelegentlich Spuren flüssiger Abgaben im Wasser und in den Sedimenten nachgewiesen, insbesondere Cobalt-Isotope flussabwärts des Kernkraftwerks Mühleberg. Leicht erhöhte Tritium-Konzentrationen (maximale Aktivität von 10 Bq/l) wurden in der Aare zwischen Mai und Juni nach der Revision des Kernkraftwerks Gösgen gemessen. Bei Weil am Rhein blieben die Tritium-Konzentrationen im Rhein unter 3 Bq/l. Die Abgaben künstlicher Radionuklide an die Umwelt blieben aber immer deutlich unter den Grenzwerten.

In der unmittelbaren Umgebung von Unternehmen, die Tritium verwenden, war klar eine Kontamination der Umwelt (Niederschläge, Lebensmittel) festzustellen. Die gemessenen Werte blieben allerdings deutlich unter den Grenzwerten (gemessene maximale Konzentration von 730 Bq/l in den Niederschlägen bei Niederwangen, das heisst 6% des Immissionsgrenzwerts für Tritium in den öffentlich zugänglichen Gewässern).

Gemäss den Bestimmungen des Aktionsplans Radium 2015–2019 muss bei Deponien, die mit Radium-226 kontaminierte Abfälle enthalten könnten, eine Überwachung der Radioaktivität

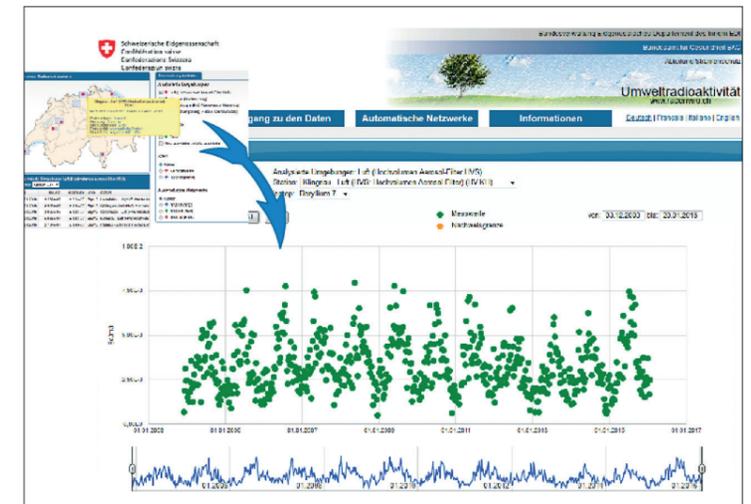


Abb. 14: Online-Plattform mit den Messungen der Radioaktivität in Umweltproben – www.radenviro.ch

Seit November 2015 lassen sich die Ergebnisse der Umweltüberwachung auf der neuen Internet-Plattform «Radenviro» des BAG abrufen (www.radenviro.ch/de-CH). Die vollständigen und kommentierten Ergebnisse werden ausserdem jedes Jahr im «Jahresbericht Umweltraadioaktivität und Strahlendosen» veröffentlicht, der auf der BAG-Website zur Verfügung steht.

stattfinden. So soll der Schutz des Personals und der Umwelt vor der Remobilisierung von Abfällen oder einer Verbreitung der Kontaminationen sichergestellt werden. Es gab bereits Vorabklärungen: Im Hinblick auf eine Sanierung wurden namentlich in Biel und Teufen bereits Analysen im Sickerwasser von Altdeponien durchgeführt. Allfällige Sanierungen sind freilich in erster Linie aufgrund anderer Verschmutzungen als durch Radium (z. B. PCB, Schwermetalle, andere chemische Schadstoffe) erforderlich.

Rascher Alarm bei Kontamination des Trinkwassers

Die schweizerische Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt hat sich 2015 nochmals verbessert. Neu betreibt das BAG ein automatisches Messnetz, das die Radioaktivität im Flusswasser von Aare und Rhein kontrolliert: Fünf Sonden überwachen kontinuierlich die Radioaktivität unterhalb der Schweizer Kernkraftwerke und liefern alle zehn Minuten Resultate. Bei erhöhten Werten können die Behörden rasch reagieren und z. B. die Trinkwasserversorgung unterbrechen. Über die Plattform www.radenviro.ch hat auch die Bevölkerung Zugang zu den Messresultaten. Erhöhte Werte künstlicher Radioaktivität gab es bis anhin keine.

Das neue Messnetz «URAnet aqua» umfasst fünf Sonden, die unterhalb der Kernkraftwerke in der Aare und im Rhein in Radelfingen, Hagneck, Aarau, Laufenburg sowie in der Stadt Basel installiert wurden. Auslöser für diese zusätzliche Überwachung der Oberflächengewässer war die Reaktorkatastrophe in Fukushima Daiichi 2011, wo mit dem Lösch- und Kühlwas-

ser grosse Mengen Radioaktivität ins Meer gelangten. In der Folge lancierten Schweizer Parlamentarier etliche politische Vorstösse, bei denen die Gefahren für das Trinkwasser im Fall eines KKW-Zwischenfalls im Zentrum standen. Im Mai 2013 hat der Bundesrat beschlossen, das automatische Messnetz zur Überwachung der Umweltradioaktivität des BAG zu erneuern und gleichzeitig auf die Überwachung der Flüsse auszuweiten. Entsprechende moderne Messsonden waren inzwischen auf den Markt gekommen und ermöglichten eine technisch zuverlässige, präzise – und relativ kostengünstige – Umsetzung des Vorhabens.

Schweizer Trinkwasserversorger als Mitinitianten

Die Stadt Biel deckt 70% ihres Trinkwasserbedarfs aus dem Bielersee, Basel bezieht sogar das gesamte Trinkwasser aus dem Rhein. Die Schweizer Trinkwasserversorger waren denn auch Mitinitianten des neuen Messnetzes für Flüsse, die für die Trinkwasserversorgung wichtig sind. Sie wollen, auch im Fall einer nur leichten Kontamination des Wassers, unverzüglich alarmiert werden. So können sie die Pumpen präventiv abschalten und eine Verunreinigung ihrer Anlagen verhindern.



Abb. 15: Standorte der NaI-Detektoren; Eawag-Stationen mit kontinuierlicher Probenahme für Spurenmessungen (Hagneck, Klingnau und Pratteln); Rheinüberwachungsstation RUS Weil am Rhein (Messungen Kantonslabor BS); Entnahmestellen von Trinkwasser im Bielersee und im Rhein (Pratteln und Basel)

Lücke in der Überwachung geschlossen

Mit den neu installierten Sonden konnte eine Lücke in der Überwachung der Oberflächengewässer geschlossen werden. Ein wichtiger Teil des bisherigen Überwachungsdispositivs sind die Stationen der Eawag für Spurenmessungen bei Hagneck, Klingnau und Pratteln (Abb. 15). Dort wird seit den 90er Jahren kontinuierlich Flusswasser gesammelt. Diese Proben werden jedoch nur monatlich ausgewertet und eignen sich deshalb nicht, um auf eine Erhöhung der Radioaktivität rasch reagieren zu können.

Das zwischen 2013 und 2015 installierte neue Messnetz «URAnet aqua» liefert nun umgehend Resultate zu den Radioaktivitätskonzentrationen in Aare und Rhein an Standorten, die 5–27 km flussabwärts der KKW in Mühleberg, Gösgen, Beznau und Leibstadt liegen (Abb. 15). Für eine von den KKW-Betreibern unabhängige und für den jeweiligen Flussabschnitt repräsentative Messung des Wassers erachtete das BAG diese Distanz als geeignet. In dieser Entfernung ist das Flusswasser weitgehend gemischt, und trotzdem bleibt genügend Zeit, um die weiter flussabwärts liegenden Trinkwasserwerke mit Flusswasserentnahme bei erhöhten Werten rechtzeitig zu informieren. Wichtig für die Standortwahl waren auch geeignete Stellen zur Montage der Sonden, welche dank der aktiven Unterstützung der angefragten Betriebe (Flusskraftwerke, Wasserversorger) und des BAFU schnell gefunden wurden.

Die Sonden sind mit einem Natrium-Iodid-Detektor ausgerüstet (Abb. 16). Die Natrium-Iodid-Kristalle registrieren im Umkreis von zirka einem Meter die Gammastrahlung von natürlichen Nukliden und künstlichen Radionukliden. Sie zeichnen alle zehn Minuten das Energiespektrum auf und mitteln es stündlich, um eine tiefere Nachweisgrenze zu erhalten.

Alarm bei erhöhter Radioaktivität

Alarm bei erhöhter Radioaktivität wird dank der kurzen Messintervalle umgehend über das Messnetz von MeteoSchweiz ausgelöst. Bei Überschreitung der unteren Meldeschwelle, die dem Toleranzwert für Trinkwasser entspricht, erhält das BAG eine Meldung. Bei Überschreitung des Grenzwertes für Trinkwasser (obere Meldeschwelle) wird die Nationale Alarmzentrale NAZ alarmiert, damit sie die notwendigen Schutzmassnahmen anordnen kann.



Abb. 16: Die Natrium-Iodid-Kristalle an den Wassersonden registrieren im Umkreis von zirka einem Meter die Gammastrahlung von natürlichen Nukliden und künstlichen Radionukliden

Keine Funde künstlicher Radionuklide bisher

Die bisherigen Messungen zeigen eine Erhöhung der natürlichen Nuklide ^{214}Bi und ^{214}Pb sowie ^{40}K bei Hochwasser, wenn viele Radonfolgeprodukte in die Flüsse gelangen. Weitere Peaks waren bisher nicht festzustellen, dh. die einzelnen Radionuklide liegen unterhalb der Nachweisgrenze. Die Tagesmittelwerte der Messungen sind auf der neuen Internet-Plattform des BAG «Radenviro» einsehbar (www.radenviro.ch). Die neu geschaffene Webseite zeigt die Resultate aller in der Schweiz überwachten Umweltproben wie Luft, Boden, Gras, Milch und Wasser.

Aktionsplan Radium 2015-2019

Im Mai 2015 hat der Bundesrat den Aktionsplan Radium 2015–2019 gutgeheissen; mit ihm soll das radiologische Erbe aus der Verwendung von Leuchtfarbe in der Uhrenindustrie bis in die 1960er-Jahre bewältigt werden. Die vier wichtigsten Stossrichtungen dieses Plans sind historische Nachforschungen zur Identifikation potentiell kontaminierter Gebäude, diagnostische Radiummessungen in diesen Gebäuden, die Sanierung im Falle einer Überschreitung des Grenzwerts von 1 Millisievert pro Jahr und die Überwachung von Depo-nien, die Radium-Abfälle enthalten könnten. Die vorrangigen Arbeiten hat die «Task force radium» bis Ende 2015 vorgenommen.

Radium-Diagnostik

Zwischen September 2014 und Dezember 2015 wurden bei 90 Gebäuden mit insgesamt 564 Wohnungen oder Gewerbeobjekten diagnostische Radiummessungen vorgenommen. Diese fanden gemeinsam mit den betroffenen Eigentümern bzw. Mietern und mit Unterstützung der kommunalen sowie kantonalen Behörden und der Suva statt. Es handelte sich in erster Linie um Gebäude, deren Adressen im Juni 2014 in den Medien publiziert worden waren. Auf Anfrage beunruhigter Bewohner wurden ausserdem 15 zusätzliche Gebäude kontrolliert. Abbildung 17 gibt einen Überblick über diese Messungen, die hauptsächlich das Juragebiet betrafen.

Die beauftragten Fachpersonen des BAG wenden ein standardisiertes Messprotokoll an, bei dem alle Innenräume und die ganze Parzelle systematisch nach einem Raster erfasst werden. Falls die Ortsdosisleistung einen Wert von 100 Nanosievert pro Stunde über dem lokalen Hintergrundrauschen überschreitet, werden die Maschen des Messpunktenetzes verengt. Ausserdem werden Bodenproben oder Abstriche entnommen, um die Stichproben im Labor zu analysieren. Aufgrund dieser Messergebnisse und von Expositionsszenarien berechnet das BAG die jährliche Dosis, der die Bewohner/innen ausgesetzt sind. Falls diese Dosis den für die Schweizer Bevölkerung tolerierten Grenzwert

	Total		Biel		La Chaux-de-Fonds		Andere Gemeinden	
	Gebäude	Insgesamt	Gebäude	Insgesamt	Gebäude	Insgesamt	Gebäude	Insgesamt
Diagnostische Messungen durchgeführt	90	564 Einheiten*	37	230 Einheiten*	26	243 Einheiten*	27	91 Einheiten*
Keine Sanierung erforderlich	66	544 Einheiten*	29	223 Einheiten*	18	236 Einheiten*	19	85 Einheiten*
Sanierung erforderlich	24	20 Einheiten* 12 Gärten	8	7 Einheiten* 4 Gärten	8	7 Einheiten* 3 Gärten	8	6 Einheiten* 5 Gärten
Sanierungen abgeschlossen	8	7 Einheiten* 5 Gärten	6	5 Einheiten* 4 Gärten	1	1 Einheit*	1	1 Einheit* 1 Garten

Abb. 17: Ergebnisse der zwischen September 2014 und Dezember 2015 durchgeführten Radium-Messungen
* Wohnungen oder Gewerbeobjekte

von 1 mSv/Jahr überschreitet, müssen die betreffenden Räume saniert werden. Bei Gärten ist eine Sanierung erforderlich, wenn der Schwellenwert von 1000 Becquerel/Kilogramm für die Radium-Konzentration im Boden überschritten wird. Aufgrund der bisher durchgeführten diagnostischen Messungen ist bei 24 Gebäuden (20 Wohnungen oder Geschäftsräume und 12 Gärten) eine Sanierung erforderlich.

Die Messungen werden in den kommenden Jahren gemäss Aktionsplan Radium weitergeführt. Die Gesamtzahl der Gebäude in der Schweiz, in denen Radium-Leuchtfarbe für Uhrenateliers verwendet wurde, wird auf über 500 geschätzt. Das Historische Institut der Universität Bern wurde damit beauftragt, auf der Basis historischer Nachforschungen ein vollständiges Inventar dieser Gebäude zu erstellen.

Radiumsanierungen

Seit 2014 wurden 7 Wohnungen und 5 mit Radium kontaminierte Gärten in insgesamt 8 Liegenschaften saniert (siehe Abb. 17). Die sanierten Standorte befinden sich hauptsächlich in der Gemeinde Biel, einige auch in La-Chaux-de-Fonds und Tavannes.

Die Sanierungen sollen die Radium-Kontamination so weit reduzieren, dass die verbleibende Exposition in Innenräumen unter 1 mSv pro Jahr liegt, ohne unverhältnismässige Massnahmen und untragbare Kosten zu verursachen. Spezialisierte Unternehmen, die das Radiumrisiko kennen und verpflichtet sind, die Strahlenschutzvorschriften zu befolgen, führen die Sanierungsarbeiten aus. Das BAG, das gemeinsam mit der Suva die Arbeiten begleitet, legt die Vorgaben von Fall zu Fall fest. Die Sanierungsfirmen sind auf die Dekontamination von Gebäudestrukturen spezialisiert und verfügen über den notwendigen Sachverstand sowie über genügend Strahlenschutzfachkräfte.

In Innenräumen sind insbesondere Böden mit Radium belastet, z. B. alter Parkett und damit verbundene Fliesen oder Teppiche. In gewissen Fällen sind auch die darunterliegende Unterkonstruktion und die Zwischenbodenschlacke kontaminiert (siehe Abb. 18). Nach Beendigung der Dekontaminationsarbeiten führt das BAG Kontrollmessungen durch. Anschliessend muss die Gebäudestruktur wieder hergestellt werden (Instandstellung), um den Standard vor den Bauarbeiten zu erreichen.



Abb. 18 : Alter Holzboden und Zwischenbodenschlacke (schwarz)



Abb. 19 : Sanierung eines mit Radium belasteten Gartens

Fachgerechte Entsorgung der Sanierungsabfälle

Die bei der Sanierung entstehenden Abfälle müssen im Hinblick auf ihre Entsorgung sortiert werden. Nicht-kontaminierte Abfälle können über den normalen Entsorgungsweg beseitigt werden. Mit Radium kontaminierte Abfälle werden an einem sicheren Ort zwischengelagert, bis sie in gesetzeskonformer Weise entsorgt werden können (Deponie oder Verbrennung nach Artikel 82/83 StSV). Zu diesem Zweck wurden in den Gemeinden Biel und La Chaux-de-Fonds Standorte für die zwischenzeitliche Lagerung eingerichtet. Das BAG hat den beiden Gemeinden die entsprechenden Bewilligungen erteilt und stellt einen Strahlenschutzexperten zur Verfügung. Durch Strahlenschutzmessungen stellt das BAG sicher, dass das Personal, das sich bei den Standorten der befristeten Lagerung aufhält bzw. die Bevölkerung in der Umgebung, keinen Strahlendosen ausgesetzt sind, welche die zulässigen Grenzwerte überschreiten.

Die am stärksten kontaminierten Abfälle werden in luftdichte Fässer verpackt und im BAG gelagert; sie sollen bei der nächsten im Frühling 2016 vorgesehenen Sammelaktion ins Bundeszwischenlager (BZL) gebracht werden.

Aktionsplan Radon 2012–2020

Der Bundesrat hat 2011 den Aktionsplan Radon 2012–2020 gutgeheissen, mit dem in erster Linie die Strategie zum Schutz gegen Radon den neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen und internationalen Richtlinien angepasst werden soll. Im Jahr 2015 lag der Fokus des BAG auf der Revision der Strahlenschutzverordnung (StSV) in diesem Bereich und auf der Berücksichtigung der Radonproblematik in der Grundausbildung der Bauberufe und den Bauvorschriften.

Revision der Verordnungen zum Strahlenschutz

Im Oktober 2015 hat das Eidgenössische Departement des Innern die Revision StSV für vier Monate in die Vernehmlassung geschickt. Bestimmungen zum Radon sind in der StSV zu finden, aber auch in den Verordnungen des EDI über die Dosimetrie, über die Ausbildungen im Strahlenschutz und über die Gebühren. Der Entwurf sieht die Anpassung des Referenzwerts auf 300 Bq/m^3 für die Radonkonzentration in Gebäuden (im Jahresdurchschnitt) vor. Behörden, die Baubewilligungen für Neu- und Umbauten erteilen, müssen die Bauherren konsequent über die Radonproblematik informieren. Bei Neubauten ist eine systematische Radonmessung zu Lasten des Eigentümers vorgesehen. Bei der Umsetzung von Korrekturmassnahmen wird ein abgestufter Ansatz verfolgt, wobei Neubauten, Schulen und Kindergärten prioritär saniert werden.

BAG-Tagungen für alle Ausbildungsstufen im Baugewerbe

Für die Umsetzung der Massnahme 6 «Ausbildung von Baufachleuten» im Radonaktionsplan 2012–2020 hat das BAG zwei Tagungen für das Baugewerbe organisiert. Am 13. März 2015 fand eine Tagung für die Verantwortlichen der Organisationen der Arbeitswelt (OdA) statt. Das BAG konnte Vertreter von 18 Verbänden der Bauberufe begrüßen, die insgesamt 68 Berufsabschlüsse der beruflichen Grundbildung und der höheren Berufsbildung vertraten. Am 6. November 2015 folgte die Tagung für Dozierende im Ingenieur- und Architekturwesen. Die Teilnehmenden vertraten zwei Hochschulen sowie zehn Fachhochschulen mit insgesamt 45 Ausbildungsleh-

gängen. Die Teilnehmenden dieser zwei Tagungen wurden über den heutigen Wissensstand rund um Radon informiert. Anhand von 27 konkreten Beispielen wurden mögliche Fehler bei Planung und Projektierung, Realisierung und Bewirtschaftung von Gebäuden erläutert. Erfolgreiche Praxisbeispiele zeigten auf, wie sich die Radonproblematik konsequent in die Ausbildung integrieren lässt.

Radonmessungen

Die Radongruppe METAS (Eidg. Institut für Metrologie) entwickelt Messprotokolle für verschiedene Gebäudetypen. Die Protokolle für Wohn- und Aufenthaltsräume sowie für Schulen und Kindergärten konnten abgeschlossen werden. Die wichtigsten Veränderungen zur bisherigen Praxis in solchen Räumen sind der Verzicht auf eine saisonale Korrektur und die zwingende Festschreibung einer dreimonatigen Messdauer während der Heizperiode. Ab Inkrafttreten der revidierten StSV ist vorgesehen, diese Messprotokolle als Bestandteil der Anerkennungsverfugung einzusetzen.

Im Rahmen des Projekts zur Erarbeitung eines Messprotokolls für Kurzzeitmessungen wurden die Testmessungen im Tessin abgeschlossen. Eine erste Analyse zeigt, dass die gewählte Strategie erfolgsversprechend ist. Bei richtig gewählter Messanlage ist es möglich, die Radonsituation in einem Gebäude innerhalb weniger Tage einzuschätzen. Eine Kurzzeitmessung kann zwar eine anerkannte Messung zur Bestimmung des Jahresmittelwertes nicht ersetzen, aber sie lässt eine gut begründete Aussage zum vorhandenen Radonpotential zu. Das Projekt soll bis Ende 2016 abgeschlossen werden.

Bauliche Massnahmen zum Radonschutz

Eine Arbeitsgruppe hat die Empfehlungen des BAG zum Radonschutz in Neubauten überarbeitet. Im Rahmen dieses Projekts sollen die Empfehlungen an die neuen Radonschutzbestimmungen der SIA-Norm 180 angepasst und die Methoden der internationalen Broschüre «Radon: Vorsorgemassnahmen bei Neubauten» Baufachleuten zur Beurteilung vorgelegt werden. Die Arbeitsgruppe besteht aus Vertretern des SIA, einem Bauphysiker, einem Architekten, einer Radonfachperson sowie Vertretern der Hochschule für Technik und Architektur Freiburg. Die Publikation der revidierten Empfehlungen ist für 2016 vorgesehen.

Da die technische Dokumentation vom BAG langsam in die Jahre gekommen ist und aufgrund der Revision der StSV sowieso angepasst werden muss, erarbeitet der Faktor Verlag ein neues Radonhandbuch, das die bisherige technische Dokumentation ersetzt und praktische Sanierungsbeispiele behandelt. Das Handbuch erscheint Anfang 2017.

International: Workshop über Radon am Arbeitsplatz

Die Implementierung der neuen EURATOM-Richtlinie ist für die Radonproblematik am Arbeitsplatz kritisch. Aus diesem Grund organisierte das BAG vom 12. bis 14. Oktober 2015 einen Workshop zu diesem Thema. Er fand in den Räumlichkeiten der Internationalen Arbeitsorganisation in Genf statt, in Zusammenarbeit mit den französischen und norwegischen Strahlenschutzbehörden (ASN und NRPA) und im Auftrag der europäischen Vereinigung HERCA (*Heads of the Radiological Protection Competent Authorities*). Ziel war es, ein gemeinsames Verständnis der Artikel der europäischen Richtlinie zu erarbeiten und Empfehlungen herauszugeben. Es fehlt noch immer ein dosimetrischer Ansatz der ICRP für die Berechnung der Radonexposition von Arbeitnehmenden. Dieses Element ist für die Beurteilung von Dosis und Risiko im Zusammenhang mit Radon am Arbeitsplatz erforderlich.

Prädiktive Analyse und Kartographie von Innenraum-Radonkonzentrationen in der Schweiz

Das Institut de radiophysique (IRA) in Lausanne hat in Zusammenarbeit mit dem BAG im Rahmen einer Doktorarbeit ein Projekt für die Analyse und die Modellierung von Innenraum-Radon-



Abb. 20: OdA Vertreter formulieren Anliegen und Wünsche ans BAG, 13. März 2015

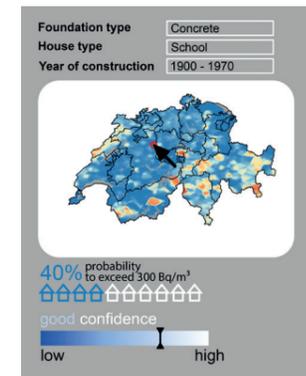


Abb. 21: Beispiel zur Kommunikation der Wahrscheinlichkeit, einen bestimmten IRK-Wert bei gegebenen Gebäudecharakteristiken zu überschreiten

konzentrationen (IRK) in der Schweiz durchgeführt. In der ersten Phase wurden IRK mit Bezug auf folgende Variablen analysiert [1]: Detektortyp, Gebäudekategorie, Fundament, Baujahr, mittlere Aussentemperatur während der Messung, Höhe und Lithologie. Alle Variablen zeigten einen signifikanten Zusammenhang mit IRK. Weiterhin wurde eine Methode zur automatischen Gruppierung geologischer Klassen entsprechend ihrer IRK-Charakteristik entwickelt [2].

Der zweite Teil des Projekts handelt von der Modellierung von IRK. Unter anderem wurde eine Methode entwickelt zur Kartographie der Wahrscheinlichkeit, und einem entsprechenden Vertrauensindex, den Referenzwert von 300 Bq/m^3 zu überschreiten [3]. Abbildung 21 zeigt ein mögliches Szenario zur Veröffentlichung dieser Ergebnisse. Der User kann hierbei die Charakteristiken und Koordinaten seines Hauses eingeben, um die Wahrscheinlichkeit zu erhalten, über einer bestimmten IRK zu liegen.

[1] Kropat G. & al., Major influencing factors of indoor radon concentrations in Switzerland, *Journal of Environmental Radioactivity*, Vol. 129, 2014, pages 7–22

[2] Kropat G. & al., Improved predictive mapping of indoor radon concentrations using ensemble regression trees based on automatic clustering of geological units. *Journal of Environmental Radioactivity*, Vol. 147, 2015, pages 51–62

[3] Kropat G. & al., Predictive analysis and mapping of indoor radon concentrations in a complex environment using kernel estimation: An application to Switzerland, *The Science of the Total Environment*, Vol. 505, 2015, pages 137–148

Gesundheitsschutz vor nichtionisierender Strahlung und Schall

Laserpointer, kosmetische Laser oder Solarien sind Quellen nichtionisierender Strahlung (NIS), die bei unsachgemässer Verwendung gesundheitsgefährdend sein können. Blendattacken mit Laserpointern stellen z. B. für viele Berufsgruppen ein grosses Risiko dar. Messungen im Helikopter-Cockpit haben gezeigt, dass selbst die Strahlung von schwachen Laserpointern zu Expositionen führt, die auf Grund des heutigen Wissensstandes Blendungen verursachen könnten. Die Verwendung solcher Geräte ist in der Schweiz bis anhin nicht geregelt, hier soll das neue Bundesgesetz Abhilfe schaffen.

Neues Bundesgesetz über den Schutz vor Gefährdungen durch nichtionisierende Strahlung und Schall (NISSG)

Der Schutz der Gesundheit vor nichtionisierender Strahlung (NIS) ist in der Schweiz nicht umfassend geregelt. Anders als in der Schweizer Strahlenschutzgesetzgebung, die umfassende Vorschriften für den Umgang mit ionisierender Strahlung vorsieht, sind nichtionisierende Strahlung und Schall in einer Vielzahl von Bundeserlassen geregelt. Sie betreffen mehrheitlich die Produktesicherheit, die Umwelt und die Arbeitssicherheit. In den letzten Jahren hat sich gezeigt, dass zu diesen bestehenden Gesetzen ergänzende Regelungen benötigt werden, um die vorhandenen Gesundheitsgefährdungen, die vor allem während der Verwendung von NIS-Produkten auftreten, minimieren zu können.

Ein neues Gesetz über den Schutz vor Gefährdungen durch nichtionisierende Strahlung und Schall soll deshalb die bestehenden Regelungen ergänzen. Es tangiert weder die bestehenden Gesetze noch das Inverkehrbringen von Produkten, das gemäss den geltenden, an die EU angepassten Regelungen weiterhin gleich bleiben soll. Eine strenge Eingriffsverwaltung sieht das neue Gesetz nur in Ausnahmefällen für Produkte vor, welche die Gesundheit von Personen erheblich gefährden. Zudem soll das neue Gesetz die Grundlage schaffen, um zukünftige Technologien zu beobachten und allenfalls geeignete Massnahmen treffen zu können.

Das NISSG sieht folgende Massnahmen vor:

- **Einhaltung von Sicherheitsvorschriften und Herstellervorgaben:** Bei potenziell gefährlichen kosmetischen Anwendungen oder bei Solarien sollen stichprobenweise entsprechende Kontrollen möglich sein
- **Sachkunde:** Falls Produkte ein hohes Gefährdungspotenzial aufweisen, kann der Bundesrat für deren gewerbliche oder berufliche Verwendung einen Sachkundenachweis fordern
- **Verbote:** Falls die Gesundheit von Menschen durch keine anderen Massnahmen hinreichend geschützt werden kann, kann der Bundesrat für Produkte mit sehr hohem Gefährdungspotenzial umfassende Verbote hinsichtlich deren Einfuhr, Durchfuhr, Abgabe und Besitz verhängen. Momentan sind von einem möglichen Verbot nur starke Laserpointer betroffen
- **Massnahmen bei gesundheitsgefährdenden Expositionen:** In Situationen, in denen gesundheitsgefährdende Expositionen auftreten (beispielsweise bei Veranstaltungen mit Lasern oder lauten Schallquellen), kann der Bundesrat Massnahmen festlegen, welche die Gesamtbelastung beschränken oder die Gesundheit der Menschen auf andere Weise schützen
- **Information:** Der Bund kann im Rahmen des Geltungsbereichs des neuen Gesetzes adäquat und zielgerichtet über NIS informieren und sich die dazu notwendigen wissenschaftlichen Grundlagen beschaffen.

Bestrahlung von Helikopterpiloten durch Laserpointer

Blendattacken mit Laserpointern stellen für viele Berufsgruppen ein grosses Risiko dar. Stark betroffen sind Helikopterbesatzungen, die in vollverglaskten Cockpits arbeiten müssen. Eine der Aufgaben des neuen Gesetzes über den Schutz vor Gefährdungen durch nichtionisierende Strahlung und Schall ist es deshalb, solche Blendungen zu verhindern. Das METAS hat im Auftrag des BAG zu diesem Zweck die Bestrahlungsstärken im Cockpit eines Eurocopters EC 635 der Schweizer Armee gemessen, das durch Laserpointer in diversen Farben und aus praxisnahen Distanzen bestrahlt wurde. Zweck dieses Versuches war es, diese Bestrahlungsstärken mit den Daten bestehender amerikanischer Studien zu koppeln, welche die durch Laserstrahlen hervorgerufenen Blenderscheinungen bei Probanden in Anhängigkeit der Bestrahlungsstärke untersucht haben.

Die Messungen haben gezeigt, dass die Strahlung der heute in der Schweiz zugelassenen Laserpointer der Klasse 3R im Cockpit Expositionen verursacht, die in Distanzen unter 100 Meter zu relevanten Sehbeeinträchtigungen bzw. in Distanzen unter 500 Meter zu relevanten Blendungen führen könnten. Aus Abb. 22 ist ersichtlich, dass die Streuung des Laserstrahles an der Scheibe des Cockpits einen grossen Einfluss auf die Strahlverteilung im Cockpit und die Bestrahlungsstärken im Auge von Pilotinnen und Piloten hat.



Abb. 22: Expositionen im Cockpit eines Helikopters (grüner Laser)

Neue Informationen zu LED-Lampen und LED-Leuchtmitteln

LED-Lampen bzw. LED-Leuchtmittel eignen sich für energieeffiziente Innen- und Aussenbeleuchtungen. Sie stellen eine Alternative zu Energiespar- und Halogenlampen dar.

LED-Lampen können aus technischen Gründen kein weisses Licht erzeugen, sondern strahlen gelbliche und blaue Lichtanteile ab, die zusammen gemischt-weisses Licht ergeben. Da blaues Licht ab einer bestimmten Stärke und Bestrahlungszeit ein Risiko für die Netzhaut des Auges darstellt, müssen Lampen den Grenzwert für die Blaulichtgefährdung einhalten. Dieser Grenzwert wird je nach Stärke des blauen Lichtanteils nach kürzerer oder längerer Bestrahlungszeit erreicht, bei langen Bestrahlungszeiten von über 10'000 Sekunden beträgt die zulässige Strahldichte 100 m-2 sr-1.

Grundsätzlich stellen handelsübliche LED-Lampen bei sachkundiger Verwendung kein gesundheitliches Risiko dar. Dies gilt auch für empfindliche Bevölkerungsgruppen wie Kinder oder Personen, die sehr klare, keine oder künstliche Augenlinsen haben.

Das BAG hat ein neues Faktenblatt mit Informationen veröffentlicht, die der Bevölkerung helfen können, LED-Lampen sachkundig einzusetzen.

Strahlenbelastung der Bevölkerung 2015

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 keine Überschreitung der Grenzwerte.

Strahlendosen der Bevölkerung

Die drei wichtigsten Ursachen für die Strahlenbelastung der Bevölkerung sind das Radon in Wohnungen, die medizinische Diagnostik sowie die natürliche Strahlung (Abb. 23). 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 mit den neuen Risikofaktoren 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.

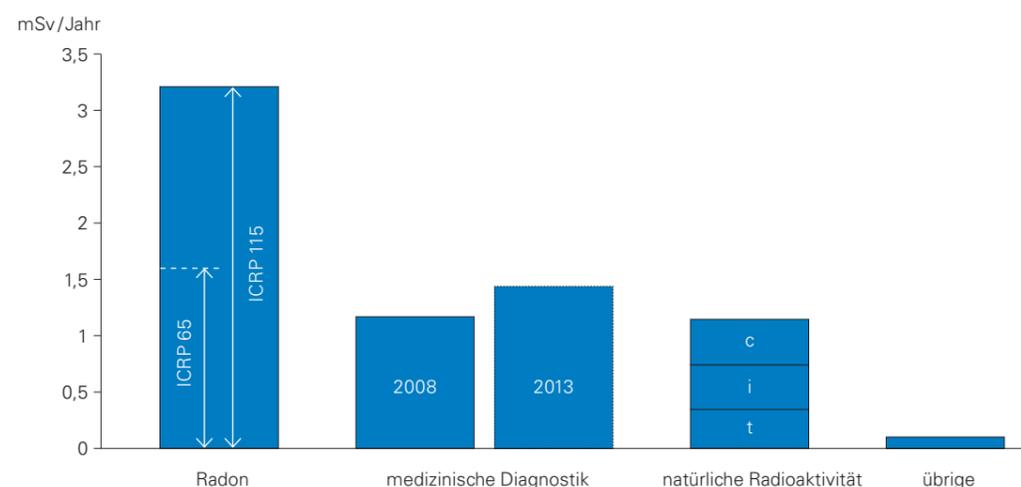


Abb. 23: Durchschnittliche Strahlendosen der Schweizer Bevölkerung in [mSv pro Jahr pro Person]. Die Belastung durch Radon muss nach der neuen Beurteilung durch die ICRP (ICRP 115, 2010) deutlich höher eingeschätzt werden als zuvor (ICRP 65). Der Wert für die medizinische Diagnostik beruht auf der Erhebung von 2008 bzw. auf der Zwischenerhebung von 2013. 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.

Bestrahlung durch medizinische Diagnostik

Die Dosis aufgrund medizinischer Anwendungen (Röntgendiagnostik) beträgt auf die gesamte Bevölkerung umgerechnet 1.2 mSv/Jahr pro Person (Auswertung der Erhebung 2008) bzw. 1.4 mSv/Jahr pro Person (Auswertung der Zwischenerhebung 2013). Mehr als zwei Drittel der jährlichen kollektiven Strahlendosis in der Röntgendiagnostik verursachen computertomografische Untersuchungen. 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 Prozents 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 pro Jahr aus und hängt davon ab, wie der Untergrund zusammengesetzt ist. 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 dadurch die abschwächende Lufthülle der Erde dünner wird. In 10 km Höhe ist die kosmische Strahlung deshalb 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. Das Flugpersonal kann eine Dosis von bis zu einigen mSv pro Jahr erhalten.

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 regelmässigen 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 künstliche Radioisotope in der Umwelt. Der radioaktive Ausfall durch den 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.

Die Emissionen radioaktiver Stoffe über Abluft und Abwasser aus den Schweizer Kernkraftwerken, 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. 94'000 Personen beruflich strahlenexponiert. Diese Zahl steigt kontinuierlich (+30% seit 2004), ca. 75% dieser Personen arbeiten im medizinischen Bereich.

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 Sommer 2016 auf der BAG-Website publiziert wird.

Internationale Zusammenarbeit

Der Strahlenschutz in der Schweiz muss internationalen Standards entsprechen, die enge Zusammenarbeit mit internationalen Gremien ist deshalb äusserst wichtig. Unsere wichtigsten Partner und Mitgliedschaften:

Die Abteilung Strahlenschutz als Collaboration Center der Weltgesundheitsorganisation WHO

Die WHO hat 2014 die Ernennung der Abteilung Strahlenschutz als Kooperationszentrum für Strahlenschutz und die öffentliche Gesundheit bestätigt. Das Mandat 2014–2017 umfasst folgende Aufgaben:

- Vorbereitung und Durchführung von Gesundheitsmassnahmen in Notfallsituationen mit Strahlenbelastung
- Entwicklung von Strategien zur Unterstützung des Aktionsplans Radon
- Evaluation der Risiken von nichtionisierender Strahlung und Prüfung der entsprechenden Schutzmassnahmen
- Engagement für den Strahlenschutz im medizinischen Bereich.

Mit all diesen Arbeiten trägt das BAG auch zur Umsetzung der Internationalen Gesundheitsvorschriften bei, die die Schweiz 2005 unterzeichnet hat.

Das BAG vertritt die Schweiz zudem seit längerer Zeit 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-Projekt:

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-Projekt:

Das Projekt beurteilt Gesundheitsrisiken elektromagnetischer Felder. www.who.int/peh-emf/en

Expertengruppe «Artikel 31 Euratom-Vertrag»

Seit November 2014 nimmt das BAG als Beobachter an den Treffen und Diskussionen der Expertengruppe gemäss Artikel 31 des Euratom-Vertrags teil. Diese Gruppe hat den Auftrag, die von der Europäischen Kommission ausgearbeiteten Grundnormen im Zusammenhang mit dem Gesundheitsschutz vor den Risiken ionisierender Strahlung zu prüfen.

Internationale Strahlenschutzkommission ICRP

Ihre Empfehlungen zum Strahlenschutz sind in den meisten Staaten und auch in der Schweiz in nationales Recht umgesetzt. Prof. F. Bochud (Vorsitzender der KSR) vertritt die Schweiz im Komitee 4, das eine beratende Funktion für die Anwendung der ICRP-Empfehlungen hat.

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

In HERCA sind fast alle europäischen Staaten mit dem Ziel vertreten, den Strahlenschutz in Europa zu harmonisieren, z. B. mit gemeinsam entwickelten Stellungnahmen zu relevanten Strahlenschutzthemen. HERCA ist die wichtigste Plattform für europäische Strahlenschutzbehörden, um Erfahrungen auszutauschen und die Strahlenschutzpraxis in den Mitgliedsländern zu verbessern.

Bezüglich Radonproblematik hat das BAG u. a. in der HERCA-Arbeitsgruppe mitgewirkt, deren erster Workshop 2014 in Paris stattfand. Das BAG hat in Zusammenarbeit mit der französischen Atomsicherheitsbehörde ASN und den norwegischen Behörde NRPA den zweiten Workshop im Herbst 2015 in Genf organisiert.

Im September 2016 organisiert das BAG einen Workshop für die Arbeitsgruppen Medical und Veterinary Applications.

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. Im Berichtsjahr bereitete die Abteilung Strahlenschutz den 16. European ALARA Network Workshop vor, zum Thema «ALARA in industrial radiography – How can it be improved», der vom 14.–16. März 2016 in Bern stattfindet.

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 ASN (*Autorité de Sûreté Nucléaire*) koordiniert das BAG die Überwachung der Radioaktivität in der Umgebung des CERN. Das BAG arbeitet ebenfalls im Komitee «*Suivi des leucémies*» der ASN mit.

Internationale Atomenergie-Organisation (IAEO)

Unter der Schirmherrschaft der IAEO organisierte das BAG 2015 gemeinsam mit dem Labor Spiez, das zum IAEO-Netzwerk ALMERA (*Analytical Laboratories for the Measurement of Environmental Radioactivity*) gehört, einen Workshop zur In-situ-Gammaspektrometrie. Ausserdem beteiligte sich das BAG, als Unterstützung des Eidgenössischen Nuklearsicherheitsinspektorats (ENSI), an der von der IAEO organisierten 5. Überprüfungs-konferenz zur Implementierung des internationalen Übereinkommens über die Sicherheit der Behandlung abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle. Das BAG leistete unter der Führung der IAEO auch einen Beitrag zur Ausarbeitung eines Leitfadens zum Umgang mit ausgedienten Strahlenquellen, mit dem die Bestimmungen des Verhaltenskodex für die Sicherheit und Sicherung radioaktiver Strahlenquellen präzisiert werden. Bei diesem Verhaltenskodex handelt es sich um internationale Richtlinien, die von zahlreichen Ländern anerkannt und unterstützt werden und mit denen die Sicherheit und Sicherung der Verwendung radioaktiver Strahlenquellen gefördert werden soll. Weiter arbeitete das BAG auch an der IAEO-Publikation «*Protection of the Public against Exposure Indoors due to Radon and other Natural Sources of Radiation*» mit, die 2015 erschienen ist. Schliesslich war es in einer Expertengruppe vertreten, die von der IAEO mit der IRRS-Mission «*Integrated regulatory review service IRRS mission*» beauftragt wurde.

NERIS: The European Platform on Preparedness for Nuclear and Radiological Emergency Response and Recovery

Das BAG engagierte sich stark an den Arbeiten der Plattform NERIS (www.eu-neris.net), insbesondere im Rahmen des Projekts PREPARE. Dieses Engagement mündete in die Einrichtung eines französisch-schweizerischen Panels zur Problematik des langfristigen Umgangs mit kontaminierten Lebensmitteln nach einem nuklearen Unfall.

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.

Publikationen, weiterführende Informationen

Rechtsgrundlagen

Die schweizerische Strahlenschutzgesetzgebung bezweckt, Mensch und Umwelt vor gefährlichen ionisierenden Strahlen zu schützen. 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.

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 Neueste aus den Abteilungen Chemikalien und Strahlenschutz zu erfahren www.bag.admin.ch/themen/strahlung/03828/index.html?lang=de

Strahlenschutz – Aufgaben und Organisation

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, Physikerinnen, Geologen oder Ingenieurinnen und viele weitere Berufsgruppen, setzen sich in der Abteilung Strahlenschutz dafür ein, dass Strahlenexpositionen der Schweizer Bevölkerung, sofern gerechtfertigt, so niedrig wie möglich sind. Erste Priorität haben Massnahmen, die schwere Störfälle verhindern und hohe Dosen von Bevölkerung, Patientinnen und Patienten sowie beruflich strahlenbelasteten Personen vermeiden.

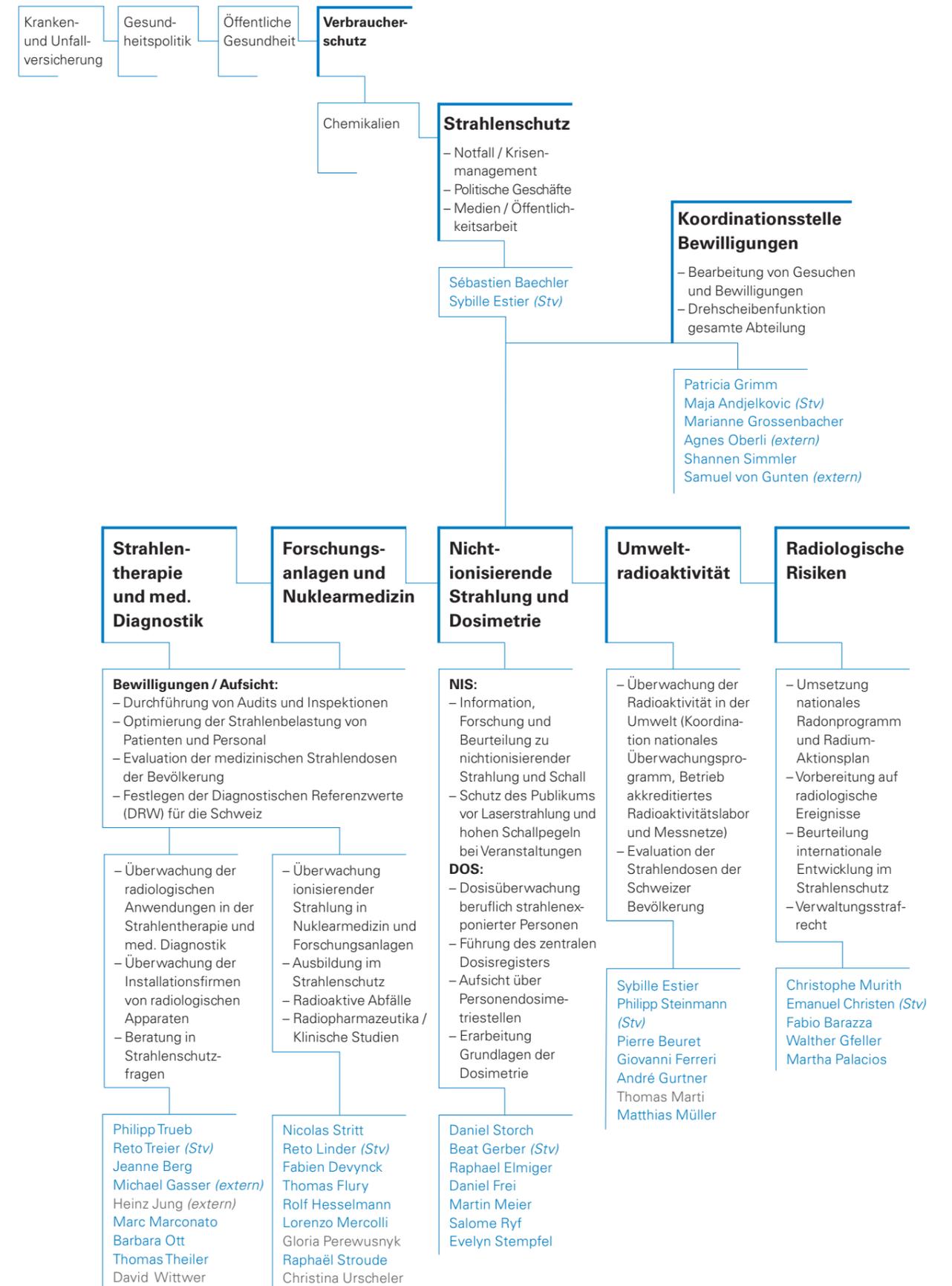
Um diese Ziele umfassend und nachhaltig zu erreichen, verfügen wir über vielfältige Mittel. Bei der ionisierenden Strahlung sind die Strahlenschutzgesetzgebung und die damit verbundenen Vollzugsaufgaben unsere Basis. Die gesetzlichen Bestimmungen sollen Mensch und Umwelt in allen Situationen schützen, bei denen ionisierende Strahlen oder erhöhte Radioaktivität eine Gefahr darstellen. Die Überwachung der ca. 22'000 Bewilligungen für die Verwendung ionisierender Strahlung in Medizin, Industrie und Forschung ist eine zentrale Aufgabe unserer Abteilung.

Bei der nichtionisierenden Strahlung und beim Schall legen wir das Schwergewicht unserer Tätigkeiten auf die Information der Bevölkerung via unsere Website und in der direkten Beratung. Eine gesetzliche Grundlage für diesen Bereich ist in Vorbereitung.

Strahlenschutz funktioniert nicht ohne Zusammenarbeit mit anderen Stellen. Die Strahlenschutzgesetzgebung vollziehen wir zusammen mit verschiedenen Partnern in der Schweiz und international. 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.

Unser Aufgabenportfolio umfasst (vgl. auch Organigramm, nächste Seite):

- Bewilligungserteilung und Aufsicht in Strahlentherapie, Nuklearmedizin und radiologischer medizinischer Diagnostik. Im Fokus steht der Schutz von Patienten und Patientinnen sowie des medizinischen Personals
- Bewilligungserteilung und Aufsicht in komplexen Forschungsanlagen wie CERN und PSI
- Erarbeitung und Anpassung gesetzlicher Grundlagen gemäss neuem Stand von Wissenschaft und Technik, aktuell sind die Revision der Strahlenschutzverordnung sowie die Gesetzgebung im NIS- und Schallbereich
- Überwachung beruflich strahlenexponierter Personen (ca. 94'000 Personen)
- Bewilligung klinischer Studien mit radioaktiv markierten Pharmazeutika
- Zulassung und Typenprüfungen radioaktiver Strahlenquellen
- Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt
- Betrieb eines akkreditierten Radioaktivitätslabors und Betrieb von Messnetzen
- Evaluation der Dosen ionisierender Strahlung der Schweizer Bevölkerung
- Realisierung des nationalen Radonprogramms sowie neu des Radium-Aktionsplans
- Anerkennung von Strahlenschutz-Ausbildungen, Dosimetriestellen und Radonmessstellen
- Information sowie Präventions- und Vorsorgeempfehlungen zu nichtionisierender Strahlung, um gesundheitsbeeinträchtigende optische, elektromagnetische oder akustische Belastungen von Personen zu verhindern
- Bereithaltung eines Krisenmanagements, um bei radiologischen Ereignissen und Katastrophen unverzüglich eingreifen zu können
- Unterstützung von Betrieben und Betroffenen bei Stör- und Zwischenfällen
- Entsorgung radioaktiver Abfälle aus Medizin, Industrie und Forschung
- Kommunikation und Information via Internet, Medien, Berichte und Broschüren.



Personen in grauer Farbe sind im Laufe 2015 ausgetreten