

Strahlenschutz und Überwachung der Radioaktivität in der Schweiz **Ergebnisse 2016**

Radioprotection et surveillance de la radioactivité en Suisse **Résultats 2016**



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

Im Gegensatz zu anderen Gesundheitsbereichen, wo vorwiegend die Kantone zuständig sind, liegt die Verantwortung für den Strahlenschutz hauptsächlich beim Bund und insbesondere beim BAG. Dabei ist unerlässlich, dass die Experten des BAG vor Ort präsent sind. Sie prüfen z. B., ob sich ein Spital an die Regeln der Guten Praxis hält, oder sie stellen sicher, dass die Radioaktivität in der Umwelt überwacht wird. Wir wollen auch künftig an dieser Präsenz vor Ort festhalten, indem wir unsere Arbeit dort konzentrieren, wo das Risikopotenzial hoch ist.

Ein wirksamer Strahlenschutz erfordert ein Engagement aller Beteiligten. Dies kommt in den 141 Stellungnahmen zum Ausdruck, die wir bis Anfang 2016 zur Vernehmlassung der Revision der Strahlenschutzverordnung erhalten haben. Die Stellungnahmen zeugen von lebhaftem Interesse und ich danke bei dieser Gelegenheit allen Teilnehmenden für ihren wertvollen Beitrag. Nach der Vernehmlassung haben wir zu kontroversen Punkten Diskussionen mit zahlreichen Partnern organisiert. So konnten wir Missverständnisse ausräumen und den Entwurf überarbeiten. Die neue Verordnung soll am 1. Januar 2018 in Kraft treten.

Der Einbezug aller betroffenen Parteien ist auch ein Schlüsselement für die erfolgreiche Umsetzung der Strahlenschutzprojekte, die im Rahmen der Strategie «Gesundheit2020» vorgesehen sind. So sollen klinische Audits künftig dafür sorgen, dass weniger unnötige Röntgenuntersuchungen durchgeführt werden. Dies erfordert eine enge Zusammenarbeit mit den involvierten medizinischen Berufsverbänden. Auch bei den Aktionsplänen Radon 2012–2020 und Radium 2015–2019 sind wir auf die Unterstützung von Gemeinde-, Kantons- und Bundesbehörden sowie Eigentümern und Mietern angewiesen.

Die parlamentarischen Beratungen zur Gesetzesvorlage über den Schutz vor Gefährdungen durch nichtionisierende Strahlung und Schall haben 2016 begonnen und werden 2017 weitergeführt. Die Verabschiedung dieses Gesetzes ist für das BAG unerlässlich, wenn es sicherstellen soll, dass gefährliche Laserpointer, unsachgemäss betriebene Solarien oder Schönheitsbehandlungen mit Blitzlichtlampen und Lasern die öffentliche Gesundheit nicht mehr gefährden.

Im diesjährigen Interview erläutert unser Fachspezialist Raphaël Stroude, mit welchen Schwierigkeiten der Bund bei der Entsorgung radioaktiver Abfälle aus Medizin, Industrie und Forschung konfrontiert ist.

Schliesslich stand 2016 auch im Zeichen der traurigen Jubiläen von Tschernobyl (30 Jahre) und Fukushima (5 Jahre). Sie erinnern uns daran, dass ein schwerer Unfall in einem KKW nicht ausgeschlossen werden kann. In diesem Bewusstsein beteiligt sich das BAG an den Vorbereitungsmaßnahmen für radiologische Notfallsituationen.

Sébastien Baechler



Bild: Brigitte Batt & Klemens Huber

Inhalt

3	Editorial
5	Interview: Entsorgung radioaktiver Abfälle: eine langfristige Herausforderung
9	Strahlenschutz in Medizin und Forschung
17	Radiologische Ereignisse
20	Röntgenlaser SwissFEL: Innovation auch für den Strahlenschutz
22	Aktionsplan Radium 2015–2019
24	Aktionsplan Radon 2012–2020
28	Überwachung der Umwelt
30	Schallgrenzwerte fordern die Veranstalter
32	Intervention in einem radiologischen Notfall
34	Gesundheitsschutz vor nichtionisierender Strahlung und Schall
36	Strahlenexposition der Bevölkerung 2016
38	Internationale Zusammenarbeit
39	Publikationen, weiterführende Informationen
40	Strahlenschutz: Aufgaben und Organisation
41	Organigramm / Aufgabenportfolio
43 ff.	Französische Texte / Version française
84	Impressum / Colophon

Entsorgung radioaktiver Abfälle: eine langfristige Herausforderung

«Die Kernkraftwerke kümmern sich um ihre eigenen radioaktiven Abfälle, der Bund sorgt für alles andere» – so bringt Raphaël Stroude, Fachspezialist für radioaktive Abfälle in der Abteilung Strahlenschutz, die Entsorgungsproblematik auf eine einfache Formel. Am Ende kommen alle Abfälle zusammen, nämlich im Tiefenlager, könnte man ergänzen. Raphaël Stroude gibt uns im Interview einen breiten Einblick in diese komplexe Thematik und zeigt auf, wie stark das BAG in die Aufgaben rund um das Sammeln, Lagern und Finanzieren radioaktiver Abfälle involviert ist.

Herr Stroude, wo entstehen in der Schweiz radioaktive Abfälle?

Die Hauptmengen an Abfällen fallen in Kernkraftwerken (KKW) – und zwar beim Betrieb und beim Rückbau, an. Weitere grosse Lieferanten sind die Forschungszentren Paul Scherrer Institut (PSI) und CERN, die mit Teilchenbeschleunigern arbeiten, in denen als Nebeneffekt aktivierte Materialien entstehen. Relativ wenige Abfälle produziert eine Vielzahl kleinerer Firmen. Medizinische Betriebe verwenden oft kurzlebige Radionuklide, die nach einer gewissen Zeit nicht mehr radioaktiv sind und als konventionelle Abfälle entsorgt werden können. In der Industrie existieren einige grössere Abfalllieferanten, aber auch ganz viele kleine. In der Forschung sind es, neben den schon zitierten grossen Forschungszentren, meistens Kleinproduzenten, die z. B. in Labors mit radioaktiven Lösungen arbeiten.

Welchen Auftrag hat das BAG im Bereich radioaktive Abfälle?

Unser gesetzlicher Auftrag umfasst die Aufsicht über Betriebe aus Medizin, Industrie (mit Ausnahme der KKW) und Forschung, die mit ionisierender Strahlung umgehen – dazu gehören auch die in diesen Betrieben entstehenden radioaktiven Abfälle. Für solche Abfälle ist das BAG die einzige Kontakt- und Beratungsstelle in der Schweiz, die Kantone haben hier keinen Auftrag. Wir erstellen Gutachten oder prüfen solche, und unterstützen – oft direkt vor Ort – bei der Lösungssuche, wenn problematische Entsorgungssituationen auftreten. So zum Beispiel, wenn Betriebe oder Private im Besitz von Altlas-

ten sind, deren ursprüngliche Verursacher nicht mehr ausfindig gemacht werden können.

Zusätzlich organisieren wir – gemeinsam mit dem PSI – die jährliche Sammelaktion für Abfälle aus Medizin, Industrie und Forschung, die sogenannten MIF-Abfälle und beaufsichtigen diese bis hin zur Abgabe an das Bundeszwischenlager. Bei der Sammelaktion des BAG kommen etwa 5% der MIF-Abfälle (Abfälle aus Medizin, Industrie und Forschung) zusammen, 95% fallen in den grossen Forschungszentren an. Die Abfälle des CERN, die gemäss Tripartite-Vereinbarung anteilmässig an die Schweiz gehen, sollen künftig auch als konventionelle MIF-Abfälle über die Sammelaktion abgeliefert werden. Auch die Abfälle am PSI West, wo die Beschleuniger stehen, beaufsichtigt das BAG.

Alle Abfälle aus KKW, die den Hauptanteil der radioaktiven Abfälle ausmachen, unterstehen der Aufsicht des ENSI. Sie werden im Zwischenlager (Zwilag) in Würenlingen sowie in den KKW bis zur Entsorgung in einem Tiefenlager zwischengelagert (vgl. Grafik zu den Abfallströmen in der Schweiz, Abb. 1).

Wie hoch ist der Anteil der Abfälle aus Medizin, Industrie und Forschung (MIF) am Gesamtvolumen der radioaktiven Abfälle?

Radioaktive Abfälle teilt man in hochaktive (Volumen ca. 1500 m³) und schwach- bis mittelaktive Abfälle (Volumen ca. 40'000 m³) ein. Hochaktive Abfälle entstehen fast ausschliesslich in Kernkraftwerken.

Die MIF-Abfälle unter der Verantwortung des Bundes entsprechen rund einem Drittel des Gesamtvolumens der schwach- bis mittelaktiven Abfälle. Den Rest steuern die Kernkraftwerke bei.

Welche Eigenschaften haben MIF-Abfälle?

In den Forschungszentren fallen durch Aktivierung (Umwandlung nicht-radioaktiver in radioaktive Isotope durch Bestrahlung) vor allem die Nuklide Cobalt in Metallen und Europium im Beton an. In den Abfällen der Sammelaktion findet sich das gesamte Nuklid-Spektrum in kleinen Mengen und Aktivitäten, von Cäsium, Americium, Radium über Cobalt bis hin zu Uran. Beim Umgang mit diesen Abfällen genügen meistens einfache Schutzmassnahmen. Bei den relativ hohen Aktivitäten an Tritium, einem zwar wenig toxischen, aber hoch mobilen Nuklid, das einige Firmen abgeliefert, sind besondere Prozesse erforderlich. Spezielle Ausrüstungen wie z. B. Hotzellen braucht es bei der Sammlung jedoch nur selten. Bei der Behandlung und Triage von Abfällen trage ich oft nur Handschuhe und einen Labormantel.

Wie organisiert das BAG die jährliche Sammelaktion für radioaktive Abfälle aus Medizin, Industrie und Forschung (MIF)?

Das BAG betreut die Sammelaktion administrativ, das PSI technisch. Es melden sich jährlich ca. 20–30 Betriebe an. Einige dieser Betriebe wissen wenig über die Entsorgung, so dass wir sie zusammen mit dem PSI beraten. Das PSI kon-

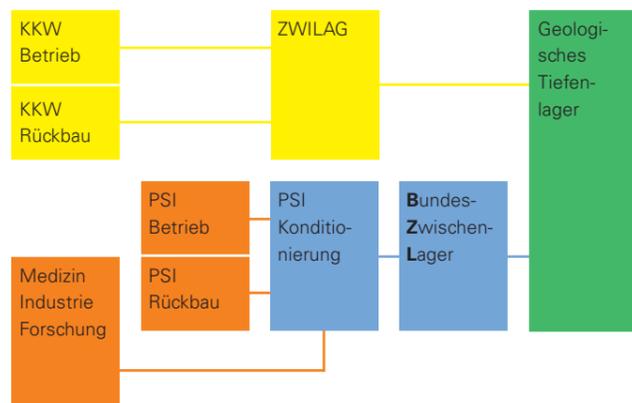


Abb. 1: Überblick Abfallströme Schweiz

trolliert vor Ort das gemeldete Inventar, die Verpackung und die Einhaltung der Transportvorschriften. Spezialisierte Transportfirmen transportieren die Abfälle anschliessend an die Sammelstelle des Bundes am PSI, wo sie für die Konditionierung vorbereitet werden. Bei der Konditionierung werden die Abfälle meist in Fässern eingeschlossen und in einer Matrix aus speziellen Zementen eingebettet. Gewisse Abfälle werden zuerst in einem speziellen Plasmaofen verbrannt und erst dann konditioniert, andere werden gepresst, auseinandergenommen oder gar dekontaminiert. Bei dieser Arbeit geht es hauptsächlich um Volumenminimierung und Stabilisierung. Die konditionierten Abfälle werden dann ins BZL eingelagert. Das Zwilag (= Zwischenlager Würenlingen) bereitet die Abfälle aus den Kernkraftwerken grundsätzlich gleich auf. In diesen beiden Zwischenlagern (BZL und Zwilag) verbleiben sämtliche Abfälle bis zur Lagerung in einem geologischen Tiefenlager.

Mittelfristig sollen die radioaktiven Abfälle sämtlicher Provenienzen in einem gemeinsamen, geologisch geeigneten Tiefenlager eingelagert werden. Welche Aufgaben hat das BAG in diesem Kontext?

Die Leitung des sogenannten Sachplans, d.h. der Standortsuche für das Tiefenlager für sämtliche radioaktiven Abfälle liegt beim Bundesamt für Energie. Da der Bund für die Entsorgung der in Medizin, Industrie und Forschung produzierten Abfälle verantwortlich ist, sind verschiedene weitere Bundesstellen in die Arbeiten rund um die Standortsuche eingebunden – auch das BAG. Es arbeitet in diversen Gremien mit und steuert auch seinen Teil zur Finanzierung bei. Ausserdem ist der Bund zusammen mit den Kernkraftwerk-Betreibern Genossenschafter der Nagra, der nationalen Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle.

Fragen zur Entsorgung radioaktiver Abfälle werden auch in der Arbeitsgruppe für die nukleare Entsorgung des Bundes AGNEB diskutiert, in der das BAG vertreten ist. Die anderen beteiligten Bundesstellen sind das BFE, das ENSI, das PSI, die Swisstopo und das BAFU. Die AGNEB hat ein eigenes Forschungsprogramm, erstellt Berichte und ist die allgemeine Infoaustauschplattform des Bundes für Probleme oder Erkenntnisse aus dem Sachplan bzw. aus den jeweiligen Aufsichtstätigkeiten.

Wie hoch sind die Entsorgungskosten für den Bund?

Gemäss 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 bis 2100. Ein Teil dieser Kosten wird über die Gebühren finanziert, die die Abfallproduzenten entrichten (Abfälle aus der Sammelaktion). Ein weiterer Teil wird erst ab 2060 entstehen, wenn das geologische Tiefenlager in Betrieb ist. Die Schätzungen rechnen zurzeit mit einem noch zu finanzierenden Restbetrag von 857 Millionen Franken für den Zeitraum 2015 bis 2060. Dieser Betrag wird zu gleichen Teilen von Bund und ETH-Bereich getragen, zu dem auch das PSI gehört. Die Schätzungen werden periodisch aktualisiert, die letzte Schätzung wurde 2015 dem Bundesrat vorgelegt.

Die Kernkraftwerke finanzieren die Entsorgung aus ihren Betrieben übrigens mit zwei Fondslösungen (Stilllegungs- und Entsorgungsfonds), die gesetzlich verankert sind.

2014 haben Funde von Radium-Altlasten aus der Uhrenindustrie die Öffentlichkeit beschäftigt. Das BAG hat die Problematik mit einem Aktionsplan in die Hände genommen: Sämtliche betroffenen Liegenschaften werden gemessen und bei Bedarf saniert. Wächst dadurch das Abfallvolumen für den Bund nochmals an?

Radium wurde vor allem in der Uhrenindustrie vor 1960 verwendet. Die im Aktionsplan anfallenden Radiumabfälle sind meist sehr schwach kontaminiert. Oft gibt es andere Entsorgungsmöglichkeiten als eine Ablieferung an die Sammelstelle des Bundes, wie z. B. eine Deponierung oder Verbrennung. Das Volumen, das am Ende als radioaktiver Abfall an die Sammelstelle abgeliefert und entsorgt werden muss, ist mit geschätzten maximal einigen hundert Litern für die ganze Zeitspanne des Aktionsplans relativ klein und spielt im Rahmen des geplanten Tiefenlagers kaum eine Rolle.



Raphaël Stroude ist dipl. Umweltwissenschaftler ETH Zürich. Er arbeitet seit 2011 als wissenschaftlicher Mitarbeiter beim BAG und ist für die Betriebsaufsicht in Medizin und Forschung, für die Sicherung und den Transport von radioaktiven Quellen sowie für radioaktive bzw. natürlich radioaktive Abfälle zuständig.

Besteht die Gefahr, dass in Zukunft weitere grössere Mengen an Altlasten auftauchen?

Aktuell kennt man keine weiteren grossen Volumen an radioaktiven Altlasten. Altlasten, auch in kleineren Mengen, sind für uns Verantwortliche im BAG aber immer eine Herausforderung: Wir müssen die Abfälle vor Ort isolieren, charakterisieren und in einen sicheren Zustand bringen, Entsorgungsmöglichkeiten suchen, Sanierungsfirmen beraten sowie die Öffentlichkeit informieren.

Die schweizerische Gesetzgebung legt eine grundsätzliche Entsorgung der Abfälle in der Schweiz fest. Gibt es nicht auch internationale Bestrebungen für gemeinsame Lösungen?

Eine Entsorgung der schweizerischen Abfälle in der Schweiz ist gesetzlich vorgegeben und hat für die Behörden erste Priorität. Es gibt auf internationaler Ebene eine Vielzahl von Programmen, wo der Erfahrungsaustausch über nationale Lösungen gefördert wird. Erwähnenswert ist die Joint Convention der Internationalen Atomenergieorganisation IAEA zu radioaktiven Abfällen, wo das ENSI – mit Unterstützung des BAG – die Schweiz vertritt. Jedes Land berichtet dabei über seine Entsorgungslösungen, die durch die anderen Staaten bewertet werden. Allgemein kann gesagt werden, dass Staaten mit einem nuklearen Programm eher nationale Lösungen anstreben, da ihre Abfallmengen gross sind. Für kleinere Staaten ohne nukleares Programm ist es schwieriger, aufwändige Entsorgungsprogramme auf die Beine zu stellen. Deshalb werden von solchen Staaten auch internationale Lösungen in Betracht gezogen. In Fachkreisen sowie auch vermehrt in internationalen Gremien diskutiert man, wie solche gemeinsa-

me Lager aussehen könnten, aber insgesamt ist man von einer solchen Lösung auf breiterer Ebene weit entfernt.

Liefere uns Wissenschaft und Forschung neue Erkenntnisse zu alternativen Entsorgungsmöglichkeiten?

Grundsätzlich gibt es zur Entsorgung drei Hauptalternativen:

1. Vermeidung durch die Nutzung alternativer Technologien: Schweden hat beispielsweise bereits verboten, neue Bestrahlungsanlagen mit radioaktiven Quellen zu installieren, da dies auch mit Röntgenstrahlung möglich ist.

2. Recycling: Radioaktive Quellen werden oft wegen ihres radioaktiven Zerfalls ausgetauscht, da sie für ihren ursprünglichen Zweck zu schwach geworden sind. Ihre restliche Radioaktivität bleibt aber meistens noch lange nutzbar. Das BAG erfordert in diesem Sinne bei der Sammelaktion immer eine Überprüfung, ob das Recycling oder das Weiternutzen einer Quelle möglich ist.

3. Transmutation (Umwandlung): Die Alchemisten träumten schon vor Jahrhunderten davon, Eisen in Gold umzuwandeln, heute möchte die Wissenschaft aus radioaktivem Material nicht radioaktives erzeugen. Experten sind sich einig, dass eine solche Umwandlung mit komplexen Techniken theoretisch möglich ist, jedoch nach heutigem Stand der Technik in der Praxis noch in weiter Ferne liegt.

Bei der Entsorgung radioaktiver Abfälle bewegt man sich in immensen Zeiträumen. Wie sichern Sie das Know-how im BAG, auch für folgende Generationen?

Konsequente Dokumentation ist oft lästig, aber sehr wichtig – was übrig bleibt, ist nur, was geschrieben und konsequent abgelegt wurde. Das merke ich selber jetzt, wenn ich Berichte von vor nur 20 Jahren lese. Unser Know-how können wir über Berichte von Arbeitsgruppen, gewisse Protokolle und mit der Dokumentation zu den abgelieferten Abfällen weitergeben. Die entscheidenden Dokumente archiviert das Bundesarchiv.

Im OECD-Projekt mit dem Titel «Preservation of Records, Knowledge and Memory Across Generations» werden weitere Fragen zum Wissens-erhalt über Tausende von Jahren diskutiert. Wie – wenn überhaupt – kennzeichnet man die Stellen, wo sich Tiefenlager befinden? Könnten nachfolgende Generationen sich dieses Wissen allenfalls in negativer Form – z. B. zur Waffenerzeugung – zunutze machen? Oder es kommen ganz praktische Fragen auf wie z. B.: Wird das Symbol für Radioaktivität in 10'000 Jahren noch verständlich sein?

Die Zeit nach dem Verschluss des Tiefenlagers ist auch Thema einer Arbeitsgruppe der AGNEB. Abfälle aus Medizin, Industrie und Forschung werden vermutlich auch nach dem Jahr 2100 noch anfallen, obwohl die bestehenden Kernkraftwerke bis dahin stillgelegt sein werden und das Tiefenlager gemäss heutiger Planung verschlossen sein wird. Die Arbeitsgruppe entwickelt Szenarien zu den dann noch anfallenden Abfällen und prüft Entsorgungsmöglichkeiten.

Strahlenschutz in Medizin und Forschung

Der enorme technologische Fortschritt bei den bildgebenden Verfahren bringt viele Vorteile, er hat aber auch die durchschnittliche Strahlenexposition der Bevölkerung erhöht. Das BAG will Gegensteuer geben: Aufsichtsschwerpunkte haben zum Ziel, den Einsatz ionisierender Strahlung in Zusammenarbeit mit den medizinischen Betrieben zu optimieren. «Klinische Audits» sollen in Zukunft zusätzlich die Rechtfertigung von Untersuchungen und Behandlungen stärker in den Fokus rücken. Dieses Projekt, das zur vom Bundesrat verabschiedeten Gesamtschau «Gesundheit 2020» gehört, ist 2016 weit vorangeschritten.

Strahlenschutz in der Medizin

Projekt Klinische Audits in der Radiologie, der Radio-Onkologie und der Nuklearmedizin

Klinische Audits (Peer Reviews, Begutachtungen unter Fachkollegen) haben zum Ziel, ungerechtfertigte Untersuchungen und Behandlungen mit ionisierender Strahlung zu minimieren und Prozesse und Ressourcen zu optimieren. Im Rahmen der Pilotphase des vom BAG und von mehreren Fachgesellschaften realisierten Projekts haben sich insgesamt neun Betriebe in den Bereichen Radiologie und Radio-Onkologie freiwillig auditieren lassen. Die Pilotaudits hatten zum Ziel Prozesse zu simulieren, Ressourcen abzuschätzen und die am besten geeignete Form der Audits zu finden. In der Radiologie standen die Abläufe und Arbeitsprozesse bei CT-Untersuchungen im Fokus; in der Radio-Onkologie wurde der gesamte Patientenpfad auditiert.

Befragungen, welche im Anschluss durchgeführt wurden, haben gezeigt, dass die auditierten Personen inhaltlich von den Audits profitieren und mehrheitlich einen grossen Nutzen für den Patientenschutz und für die Abläufe im Betrieb sehen. Unter anderem wurden das Vorhandensein evidenzbasierter Inhalte, fachliche und soziale Kompetenzen der Auditorinnen und Auditoren und gut organisierte Abläufe als Schlüsselfaktoren für das erfolgreiche Gelingen genannt. Wie die auditierten Personen waren auch die Auditorinnen und Auditoren vom Nutzen der Audits überzeugt, da auch sie fachlich von dem Austausch profitieren konnten.

2016 wurden zudem in der Romandie und der Deutschschweiz weitere Auditorenschulungen durchgeführt. Somit konnten für zukünftige Audits bisher über dreissig Personen zur externen Auditorin / zum externen Auditor ausgebildet werden.

Ausserdem hat das BAG zusammen mit Vertretern der Fachgesellschaften das Implementierungskonzept weiterentwickelt. In diesem Zusammenhang wurde die Einberufung eines interprofessionellen Steuerungskomitees beschlossen. Dieses Gremium wird unter anderem die zukünftige Umsetzungsstrategie festlegen und als Beschwerdestelle fungieren. Für 2017 sind weitere Pilotaudits, welche vermehrt auch in der französischen Schweiz und neu ebenfalls im Bereich Nuklearmedizin stattfinden werden, geplant.

Die revidierte Strahlenschutzverordnung, welche voraussichtlich 2018 in Kraft tritt, wird zukünftig die rechtliche Grundlage für die Durchführung klinischer Audits in der Schweiz bilden. Mit einer zweijährigen Übergangsphase (2018–2020) soll sichergestellt werden, dass sich die Betriebe optimal auf die definitiven Audits gemäss Strahlenschutzverordnung vorbereiten können. Dazu gehört auch die Erstellung eines Qualitätshandbuchs. Nach der Übergangsphase werden klinische Audits, welche auf dem Qualitätshandbuch basieren, obligatorisch veranlasst werden können.

Mehr Informationen zum Projekt finden Sie unter www.clinicalaudits.ch.

Audits im Operationssaal: Zwischenstand

Aufsichtsschwerpunkt der Sektion Strahlentherapie und medizinische Diagnostik ist zur Zeit der Strahlenschutz in den Operationsbereichen der fast 250 Spitäler, Kliniken und Institutionen, die über 820 vorwiegend mobile, vom BAG bewilligte Röntgenanlagen verwenden. Bis Ende 2016 hat das BAG 51 Audits in bisher 19 Kantonen durchgeführt und 180 Anlagen inspiziert.



Abb. 2: Audits im Operationssaal: Schutz des beruflich strahlenexponierten Personals ist zentral

Die Audits betreffen vorrangig den Strahlenschutz des beruflich strahlenexponierten Personals, das in den chirurgisch-orthopädisch-traumatologischen Operationsbereichen arbeitet. Im praktischen Auditteil simuliert das Personal einen chirurgischen Eingriff an einem Wasserphantom, das als «Patient» dient. Ein Live-Dosimetrie-System zeigt auf, wie hoch die Strahlenexpositionen der verschiedenen Berufsgruppen sind und welche Optimierungsmöglichkeiten bestehen. Im administrativ organisatorischen Teil beurteilt das BAG die Anlagebücher, die Dosimetrieunterlagen, die Organigramme der personellen Verantwortlichkeiten sowie die internen Weisungen zu den Arbeitsabläufen im Strahlenschutz. An den Audits nehmen die Sachverständigen für den technischen Strahlenschutz, die chirurgisch tätigen Ärztinnen und Ärzte, das Personal von OP Pflege, technischer Operationsassistenz, Lagerungspflege und

Anästhesie sowie MTRAs (Fachmann/-frau für medizinisch technische Radiologie), Medizinphysiker, Medizintechniker, CEOs und Qualitätsmanager teil. Die Audits sollen den interdisziplinären Austausch zwischen den verschiedenen Berufsgruppen fördern und dazu beitragen, dass die Aktivitäten im Strahlenschutz breite Abstützung finden.

Aktualisierte diagnostische Referenzwerte (DRW) für radiologische Anwendungen

Da sich die Röntgentechnik rasch entwickelt, publiziert das BAG regelmässig aktualisierte diagnostische Referenzwerte (DRW). Sie stellen für Betriebe ein wichtiges Hilfsmittel dar, um ihre medizinischen Strahlenanwendungen zu optimieren. Die DRW decken den Hochdosisbereich verschiedener medizinischer Fachgebiete ab (diagnostische Radiologie, Angiologie, Kardiologie, Gastroenterologie und Urologie). So sind zum Beispiel im Jahr 2016 für die interventionelle Radiologie die DRW auf Grund einer in ausgewählten Spitälern durchgeführten Dosiserhebung angepasst worden.

Kinder weisen eine erhöhte Strahlensensibilität auf. Zwei laufende Projekte definieren deshalb DRW speziell im Bereich der Kinderradiologie neu, da bisher nur wenige Dosisdaten für pädiatrische Untersuchungen existierten. Die Erhebung der Strahlendosen erfolgte in ausgewählten kinderradiologischen Zentren der Schweiz und betraf die am häufigsten durchgeführten Untersuchungen in der Radiographie und neuro-radiologischen Computertomographie. Nach Abschluss der Datenanalyse wird das BAG diese DRW auf dem Internet publizieren.

App für diagnostische Referenzwerte (DRW) in der Nuklearmedizin

Die bereits auf dem Internet publizierten diagnostischen Referenzwerte (DRW) der nuklearmedizinischen Diagnostik (vgl. Merkblatt «Diagnostische Referenzwerte für nuklearmedizinische Untersuchungen») sind neu auch über eine iOS- oder Android-App abrufbar. Die App ist unter dem Titel «DRW-Nukmed» als iOS- und Android-Applikation im jeweiligen App-Store kostenlos erhältlich.

Damit künftig auch für CT-Scans bei PET/CT- und Spect/CT-Hybriduntersuchungen aktuelle diagnostische Referenzwerte zur Verfügung stehen, hat das BAG im Herbst 2016 in Zusammenarbeit mit dem Institut de radiophysique (IRA), dem Kantonsspital Aarau und betroffenen Fachgesellschaften in 16 grösseren nuklearmedizinischen Zentren Strahlendosen erhoben. Diese werden bis Ende 2017 ausgewertet. Sobald die neuen DRW festgelegt sind, werden sie ins Merkblatt L-08-01 und in der DRW-Nukmed-App integriert.



Abb. 3: Die App «DRW-Nukmed» ist als iOS- und Android-Applikation im jeweiligen App-Store kostenlos erhältlich



QR-Code Android



QR-Code IOS

BAG-Wegleitungen für neue Technologien wie z. B. die digitale Volumetomografie

In Ergänzung zu den departementalen Verordnungen erarbeitet das BAG für Spezialanwendungen und technische Weiter- und Neuentwicklungen spezifische Wegleitungen für Anwender und Fachfirmen, die Prüfpunkte für die technische Qualitätssicherung (Periodizität, Umfang und Verantwortlichkeiten) festlegen. Die konstruktive Zusammenarbeit mit Fachpersonen bildet eine wichtige Grundlage bei der Erstellung dieser Dokumente auf der Basis nationaler und internationaler Normen und Empfehlungen.

Eine dieser Wegleitungen betrifft die digitale Volumetomografie (DVT, Cone Beam CT) für den Kopf- und Halsbereich. Diese 3D-Aufnahmesysteme mit Kegelstrahl-Geometrie haben bei der Zahn-, Mund- und Kiefermedizin sowie der Hals-Nasen-Ohrenmedizin stark zugenommen (Stand Ende 2015: rund 400 Systeme). Das BAG hat zusammen mit dem Institut de radiophysique (IRA) in Lausanne 2016 die Grundlagen erhoben und dabei auch die anwendenden Betriebe miteinbezogen, um diese für die Belange der Bildqualität zu sensibilisieren.

Audits bei den Mammographie-Anlagen attestieren gute Qualität

Im Rahmen seiner Aufsichtsfunktion hat das BAG die Anwendung der neuen Normen zur Qualitätskontrolle in der Mammographie in allen zwischen 2011 und 2015 zugelassenen Betrieben kontrolliert.

Erste Ergebnisse haben die Lieferanten von Anlagen erhalten, da sie bei der Umsetzung der neuen Qualitätsnormen eine Hauptrolle spielen. Die detaillierten Ergebnisse der gegen 240 Auditberichte werden in einem Schlussbericht zusammengefasst, der im Frühling erscheinen soll. Ersichtlich ist, dass die Zahl der voll digitalisierten Anlagen kontinuierlich steigt, aber 10 % der auf dem Markt verfügbaren Geräte immer noch mit Speicherfoliensystemen (CR) arbeiten. Traditionelle Entwicklungssysteme mit Filmkassetten werden dagegen nicht mehr eingesetzt, was die ersten Ergebnisse von Ende 2014 bestätigt. Dank des besonderen Einsatzes des technischen Personals und der Anlagenlieferanten sowie der Professionalität des Personals, das die Geräte bedient, ist die Qualität der Mammographie-Anlagen in den letzten Jahren erheblich gestiegen.

Zahlreiche Verbesserungen für den Umgang mit Radiopharmazeutika

Die 2015 abgeschlossene Audit-Kampagne zur Zubereitung und Qualitätskontrolle von Radiopharmazeutika aus Technetium-99m-Kits hatte einen Verbesserungsbedarf bei den Anweisungen in den Fachinformationen aufgedeckt. So gab es teils erhebliche Unterschiede bei sehr ähnlichen Produkten und nicht praxisgerechte Anforderungen an die Anwender. Das BAG hat deshalb zusammen mit Swissmedic und den Zulassungsinhabern begonnen, notwendige Anpassungen zu identifizieren und Fachinformationen zu aktualisieren. Bei den drei mengenmässig wichtigsten Produkten sollten diese Anpassungen Anfang 2017 abgeschlossen sein. Bei einem Produkt hat das BAG das Institut für Radiophysik in Lausanne (IRA) beauftragt, eine verbesserte Qualitätskontrollmethodik zu entwickeln und zu validieren, was auch international Anklang finden dürfte.

2016 wurden der Umgang und die Entsorgung von Radium-223 auditiert, da dieses Therapienuklid vermehrt für die Therapie von Knochenmetastasen verwendet wird. Aufgrund einer verbesserten Analyseverfahren kann der Hersteller mittlerweile für die Verunreinigung durch das langlebige Radionuklid Actinium-227 einen deutlich tieferen Gehalt garantieren. Deshalb war es möglich, die Entsorgungsanforderungen für die Spitäler zu vereinfachen und das Personal von Arbeitsschritten zu entlasten. Dazu wurde auch eine neue Wegleitung erarbeitet. Weiter hat das BAG das Vorgehen zur Hospitalisierung und zu den Entlassungskriterien von Therapiepatienten evaluiert, die mit Yttrium-90, Lutetium-177 und weiteren seltener verwendeten Radionukliden behandelt wurden. Aus den Erkenntnissen dieser Erhebung wird das BAG eine Empfehlung zum Strahlenschutz publizieren.

Seit Anfang 2016 ist es möglich, erfolgsversprechende Radiopharmazeutika schnell ausserhalb klinischer Studien für Patienten verfügbar zu machen. Die Hersteller können dafür bei Swissmedic eine befristete Vertriebsbewilligung beantragen. Die sachliche Prüfung des Antrags übernehmen die Fachkommission für Radiopharmazeutika und das BAG. Das BAG hat diese Möglichkeit massgeblich unterstützt, um die Versorgung mit innovativen Radiopharmazeutika im gesetzlich möglichen Rahmen zu verbessern.

Eine befristete Vertriebsbewilligung kann erteilt werden, wenn die Qualität und Sicherheit bereits nachgewiesen sind und sich bei der klinischen Erprobung deutliche Vorteile gegenüber alternativen Behandlungsmöglichkeiten abzeichnen. Damit lässt sich die Zeit bis zu einer ordentlichen Zulassung sinnvoll überbrücken, um Patienten mit lebensbedrohenden Erkrankungen optimal behandeln zu können. Dies macht insbesondere Sinn, da Radiopharmazeutika oft Nischen-Produkte sind, die kleine Hersteller mit beschränktem Einzugsgebiet zur Verfügung stellen und bei denen es lange dauert, bis umfangreiche klinische Studien abgeschlossen sind.

Neue Radiojod-Therapiestation für Schilddrüsenbehandlungen mit vergrösserter Abwasserabklinganlage

Im Frühling 2016 hat das Stadtspital Triemli in Zürich für Schilddrüsenbehandlungen eine neue Radiojod-Therapiestation mit vier Zweier-Zimmern eröffnet. Gleichzeitig wurde auch eine neue Anlage für die Abklinglagerung von mit Iod-131 kontaminierten Abwässern aus den Therapieziimmern (WC, Dusche, Lavabos) in Betrieb genommen. Sie verfügt über eine viermal grössere Kapazität (60'000 l). Künftig wird es daher möglich sein, die Abwässer länger abklingen zu lassen und damit die Abgaben an die Umwelt um ein Vielfaches zu reduzieren und die geltenden Immissionsgrenzwerte für Iod-131 weit zu unterschreiten. Das BAG hat bei der Abnahme die baulichen Abschirmungen der Station überprüft und festgestellt, dass die Grenzwerte präzise eingehalten werden.

Ausbildung im Strahlenschutz: Erweiterte Kursangebote

Personen, die mit ionisierender Strahlung umgehen oder Strahlenschutzaufgaben gegenüber anderen Personen wahrnehmen, müssen eine entsprechende Ausbildung nachweisen. Für die Strahlenschutzausbildung in den Bereichen Medizin, Industrie und Forschung ist das BAG die Anerkennungsbehörde. Das BAG hat im Berichtsjahr etwa 150 Anerkennungsgesuche für individuelle Ausbildungen im Strahlenschutz und 10 Gesuche für neue oder revidierte Lehrgänge geprüft. Die meisten individuellen Anerkennungs-gesuche stellen Ärztinnen und Ärzte, die ihre Ausbildung in Deutschland absolviert haben.

Die Strahlenschutzschulen und die OdASanté haben zusammen mit dem BAG einen Rahmenlehrplan für die höhere Fachprüfung «Fachexperte Operationsbereich» erarbeitet. Die vom BAG anerkannte Strahlenschutzausbildung «Sachkunde für die sachgerechte und strahlenschutzkonforme Vorbereitung von durchleuchtungs-gestützten Anlagen im Operationsbereich» konnte in die Ausbildungslandschaft integriert werden. Medizinische Praxisassistentinnen und Praxisassistenten können seit Anfang 2016 auch im Tessin die Weiterbildung «erweiterte konventionelle Aufnahmetechniken» absolvieren. Neu können Fachärzte, die konventionelle Röntgenaufnahmen durchführen, einen «Typ A» Kurs für den Erwerb des Sachverständigen in Italienisch absolvieren.

Zusammen mit der Gesellschaft Schweizer Tierärzte und der Vetsuisse-Fakultät der Universitäten Bern und Zürich hat das BAG je ein informatives Poster zum Strahlenschutz beim Röntgen von Gross- und Kleintieren publiziert. Die aufgezeigten Strahlenschutzmassnahmen informieren Tierärztinnen, Tierärzte, tiermedizinische Praxisassistentinnen und Praxisassistenten, wie sie sich optimal vor Röntgenstrahlung schützen können. Das Poster wurde an alle Tierarztpraxen, die Röntgenanlagen betreiben, und an alle Ausbildungsstellen für tiermedizinische Praxisassistentinnen und Praxisassistenten verteilt.

Forschung am CERN und am Paul Scherrer Institut

CERN: Studie zu radioaktiven Abfällen und Transporten zwischen Standorten

Die zwischen Frankreich, dem Bund und dem CERN geschlossene tripartite Vereinbarung über den Schutz vor ionisierender Strahlung und über die Sicherheit der Anlagen des CERN regelt die Zusammenarbeit zwischen dem BAG, der französischen *Autorité de Sûreté Nucléaire* (ASN) und dem CERN. Im Jahr 2016 fanden zwei tripartite Treffen, ein Besuch der ASN und des BAG sowie fünf technische Meetings statt. Zwei der wichtigsten Themen sind nachfolgend beschrieben.

Die tripartite Vereinbarung sieht vor, dass das CERN eine «Abfallstudie» erarbeitet und den Gastländern vorlegt. Bestandteile dieser Studie sind ein Inventar, eine Klassifizierung sowie Angaben zur Entsorgung der radioaktiven Abfälle, die in den Anlagen des CERN anfallen. Artikel 7 der tripartiten Vereinbarung sieht diesbezüglich vor: «Die radioaktiven Abfälle aus den Anlagen werden durch die Sitzstaaten auf den hierfür vorgesehenen Wegen in Übereinstimmung mit den jeweiligen nationalen Rechtsvorschriften entsorgt.»



Abb. 4: Lage der verschiedenen Standorte des CERN entlang des Beschleunigerkomplexes, zwischen denen die Transporte stattfinden (Quelle CERN)

Einer ersten Version dieser Studie haben Frankreich und die Schweiz 2015 zugestimmt. 2016 wurden praktische Aspekte zur Handhabung der radioaktiven Abfälle, zur Wahl der Entsorgungswege, zur uneingeschränkten Freigabe sowie zu den Einzelheiten der Endlagerung in den Gaststaaten geklärt. Damit sollen die Abfälle fair zwischen den Gaststaaten aufgeteilt und auf den bestehenden Wegen wirtschaftlich entsorgt werden.



Abb. 5: Beispiel für einen Transportbehälter für loses Material (Quelle CERN)

Jährlich führt das CERN durchschnittlich 1300 Transporte mit radioaktivem Material auf öffentlichen Strassen zwischen seinen Standorten durch. Es hat deshalb mehrere Verfahren ausgearbeitet, die die spezifischen Vorschriften für Transporte zwischen verschiedenen Standorten bzw. die Bestimmungen des Europäischen Übereinkommens über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Strasse (ADR) umsetzen und gleichzeitig die verfügbaren Ressourcen optimal einsetzen. ASN und BAG haben die meisten dieser Verfahren verabschiedet. Eine Studie zu den wenigen Transporten pro Jahr, für die besondere Vereinbarungen gelten, läuft derzeit beim CERN. Sie wird demnächst dem ASN und dem BAG vorgelegt.

Paul Scherrer Institut: bedeutende Innovationen bei Forschungsanlagen und Schutz für Personal und Umwelt

Das Paul Scherrer Institut (PSI) in Villigen AG betreibt grosse Beschleunigeranlagen, die das BAG bewilligt und beaufsichtigt. Das PSI bietet als einziges Zentrum in der Schweiz Protonen-Therapien für die Behandlung tief liegender Tumoren an. Im Moment ergänzt das PSI die bestehenden Anlagen OPTIS, Gantry 1 und Gantry 2 mit der Protonenbestrahlungsanlage Gantry 3. Die Gantry 3 wurde Ende 2015 in Betrieb genommen und seither intensiv getestet. Falls die technischen Abnahmetests erfolgreich verlaufen, werden voraussichtlich Mitte 2017 die ersten Patienten behandelt.

Zwischen Dezember 2015 und April 2016 stand der Protonen-Ringbeschleuniger für die jährlichen Revisionsarbeiten still. Da für die Mitarbeitenden des PSI und externer Firmen während dieser Zeit jeweils die dosisintensivsten Arbeiten anfallen, hat das PSI vorgängig einen detaillierten Strahlenschutzplan verfasst. Das BAG hat diesen gutgeheissen und die Anlage bzw. die ausgeführten Arbeiten während der Revision inspiziert. Die Kollektivdosis für die 133 beteiligten Personen betrug 26.3 Personen-mSv und lag damit 27 % unter dem vorgängig abgeschätzten Wert. Im Vergleich zu den Vorjahren wurde eine verhältnismässig kleine Kollektivdosis akkumuliert. Die grösste Individualdosis betrug 2.0 mSv. Während der Revision fielen gut 13,7 Tonnen Abfall an. Davon liessen sich rund 11,8 Tonnen gemäss den gesetzlichen Bestimmungen freimessen und als inaktiv entsorgen.

Aufgrund einer Forderung des BAG revidiert das PSI zurzeit das Konzept für die Konditionierung und Entsorgung seiner betriebseigenen radioaktiven Abfälle. Das BAG hat diesbezüglich Fachgespräche mit dem PSI und der Aufsichtsbehörde ENSI (Eidg. Nuklearsicherheitsinspektorat) geführt, um praktikable Lösungen für den Strahlenschutz und für die Minimierung der radioaktiven Abfälle zu finden.

Am 25. Juni 2016 haben die Sicherheitssysteme der Spallations-Neutronenquelle SINQ verhindert, dass der Strahl freigegeben wurde. Grund war der reduzierte Durchfluss bei der Kühlung des Targets, das aus bisher unbekanntem Grund beschädigt wurde. Bis Anfang November stand die SINQ Anlage deshalb still. Zu keinem Zeitpunkt ist Aktivität unkontrolliert ausgetre-

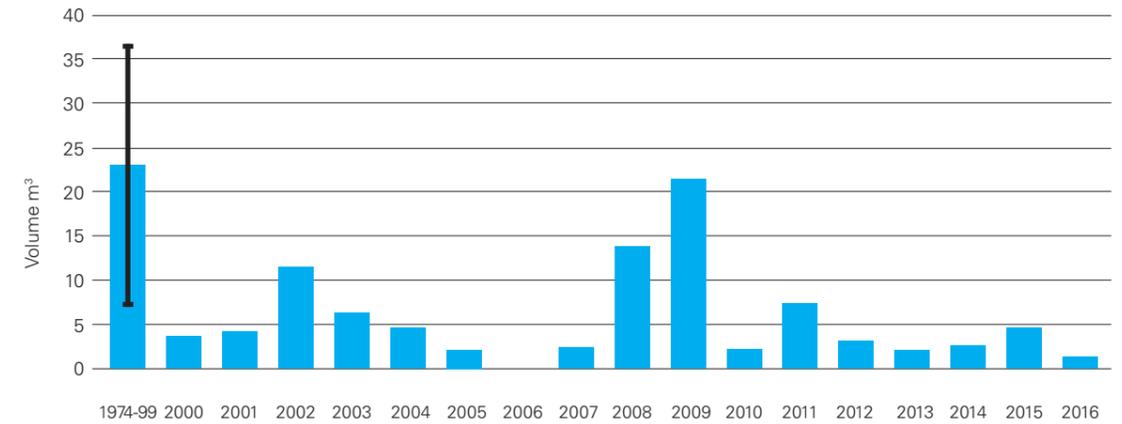


Abb. 6: Jährliches Volumen radioaktiver Abfälle bei den Sammelaktionen des Bundes (1974–1999: durchschnittlich geliefertes Volumen in Fässern pro Jahr, ab 2000 geliefertes Bruttovolumen der Abfälle)

ten, d. h. die Sicherheitssysteme der SINQ haben bestimmungsgemäss funktioniert. Das PSI war bestrebt, die Anlage möglichst rasch wieder in Betrieb zu nehmen. Deshalb wurde bereits Ende Oktober das havarierte Target ersetzt, anstatt bis zum Ende der jährlichen Revisionsarbeiten abzuwarten. Die hohe Dosisleistung innerhalb der Anlage hat dazu geführt, dass die Kollektivdosis für das Auswechseln des havarierten Targets mehr als dreimal höher ausgefallen ist als bei ähnlichen Änderungen in früheren Jahren. Obwohl es sich dabei um Routinearbeiten handelt, hat das BAG die Arbeiten aufgrund der hohen Kollektivdosis inspiziert. Die Wiederaufnahme von SINQ erfolgt mit reduzierten Betriebsparametern, um einen erneuten Schaden zu vermeiden. Vgl. auch Reportage zur SwissFEL Anlage S. 20.

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 (AG) gelagert werden. Künftig werden diese Abfälle in einem geologischen Tiefenlager endgelagert, 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

Bei der Sammelaktion für radioaktive Abfälle 2016 haben 20 Unternehmen radioaktive Abfälle mit einer Gesamtaktivität von $2,75 \times 10^{11}$ Becquerel und einem Bruttovolumen von insgesamt $1,3 \text{ m}^3$ abgegeben. In der diesjährigen Sammelaktion ist die abgelieferte H-3 Aktivität im Vergleich zu den Vorjahren sehr gering, da zwei Lieferanten aus der Industrie aufgrund von Verspätungen ihre Abfälle nicht rechtzeitig abliefern konnten. Diese werden aber dafür voraussichtlich 2017 ihre Abfälle zwei Mal abliefern. Gewisse Abfälle mit Tritium und Kohlenstoff-14 konnten mit Bewilligung des BAG in Übereinstimmung mit den gesetzlichen Bestimmungen gemäss Artikel 83 der Strahlenschutzverordnung verbrannt werden. Wenn möglich werden die radioaktiven Abfälle für eine Abklinglagerung in den Betrieben oder für eine Dekontamination freigegeben.

Die Wiederverwendung oder Rezyklierung hoch radioaktiver geschlossener Strahlenquellen (insbesondere mit Americium-241, Krypton-85, Caesium-137 oder Cobalt-60) ist eine sinnvolle Alternative zur Eliminierung als radioaktive Abfälle. Die Entsorgung oder Rezyklierung radioaktiver Quellen mit hoher Aktivität ist jedoch sehr kostspielig und beläuft sich schnell auf mehrere Zehntausend Franken. Seit Jahren fordert das BAG betroffene Betriebe deshalb dazu auf, finanzielle Rückstellungen für die Entsorgung zu tätigen. Es kommt aber immer noch häufig vor, dass die hohen Entsorgungskosten den Betrieben finanzielle Probleme bereiten. Deshalb schreibt die sich in der Revision befindende StSV künftig ausreichende finanzielle Rückstellungen bereits vor dem Kauf vor, um radioaktive Quellen entsorgen zu können.



Abb. 7: Durchfahrt zum Hochregallager mit installiertem Portalmonitor am Flughafen Zürich

Abb. 6 zeigt die Entwicklung des Volumens der vom Bund über die letzten vierzig Jahre gesammelten und ans Bundeszwischenlager (BZL) gelieferten radioaktiven Abfälle.

Illegale und unbeabsichtigte Ein- und Ausfahren und Suche nach herrenlosen Strahlenquellen

Das mobile Messportal des BAG wird seit 2015 routinemässig für Schwerepunktmessungen des LKW-Warenverkehrs eingesetzt, um herrenlose radioaktive Quellen aufzuspüren. Damit überwacht das BAG einerseits stichprobenmässig den Warenverkehr. Andererseits dienen die Messungen dazu, auf ausserordentliche Situationen vorbereitet zu sein, bei denen die Schweiz mit grösseren Mengen herrenloser radioaktiver Quellen oder kontaminierten Materialien konfrontiert würde. Solche Situationen sind in der Vergangenheit beispielsweise nach dem Reaktorunfall in Fukushima oder 2009 nach häufigen Funden von kontaminierten Stahlprodukten aufgetreten.

Im laufenden Jahr hat das BAG die Suche nach herrenlosen Strahlenquellen auf weitere relevante Bereiche ausgeweitet. Zusammen mit der Zollstelle Zürich Flughafen hat das BAG während 43 Stunden insgesamt 1800 eingeführte Gepäckstücke kontrolliert und dabei keine illegalen radioaktiven Quellen gefunden. Bei der Kehrichtverwertungsanlage (KVA) Basel hingegen, bei der das BAG während 40 Stunden 650 Abfalllieferungen kontrolliert hat, sind fünf Alarme aufgrund natürlicher radioaktiver Stoffe aufgetreten (erhöhter Gehalt an Kalium-40 in Schlacke). Ein weiterer Alarm trat bei Haushaltkehrricht auf, der leicht mit Jod-131 kontaminiert war. Dieses Radionuklid, das zur Therapie von Schilddrüsenerkrankungen eingesetzt wird, können behandelte Personen nach ihrer Entlassung aus dem Spital weiterhin in geringen Mengen ausscheiden, was in Form kontaminierter Hygieneprodukte in den Kehricht gelangen kann. Nach Bestimmung der Aktivität der Kontamination und der Gewissheit, dass es sich dabei nicht um eine illegale Abgabe handelte, hat die KVA den kontaminierten Abfall mit Zustimmung des BAG verbrannt.



Abb. 8: Messportal bei der Zufahrt der Abfall-Abloadestelle in der Kehrichtverwertungsanlage in Basel

Das BAG wird die Überwachung herrenloser Strahlenquellen in den kommenden Jahren auf weitere relevante Bereiche ausweiten und sich damit angemessen auf ausserordentliche radiologische Situationen vorbereiten.

Radiologische Ereignisse

Das BAG hat den Auftrag, die Bevölkerung vor ionisierender Strahlung zu schützen, insbesondere auch Patienten und beruflich strahlenexponiertes Personal sowie die Umwelt. 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.

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 verpflichtet, angemessen zu informieren, teilweise in Zusammenarbeit mit den betroffenen Betrieben oder Behörden.

Jedes gemeldete Ereignis erscheint in statistischer Form im Jahresbericht der Abteilung Strahlenschutz (vgl. nächstes Kapitel).

Statistik gemeldete Ereignisse 2016

2016 hat das BAG 24 Meldungen zu Ereignissen verschiedenster Ursachen erhalten. Abb. 9 gibt einen Überblick über die betroffenen Bereiche.

Acht Ereignisse traten in den Bereichen Umwelt, Betrieb und Bevölkerung auf, acht weitere entstanden mit 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. Artikel zu Radium, S. 22). Einige dieser Ereignisse sind im nachfolgenden Kapitel in Form von Kurzberichten geschildert. In drei weiteren der gemeldeten Fälle war beruflich strahlenexponiertes Personal betroffen. Es gab eine Grenzwertüberschreitung der Personendosis (vgl. auch Kapitel Strahlenexposition der Schweizer Bevölkerung, S. 36). Im Bereich Transport wurden 2016 keine Ereignisse gemeldet.

Von diesen insgesamt 19 Ereignissen wurde keines als INES 1 oder mehr eingestuft. In fünf Fällen, die meistens Quellenfunde betreffen, ist eine Meldung an die IAEO-Datenbank ITDB (*Incident & Trafficking Database*) vorgesehen.

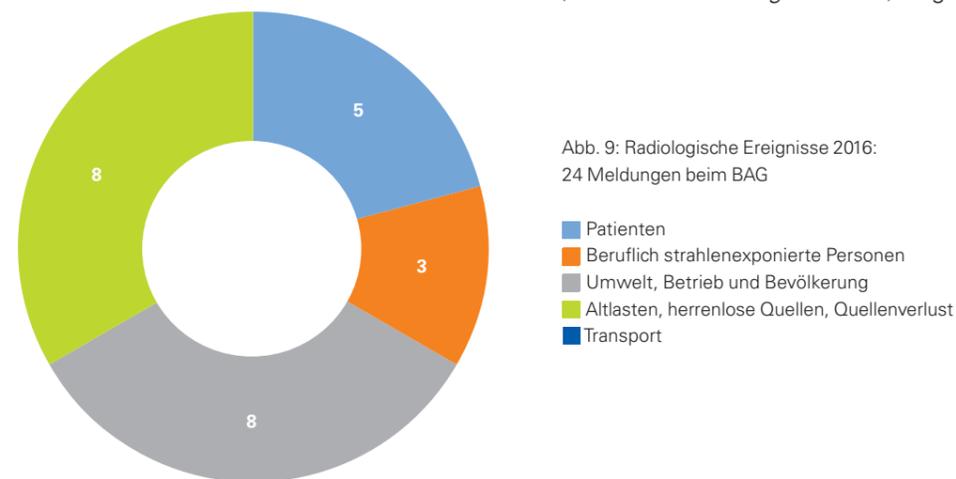


Abb. 9: Radiologische Ereignisse 2016: 24 Meldungen beim BAG

Im Bereich der Medizin gab es erneut einige Ereignisse, bei denen Patientinnen und Patienten betroffen waren, insgesamt gab es fünf Meldungen ans BAG. Ein Fall ereignete sich in der Nuklearmedizin, wo bei drei Patientinnen und Patienten ein fehlerhaftes Radiopharmazeutikum verabreicht wurde. In der Strahlentherapie fand in vier Fällen eine Fehlbestrahlung am Beschleuniger aufgrund falscher Positionierung des Patienten statt. Vier dieser Ereignisse sind auf Level 1 der provisorischen Skala INES *Medical Rating Scale* einzuordnen.

Kurzberichte zu Ereignissen von besonderem Interesse:

Funde herrenloser radioaktiver Quellen

Nebst zahlreichen Funden von radioaktiven Altlasten bei der Anlieferung von Materialien in Kehrlichtverwertungsanlagen, Deponien und Altmittel-Recyclingbetrieben (z. B. Radium-226-haltige Leuchtfarben), wurden im Berichtsjahr bei Eingangsmessungen von Betrieben auch drei radioaktive Quellen sichergestellt, die höchstwahrscheinlich aus einer bewilligten Anwendung stammen. In diesen Fällen liegt die Vermutung nahe, dass es sich um eine strafbare, illegale Entsorgung handelt.

Ende Februar 2016 wurde z. B. bei einem Altmittel-Recyclingbetrieb aufgrund der Routine-Eingangsmessung eine radioaktive Strontium-90-Quelle sichergestellt. Quellen dieser Art werden in der Industrie für die Schichtdickenmessung von Papier oder Karton verwendet. Da die Quelle in einem Bleibehälter verpackt war, kann eine Gesundheitsgefährdung von Personen, die mit der Quelle in Kontakt kamen, ausgeschlossen werden. Es muss jedoch davon ausgegangen werden, dass die Quelle illegal entsorgt wurde.

Ein weiterer Fall ereignete sich anfangs Oktober 2016: Es wurde – ebenfalls in einem Altmittel-Recyclingbetrieb – bei der Routine-Eingangsmessung eine radioaktive Kobalt-60-Quelle entdeckt. Quellen dieser Art werden in der Industrie üblicherweise zur Füllstandmessung verwendet. Die herrenlose Quelle stammt mit grosser Wahrscheinlichkeit aus dem Jahre 1979 und ist durch die Halbwertszeit von Kobalt-60 (fünf Jahre) schon stark abgeklungen. Aus diesem Grund kann eine Gesundheitsgefährdung von Personen, welche sich im Bereich der radioaktiven Quelle aufgehalten haben, ausgeschlossen werden.

Um die Verursacher zu ermitteln und gegebenenfalls zur Rechenschaft zu ziehen, wurden die zuständigen Ermittlungs- und Strafverfolgungsbehörden für weitere Abklärungen eingeschaltet.

Unbeabsichtigte Exposition eines Röntgentechnikers

Ende August wurde ein Techniker des Wartungssystems eines Spitals versehentlich exponiert, als er in einem Strahlentherapie-Bunker arbeitete. Der Zwischenfall ereignete sich, als ein anderer Techniker, der Unterhaltsarbeiten am Linearbeschleuniger (Linac) vornahm, die Funktionen von Linac testen wollte. Zu diesem Zweck schloss er die Türe des Bunkers und aktivierte dann vorübergehend die Bestrahlung. Die im Bunker arbeitende Person bemerkte das Lichtsignal, das den Betrieb des Linac anzeigt, konnte jedoch die Notausschaltung nicht betätigen, da die Strahlung nur kurz eingeschaltet war.

Die an den Techniker abgegebene Dosis war extrem gering, weshalb ein Gesundheitsrisiko ausgeschlossen werden kann. Nach diesem Vorfall wurde das betroffene Personal darauf hingewiesen, dass ein Mitarbeiter, der die Bestrahlung einschaltet, sich vergewissern muss, dass sich zum Zeitpunkt der Bestrahlung niemand im Raum befindet.



Abb. 10: Fund einer radioaktiven Kobalt-60-Quelle

Unbewilligter Export von kontaminiertem Metall nach Deutschland

Im Dezember 2015 hat eine Schweizer Firma, welche im Bereich der Abfallbewirtschaftung und Recycling von wertvollen Materialien aktiv ist, drei 200-Liter Fässer mit Restmaterialien aus der Uhrenindustrie nach Deutschland exportiert. Bei der Giesserei in Hamburg wurde bei der Eingangskontrolle der Fässer festgestellt, dass diese radioaktiv sind. Weitere Abklärungen haben ergeben, dass die Fässer mit Radium-226 kontaminiert waren. Diese Substanz wurde bis in die 1960er Jahre als Leuchtfarbe in der Uhrenindustrie verwendet. Die drei Fässer mussten durch einen zugelassenen Transporteur zurück in die Schweiz gebracht werden. Nun muss eine Triage gemacht werden, um die radiumhaltigen Teile von den restlichen Abfällen zu trennen und diese als radioaktive Abfälle an die Sammelstelle des Bundes in Würenlingen abzuliefern.

Das BAG und die SUVA empfehlen allen Firmen, die im Bereich Abfallbewirtschaftung und Recycling aktiv sind, Messungen durchzuführen und ihre Materialchargen auf Radioaktivität zu prüfen. Dies gilt insbesondere dann, wenn es sich um Materialien aus der Uhrenindustrie handelt.

Röntgenlaser SwissFEL: Innovation auch für den Strahlenschutz

Das Paul Scherrer Institut hat im Herbst dieses Jahres begonnen, den Röntgenlaser SwissFEL in Betrieb zu setzen. Sein stark pulsierendes Röntgenlicht wird es ermöglichen, chemische Reaktionen zeitabhängig zu betrachten und dadurch beispielsweise biologische Prozesse besser zu verstehen. Damit der Laser weder Forschende noch Personal oder die Bevölkerung gefährdet, hat das BAG das Projekt von Anfang an eng begleitet.

Wie scheinbar simpel Strahlenschutz sein kann, zeigt Albert Fuchs, Leiter des Betriebsstrahlenschutzes des Paul Scherrer Instituts (PSI) am Eingang zum Betontunnel, in dem der komplexe Röntgenlaser aufgebaut ist. Die Hausschlüssel des Personensicherheitssystems, die wir auf sein Geheiss aus Schlössern ziehen und in unseren Hosensäcken verstauen, verunmöglichen es, dass der Beschleuniger eingeschaltet wird, solange wir uns im Gefahrenbereich befinden. Erst wenn wir den Beschleunigertunnel verlassen haben und alle Schlüssel wieder in den Schlössern stecken, lässt sich die Anlage starten. Die Dicke dieser Türe, durch die wir nachher eintreten, macht uns bewusst, wie intensiv die Strahlung im Tunnel werden kann.

«Es geht in erster Linie darum, die Neutronen abzuschirmen, die bei Strahlverlusten entstehen», erklärt Eike Hohmann vom PSI. «Dazu eignet sich gewöhnlicher Beton hervorragend, da das in ihm enthaltene Restwasser die Neutronen sehr gut abschirmt.» Für Lorenzo Mercolli, der die Anlage seitens des BAG betreut, sind diese Neutronen aus Strahlenschutzaspekten zentral, obwohl sie eigentlich nur ein Nebenprodukt des Röntgenlasers sind: «Die Neutronen entstehen, wenn ein Teil des Elektronenstrahls auf feste Bestandteile der Anlage trifft und dort mit den Atomkernen in Wechselwirkung tritt. Sie sind aber nicht an der Erzeugung des Röntgenlichts beteiligt, das die Forschenden für ihre Experimente benötigen.»

Diese Aufgabe ist den Elektronen vorbehalten, die ein Laserstrahl zu Beginn in der sogenannten «Elektronenkanone» aus einer Metallplatte herauslöst und zu Teilchenpaketen formt. Diese werden anschliessend im schnurgeraden und annähernd 600 Meter langen Linearbeschleuniger mit Mikrowellenstrahlung bis nahezu an die Lichtgeschwindigkeit beschleunigt. Sie fliegen anschliessend durch sogenannte Undulatoren, deren starke Magnetfelder sie von ihrer geradlinigen in eine wellenförmige Bahn zwingen. Bei diesen ultraschnellen seitlichen Bewegungen erzeugen die Elektronen die gewünschte laserartige Röntgenstrahlung. Nach den Undulatoren trennt ein Magnet die Elektronen vom Röntgenlicht, das in die Laboratorien geleitet wird. Die jetzt nicht mehr benötigten Elektronen verschwinden im Untergrund der Anlage und werden in einem aus Kupfer bestehenden «beam



Abb. 11: Schlüsselgestütztes Personensicherheitssystem an einem der Tunnelleingänge

dump» gestoppt, der mit vielen Tonnen Beton abgeschirmt ist.

Der Strahlenschutz im Tunnel ist aber nicht nur auf diesen Normalbetrieb ausgelegt, sondern schliesst Zwischenfälle mit ein. Albert Fuchs vom PSI erläutert dies im Bereich der Undulatoren: «Der Worst Case würde dann auftreten, wenn wir durch irgendwelche Umstände den gesamten Elektronenstrahl verlieren, er also seine vorgesehene Bahn verlässt, auf Anlagenteile trifft und Neutronen freisetzt. Besonders kritisch für die Anlage wäre dies hier bei den Undulatoren, wo die relativistischen Elektronen einerseits ihre Maximalenergie erreicht haben, die Permanentmagnete der Undulatoren andererseits empfindlich auf Strahlenschäden reagieren und dabei degradieren.» Für Lorenzo Mercolli vom BAG sind auch andere Orte im Tunnel interessant: «Anspruchsvoll wird es vor allem dann, wenn Installations- und Lüftungsschächte oder Personenübergänge über den Linearbeschleuniger den Betonmantel schwächen.» Der Strahlenschutz bei SwissFEL geht dabei neue Wege: Um die Aussenbereiche und angrenzenden Räume zu überwachen, wird die Strahlung während des Betriebes nicht ausserhalb, sondern im Tunnel selber mit Strahlungsdetektoren gemessen. Sie lösen Alarm aus, sobald die Strahlung im Tunnel so hoch ist, dass ausserhalb des Tunnels die Grenzwerte überschritten werden. Die entsprechenden Strahlungswerte oder «Alarmschwellen» im Tunnel müssen deshalb in separaten Testmessungen bestimmt werden. Allerdings wird dies nicht bei jeder heiklen Stelle individuell durchgeführt. Lorenzo Mercolli erläutert: «Die heiklen Stellen lassen sich auf Grund ihrer baulichen Eigenschaften in verschiedene Gruppen aufteilen. Um ihre Alarmschwellen zu bestimmen, genügt es deshalb, wenn das PSI die am stärksten mit Strahlung belastete Stelle einer Gruppe innerhalb und ausserhalb des Tunnels ausmisst und sicherstellt, dass der Grenzwert ausserhalb des Tunnels eingehalten ist. Dieser Prozess wird für jede Gruppe separat durchgeführt. Dann wissen wir, dass auch bei den anderen Anlagenteilen die Abschirmung den Strahlenschutzanforderungen entspricht.»

Diese Anforderungen sind in der Strahlenschutzgesetzgebung festgehalten, die das BAG vollzieht. Grossforschungsanlagen wie zum Beispiel das PSI stellen dabei eine besondere Herausforderung dar, da sie Unikate sind, die eigene Sicherheitsberichte, Berechnungen und Messungen erfordern. Das BAG hat deshalb den Bau von SwissFEL von Anfang an begleitet.



Abb. 12: Abschirmung gegen ionisierende Strahlung im Tunnel

Für Lorenzo Mercolli war es wichtig, dass er die Anlage bereits von Anfang an kennengelernt hat und die Abschirmwirkung des Tunnels auch aus Sicht der Aufsichtsbehörde überprüfen konnte. Er zeigt Grafiken zur Abschirmwirkung des Tunnels, die das BAG und das PSI unabhängig voneinander mittels numerischer Simulationen berechnet haben. Die gefundenen Kurvenverläufe liegen zwar nicht weit auseinander, aber gerade diese Unterschiede fand Eike Hohmann besonders interessant: «Dank des Vergleichs der Resultate gab es viele gute Diskussionen über die Berechnungsgrundlagen, die wir heranziehen müssen.»

Dank der guten Zusammenarbeit zwischen dem PSI und der Abteilung Strahlenschutz des BAG konnte die Anlage in Betrieb gehen und gefährdet weder Umwelt, Bevölkerung noch Forschende. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler werden dank dem Röntgenlaser erstmalig die zeitlichen Abläufe chemischer Reaktionen erfassen können – und dann voraussichtlich besser verstehen, wie beispielsweise die Photosynthese der Pflanzen, die unser Leben auf dem Planeten erst möglich macht, wirklich funktioniert.

Aktionsplan Radium 2015–2019

Mit dem Aktionsplan Radium 2015-2019 soll das Problem der radiologischen Altlasten gelöst werden, die durch die Verwendung von Radium-Leuchtfarbe in der Uhrenindustrie bis in die 1960er-Jahre vorwiegend im Jurabogen bestehen. An seiner Sitzung vom 21. Dezember 2016 hat der Bundesrat einen Zwischenbericht zum Fortschritt der Massnahmen, die nachfolgend beschrieben sind, zur Kenntnis genommen.

Historische Nachforschungen

Die Nachforschung nach potenziell kontaminierten Gebäuden ist noch im Gange und wird mit der Veröffentlichung eines Berichts im Herbst 2017 abgeschlossen. Rund ein Drittel dieser Liegenschaften wurde bereits untersucht: Es bestätigte sich, dass diese hauptsächlich in den Kantonen Neuenburg, Bern und Solothurn stehen.

Radiumdiagnostik

Die verwendete Methode besteht darin, die Dosisleistung mit einem Raster von 1 Meter mal 1 Meter auf der gesamten Fläche des betreffenden Gebäudes in einer Höhe von 10 cm und 1 Meter zu messen. Falls die Dosisleistung an keinem Punkt 100 nSv/h überschreitet, gelten die Räumlichkeiten als radiumfrei. Im gegenteiligen Fall wird die Strahlenexposition der Bewohner mit einem Modell anhand der gemessenen Werte berechnet. Falls die Jahresdosis 1 mSv überschreitet, ist eine Sanierung vorzunehmen.

		Durchgeführte Diagnosen	Fälle ohne Sanierungsbedarf	Sanierungsfälle	Sanierung abgeschlossen (oder laufend)
Total	Anzahl Gebäude	200	159	41	25
	Details	1051 Wohnungen	1017 Wohnungen	34 Wohnungen 21 Gärten	21 Wohnungen 15 Gärten
Biel	Anzahl Gebäude	64	49	15	10
	Details	361 Wohnungen	347 Wohnungen	14 Wohnungen 7 Gärten	10 Wohnungen 6 Gärten
La Chaux-de-Fonds	Anzahl Gebäude	61	49	12	9
	Details	406 Wohnungen	394 Wohnungen	12 Wohnungen 5 Gärten	9 Wohnungen 3 Gärten
Andere Gemeinden*	Anzahl Gebäude	75	61	14	6
	Details	284 Wohnungen	276 Wohnungen	8 Wohnungen 9 Gärten	2 Wohnungen 6 Gärten

Abb. 13: Stand des Aktionsplans am 31.12.2016

*Andere Gemeinden: Aedermannsdorf (SO), Arogno (TI), Bern (BE), Biberist (SO), Carouge (GE), Corcelles (NE), Cortébert (BE), Courgenay (JU), Delémont (JU), Fleurier (NE), Genève (GE), Grenchen (SO), Hasle b. Burgdorf (BE), Holderbank (SO), Kräiligen (BE), Küsnacht (ZH), Langendorf (SO), Le Locle (NE), Le Sentier (VD), Lengnau bei Biel (BE), Les Pommerats (JU), Locarno (TI), Loveresse (BE), Lyss (BE), Neuchâtel (NE), Nidau (BE), Olten (SO), Orpund (BE), Porrentruy (JU), Reconviiler (BE), Solothurn (SO), Tavannes (BE), Tramelan (BE), Ziefen (BL), Zuchwil (SO)

Bei Flächen im Freien, namentlich Gärten, messen die Spezialisten mit einem Raster von 1 Meter mal 1 Meter die Ortsdosisleistung in einem Meter Abstand über dem Boden. Falls diese an einem Ort über 100 nSv/h beträgt, wird eine Bodenprobe genommen und im Labor mit Spektrometrie analysiert. Eine Sanierung ist erforderlich, wenn die Radiumkonzentration im Boden über 1000 Bq/kg liegt.

Bisher haben in 200 Objekten (Gebäude und angrenzende Gärten) Messungen stattgefunden. Bei 41 davon lag eine Radiumkontamination vor, die eine Sanierung erfordert, um die im Aktionsplan festgelegten Werte zum Schutz der Bevölkerung einhalten zu können.

Radiumsanierungen

Das Sanierungskonzept beinhaltet die Planung, die Beseitigung der Kontamination, die Wiederherstellung, die Schlusskontrolle und die Entsorgung der Abfälle. Das Ziel der Sanierung besteht darin, die jährliche effektive Dosis der Bewohner auf 1 mSv zu beschränken. Es wird jedoch versucht, die Kontaminationen so stark wie möglich zu verringern und an jedem Punkt 10 cm über dem Boden eine Umgebungs-Äquivalentdosisleistung von weniger als 100 nSv/h zu erreichen.

Da die Einzelheiten der Sanierung objektabhängig sind, ist eine allgemeine Beschreibung nicht möglich. Am häufigsten werden jedoch folgende Massnahmen durchgeführt: Entfernung kontaminierter Materialien (Teppiche, Radiatoren usw.); Entfernung von Bodenbelägen und früheren Isolationen (Fussboden, Parkett, Schlacke), Abschleifen von Belägen (Farbanstriche, Fensterbretter) oder Entfernung von Erde (Gärten, Rasen usw.). Die Durchführung dieser Arbeiten ist anspruchsvoll, denn der Umfang der Massnahmen ist so zu optimieren, dass die künftige Wohnbarkeit des Standorts gewährleistet wird, gleichzeitig aber die finanziellen Aufwendungen und die Umstände für die Bewohner akzeptabel sind.

Schwach mit Radium kontaminierte Abfälle werden vorübergehend zwischengelagert und dann sortiert. Abfälle mit einer Aktivität unterhalb der Freigrenze (LE) werden als konventionelle Abfälle behandelt. Inerte Materialien mit einer spezifischen Aktivität von höchstens der tausendfachen Freigrenze (LE) werden nach

Artikel 82 StSV in Deponien gelagert, diejenigen mit einer Aktivität über diesem Wert werden der Kategorie der radioaktiven Abfälle zugeführt. Brennbare radioaktive Abfälle mit einer Aktivität von höchstens der tausendfachen Bewilligungsgrenze (LA) werden mit Zustimmung der Bewilligungsbehörde nach Artikel 83 StSV einer Abfallverbrennungsanlage zugeführt. Falls ihre Aktivität höher ist, werden sie der Kategorie der radioaktiven Abfälle zugeordnet.

Von den bisher notwendigen 41 Sanierungen wurden 25 bereits abgeschlossen oder in Angriff genommen. Diese Arbeiten werden 2017 fortgesetzt.

Überwachung von Deponien und anderen kontaminierten Standorten

Bei Deponien, die vor 1970 in Betrieb waren, und anderen Standorten, die als potenziell mit Radium kontaminiert identifiziert wurden, hat das BAG für eine sachgerechte radiologische Überwachung und eine Begleitung zu sorgen, insbesondere wenn der Standort saniert oder wiederhergestellt werden muss. Dieser Teil des Aktionsplans wird in enger Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Umwelt sowie den von diesen Standorten betroffenen Gemeinden und Kantonen umgesetzt.

Die mehr als 800 Standorte, die vor 1970 in Betrieb waren, hat man priorisiert. Hierzu ist anzumerken, dass das gesundheitliche Risiko im Zusammenhang mit Radium sehr gering ist, sofern die ehemaligen Deponien geschlossen und die potenziell kontaminierten Abfälle nicht zugänglich sind. Bei 44 Deponien, die möglicherweise gemäss der Verordnung über die Sanierung von belasteten Standorten konventionell zu sanieren sind, wird abgeklärt, ob eine Radiumüberwachung erforderlich ist. Die entsprechenden Abklärungen werden 2017 durchgeführt.

Information der Öffentlichkeit über den Aktionsplan

Ein Lenkungsausschuss und eine Begleitgruppe stellen einen ständigen Informationsaustausch zwischen allen Akteuren des Aktionsplans sicher. Zusätzlich wird die Öffentlichkeit auf der Website des BAG laufend zum Stand des Projekts informiert (www.bag.admin.ch). Der Stand vom 31.12.2016 ist in Abb. 13 dargestellt.

Aktionsplan Radon 2012–2020

Radon ist nach dem Rauchen die zweithäufigste Ursache für Lungenkrebs. In der Schweiz sind rund 10 % der Fälle von Lungenkrebs auf dieses radioaktive Gas zurückzuführen, das aus der Erde austritt und in Gebäude eindringen kann. Der Aktionsplan Radon 2012–2020 hat zum Ziel, die neuen internationalen Empfehlungen in die schweizerische Strategie zum Schutz vor Radon einzubeziehen und so die Zahl der Lungenkrebsfälle, die auf Radon in Gebäuden zurückzuführen sind, zu verringern. Weil der Aktionsplan 2016 die Halbzeit erreicht hat, folgt in diesem Kapitel ein ausführlicher Überblick zum Stand der sieben vorgesehenen Massnahmen sowie zu den nächsten Schritten.

1. Revision der gesetzlichen Bestimmungen

Aufgrund der Neueinschätzung des Radonrisikos empfiehlt die Weltgesundheitsorganisation (WHO) seit 2009, den Referenzwert von 300 Bq/m^3 in Innenräumen nicht zu überschreiten. An diesem Wert orientieren sich nun auch die Internationale Atomenergie-Organisation (IAEO) und die Internationale Strahlenschutzkommission (ICRP). Im Rahmen der laufenden Revision der Strahlenschutzverordnung (StSV) soll der Grenzwert von 1000 Bq/m^3 für Räume, in denen sich Personen regelmässig während mehrerer Stunden täglich aufhalten, durch einen Referenzwert von 300 Bq/m^3 ersetzt werden. Für die berufliche Strahlenexposition soll der Grenzwert von 3000 Bq/m^3 durch einen Schwellenwert von 1000 Bq/m^3 ersetzt werden.

Im Rahmen des Vernehmlassungsverfahrens zur revidierten StSV, das von Oktober 2015 bis Februar 2016 dauerte, gab es zahlreiche Stellungnahmen zum Thema Radon, insbesondere von den Kantonen, die ihr Engagement bei der Durchführung der Kontrollen reduzieren wollten. Die festgestellten Divergenzen gaben den Anstoss zu Diskussionen mit den wichtigsten beteiligten Akteuren, insbesondere mit Vertretungen der Kantone, mit der Suva, dem Hauseigentümerverband und dem Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport, woraufhin angepasste Lösungen gefunden werden konnten. Insbesondere die Sanierungsbestimmungen im Privatbereich wurden daraufhin

gelockert. Die Kantone «können» demnach eine Sanierung je nach Dringlichkeit im Einzelfall anordnen, sind aber nicht dazu verpflichtet.

Die zweite Ämterkonsultation wurde Ende 2016 eröffnet. Nach Abschluss dieses Verfahrens plant das BAG 2017, in Zusammenarbeit mit den wichtigsten Beteiligten, eine Wegleitung zur Umsetzung des Radonkapitels der StSV auszuarbeiten. Darin sollen insbesondere Kriterien zur Einschätzung der Dringlichkeit einer Sanierung festgelegt werden.

Revision der Verordnungen im Strahlenschutz: Verbesserter Schutz für Bevölkerung und Umwelt

Die Verordnungen im Strahlenschutz werden an die neuen internationalen Richtlinien angepasst. Damit sollen das hohe Schutzniveau für die Bevölkerung und Umwelt beibehalten und risikobasierte Regelungen eingeführt werden, die alle Expositionssituationen mit ionisierender Strahlung abdecken, sowohl mit künstlicher als auch mit natürlicher. Das Eidgenössische Departement des Innern EDI eröffnete am 14. Oktober 2015 das Anhörungsverfahren, das bis zum 15. Februar 2016 dauerte. Die Inkraftsetzung ist für den 1. Januar 2018 geplant. Weiterführende Informationen: www.strahlenschutzrecht.ch

2. Verbesserung der Kenntnisse über die Radonexposition

Mit der Einführung des neuen Referenzwerts wird Radon zu einem Problem der öffentlichen Gesundheit, das sich nicht mehr auf einige Risikoregionen beschränkt, sondern die gesamte Schweiz betrifft. Die Messkampagnen sind deshalb insbesondere in Schulen und Kindergärten auszuweiten, ebenso in öffentlichen Räumlichkeiten, in denen sich Personen während längerer Zeit aufhalten (Spitäler, Gemeinschaftsunterkünfte). Bisher wurden ca. 200'000 Messungen in etwa 150'000 Gebäuden durchgeführt. Zwischen 2012 und 2016 ist die Abdeckrate durch Messungen in den Grossstädten (Zürich, Genf, Basel, Bern) insgesamt von 0,5 % auf 3 % gestiegen, in den Schulen und Kindergärten von 3,5 % auf 13 %, in Verwaltungsgebäuden von 1 % auf 2,5 % und in Neubauten von 3,5 % auf 20 %. Diese Bemühungen müssen in den nächsten Jahren weitergeführt werden. Die revidierte StSV sieht vor, in Schulen und Kindergärten systematisch Radonmessungen durchzuführen.

Für die kartografische Auswertung ist es zentral, zuverlässige Messwerte in ausreichender Zahl zu sammeln. Die aktuelle Radonkarte, die auf einer Einteilung nach Gemeinden und auf dem Konzept der Risikoregionen basiert, muss an die neue Strategie angepasst werden. Das BAG hat deshalb das Institut für angewandte Radiophysik in Lausanne (IRA) beauftragt, eine neue Kartierungsmethode für das Radonrisiko zu entwickeln. Diese Karte beruht auf der Methode der 100 nächstgelegenen Nachbarn und gibt aufgrund der bisherigen Messungen die Wahrscheinlichkeit an, dass der künftige Referenzwert von 300 Bq/m^3 überschritten wird (Abb. 15). Es wurde ein Vertrauensindex entwickelt, der auf der durchschnittlichen Distanz zu den 100 nächstgelegenen Nachbarn beruht. Der Anwender kann die Wahrscheinlichkeit und den Vertrauensindex bestimmen, indem er auf einen beliebigen Punkt der Karte klickt. Dieses Instrument wird ab 2018 die aktuelle Karte ersetzen.



Abb. 14: Beispiel einer Leitung für die Radonabsaugung

3. Förderung des Radonschutzes im Bausektor

Wenn die erlaubten Höchstwerte für Innenräume gesenkt werden, braucht es strengere Vorsorgemassnahmen zum Schutz vor Radon, die bereits bei der Planung eines Gebäudes einsetzen. Die Messungen in Neubauten wurden intensiviert, die Abdeckung ist von 3,5 % im Jahr 2012 auf 20 % im Jahr 2016 gewachsen. Die Radonproblematik wurde in der revidierten Version der 2014 veröffentlichten Norm SIA 180 «Wärmeschutz, Feuchteschutz und Innenraumklima in Gebäuden» berücksichtigt. Der Schutz vor Radon gehört somit in der Baubranche künftig zum Stand der Technik. Informationen zuhanden der Bauherrschaften im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens, wie dies aufgrund der Revision der StSV vorgesehen ist, werden in Zusammenarbeit mit den Kantonen ausgearbeitet. Aktualisierte Empfehlungen zu den Baumeethoden werden gleichzeitig publiziert.

4. Erarbeitung einer effizienten Sanierungsstrategie

Die Reduktion der gesetzlich zulässigen Radonwerte bedingt eine intensivere Sanierungsstrategie. Mit dem Übergang von 1000 Bq/m^3 auf 300 Bq/m^3 wird sich die Zahl der zu bewilligenden Sanierungen verfünffachen. Für die Gutachten der Radonfachpersonen wurden Kriterien festgelegt. Ausserdem existiert neu ein zentrales Archiv mit den Dossiers der bisher durchgeführten Sanierungen, um diese auswerten zu können. Zusätzlich wird 2017 die in Zusammenarbeit mit der Fachhochschule Basel vorgenommene Aktualisierung des Handbuchs für Sanierungen abgeschlossen.

Die Koppelung des nationalen Radonprogramms mit dem Förderprogramm für energetische Gebäude-Erneuerung (Gebäudeprogramm 2010–2020), das 10'000 bis 30'000 Häuser pro Jahr betrifft, ist ein weiterer zentraler Aspekt. So soll vermieden werden, dass energetische Sanierungen eine massive Zunahme der Radonkonzentration in Wohnräumen nach sich ziehen, was ohne spezifische Vorsichtsmassnahmen durchaus der Fall sein könnte. Die Radonproblematik wurde deshalb ins Informationsmaterial zum «Gebäudeprogramm» aufgenommen. An den Fachhochschulen Fribourg, Luzern und Tessin laufen Studien zu den Auswirkungen der energetischen Gebäudesanierungen auf die Radonkonzentration. Die Ergebnisse dieser Studien sollen analysiert und zusammengestellt werden. Zudem hat das BAG eine Messkampagne in Liegenschaften mit «Minergie-ECO»-Standard durchgeführt. Diese hat ergeben, dass der Schwellenwert von 100 Bq/m³ in den meisten Fällen eingehalten wird.

5. Einbezug der Radonproblematik in die Ausbildung von Baufachleuten

Die Berücksichtigung der Radonproblematik gehört bei der Ausbildung von Baufachleuten zu den prioritären Massnahmen, wenn der Radon-schutz und die Sanierungsmethoden langfristig wirksam in die Praxis umgesetzt werden sollen. An drei Fachhochschulen gibt es neu regionale Kompetenzzentren (Tessin, Basel, Fribourg), deren Hauptaufgabe darin besteht, die Ausbildung der Baufachleute zu koordinieren. Mehr als 200 Radonfachpersonen, die in einem Verzeichnis aufgeführt sind (www.ch-radon.ch), wurden an diesen drei regionalen Kompetenzzentren sowie an der *Università della Svizzera italiana* und der ETH Lausanne (EPFL) aus- und weitergebildet.

Das BAG hat 2015 zwei Informationstagungen organisiert, deren Ziel es war, die Radonproblematik langfristig in den Ausbildungsgängen der Berufsbildung und der höheren Bildung für Bauberufe zu verankern. Dieses Vorhaben wird in Zusammenarbeit mit dem Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation (SBFI) durchgeführt. Vertreterinnen und Vertreter von 18 Berufsverbänden, die 68 Ausbildungen vertreten, sowie Dozierende für Tiefbau und Architektur von 2 Hochschulen und 11 Fachhochschulen haben an diesen Tagungen teilgenommen.

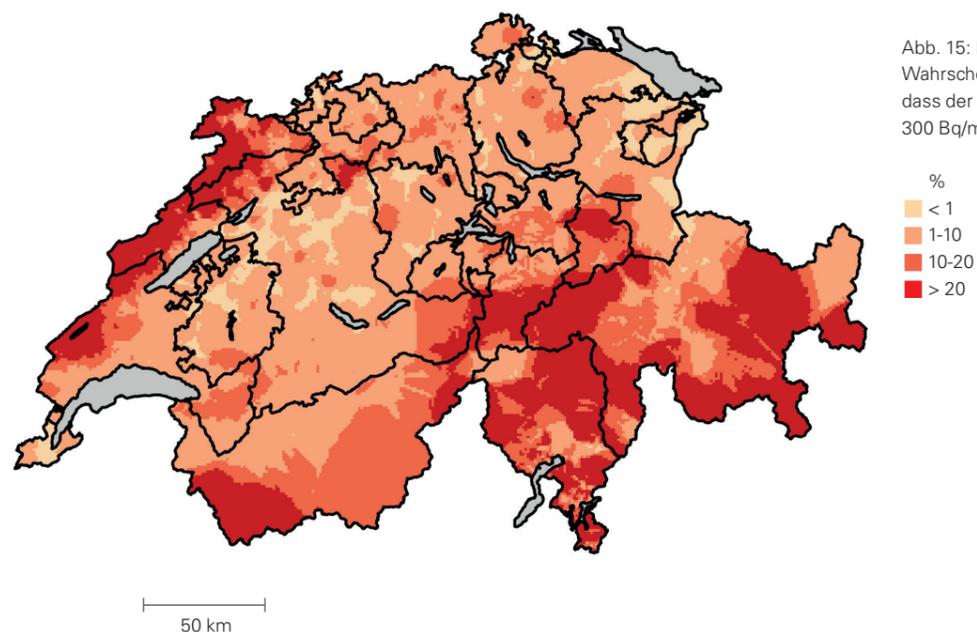


Abb. 15: Karte mit Angaben zur Wahrscheinlichkeit in Prozent, dass der Referenzwert von 300 Bq/m³ überschritten wird

%
 < 1
 1-10
 10-20
 > 20

Die daraufhin gebildete Arbeitsgruppe hat sich 2016 zweimal getroffen. Anschliessend wurde das Ausbildungskonzept Ende 2016 den Kantonen vorgelegt. Das Thema Radon wurde bereits in verschiedene Lehrgänge integriert. Die BAG-Dokumentation wird von allen Seiten gutgeheissen. Als Ergänzungen zu den bestehenden Lehrmitteln wünschen sich die Ausbildungsverantwortlichen weitere Instrumente zur Vermittlung des Themas Radon, wie bspw. ein virtuelles 3D-Haus analog zum Suva-Asbesthaus oder eine Radon-App. Die Entwicklung dieser Instrumente soll 2017 in Zusammenarbeit mit interessierten Fachhochschulen vorangetrieben werden. Ausserdem ist 2017 eine weitere Tagung mit allen Ausbildungsverantwortlichen, OdAs (Organisation der Arbeitswelt) und Universitäten/Fachhochschulen geplant.

6. Sensibilisierung der Bevölkerung

Eine in der Schweiz 2008 durchgeführte Umfrage hat gezeigt, dass die Öffentlichkeit noch nicht genügend für die Radonproblematik sensibilisiert ist, insbesondere in Regionen, in denen das Risiko als gering oder mittel eingestuft wird. Mit der Neueinschätzung des Radonrisikos hat sich aus einem lokalen Risiko eine landesweit anerkannte Problematik entwickelt. Die Seite über Radon auf der Website des BAG (www.ch-radon.ch) wurde deshalb erweitert und wird laufend aktualisiert. Sie informiert detailliert über das Radonrisiko und die Messmöglichkeiten sowie über die Durchführung von Gebäudesanierungen. Das BAG betreibt ausserdem eine Fach- und Informationsstelle Radon, die Interessierten erste Informationen gibt. Zwei grenzüberschreitende Projekte – eines in den Alpen (DACHII), das andere im Jura (JURAD-BAT) – sollen die Kommunikation auf regionaler Ebene verbessern. Als nächster Schritt wird eine aktive Kommunikation beim Inkrafttreten der revidierten StSV angestrebt, insbesondere hinsichtlich der wichtigsten Akteure im Immobilienbereich (Notariate, Eigentümer, Mieter usw.).

7. Entwicklung von Messinstrumenten und -methoden

Die Senkung der gesetzlichen Werte bedingt die Entwicklung neuer Instrumente, die Stärkung der Kompetenzen zur Radonmessung und die Gewinnung von Kenntnissen über die Faktoren, die einen Einfluss auf die Radonbelastung haben.

Die Daten zu den Radonmessungen in Gebäuden werden in der zentralen Radondatenbank gespeichert. Diese Datenbank existiert seit 2006, sie wurde aber im Dezember 2016 aus technischen Gründen deaktiviert. Die bisher von den Kantonen und anerkannten Messstellen registrierten Daten werden Anfang 2017 in ein neues System überführt, das in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Informatik (BIT) entwickelt wurde.

Neue standardisierte Messprotokolle werden derzeit im Rahmen einer Arbeitsgruppe unter der Federführung des Bundesamts für Metrologie (METAS) entwickelt. 2016 wurden den Kantonen und Messstellen die erarbeiteten Versionen der Messprotokolle für Wohnräume sowie für Schulen und Kindergärten für Testzwecke zur Verfügung gestellt. Im Laufe des Jahres 2017 wird die vom METAS geleitete Arbeitsgruppe ein Messprotokoll für Arbeitsplätze entwickeln.

Ab dem Inkrafttreten der revidierten StSV werden die Messstellen für eine Messkompetenz anerkannt und müssen sich an die entsprechenden Protokolle halten, die Bestandteil ihres Akkreditierungsentscheids sein werden. Ebenfalls im Bestreben um eine Verbesserung der Qualität der Radonmessungen organisiert das BAG alle zwei Jahre Vergleichsmessungen in Zusammenarbeit mit dem Paul Scherrer Institut.

Die auf Umweltengineering spezialisierte Firma ECONS entwickelt im Auftrag des BAG eine rasche Schätzmethode für das Radonrisiko in Wohnräumen, mit der sich langfristige Messungen umgehen lassen. Die Testmessungen im Tessin wurden bereits 2015 abgeschlossen. 2016 konnten vier weitere Kurzzeitmessungen im Jura und in der Nordwestschweiz durchgeführt werden. Damit ist auch die Deutschschweiz gut abgedeckt. Es werden wahrscheinlich noch einzelne Tests im Mittelland folgen, aber der Grossteil der Messungen 2017 betrifft die Westschweiz. Damit sollte das Projekt zur Erarbeitung eines Protokolls für Kurzzeitmessungen nächstes Jahr abgeschlossen werden können.

Die Analyse der Expositionsparameter wie der Gleichgewichtsfaktor zwischen Radon und seinen Zerfallsprodukten und die Beschreibung der Aerosole wird zurzeit noch nicht durchgeführt.

Überwachung der Umwelt

In diesem Kapitel werden die wichtigsten Ergebnisse der vom BAG 2016 geführten Überwachung der Umwelt vorgestellt. Abgesehen von einigen konfiszierten Wildschweinen im Tessin wurden keine Überschreitungen der gesetzlichen Grenzwerte festgestellt. Im Rahmen des Projekts URAnet erneuert das BAG gegenwärtig das Messnetz zur automatischen Überwachung der Luft, nachdem das Netz bereits 2015 auf die Überwachung von Wasser ausgedehnt worden ist. 2016 hat das BAG acht neue Messstationen zur Überwachung der Luft in Betrieb genommen. Zudem hat das BAG, wie im Aktionsplan Radium vorgesehen, sein Programm zur Überwachung von Altdeponien, die möglicherweise mit Radium-226 aus der Uhrenindustrie kontaminiert sind, lanciert.

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. Der Bereich des Messnetzes zur Überwachung des Wassers (URAnet aqua) umfasst fünf in der Aare und im Rhein installierte Messsonden und ist seit 2015 in Betrieb. Im Bereich von URAnet, das der Überwachung der Luft dient (URAnet aero), hat mit der Inbetriebnahme von acht neuen Messstationen (Liebefeld, Bözberg, Neuenhof, Freiburg, Basel, CERN, PSI und Bellinzona) im Berichtsjahr die Ablösung der alten RADAIR-Sonden eingesetzt. Dadurch wird eine substantielle Verbesserung der Überwachung erreicht, da die neuen Stationen die in Aerosolen vorhandenen Radionuklide (Gammastrahler) nachweisen und individuell quantifizieren können. Die alten RADAIR-Stationen konnten nur die Gesamtaktivität der α - und β -Strahler messen. Die Nachweisgrenze für Caesium-137 liegt zwischen 1 und 2,5 mBq/m³ bei einer Messung über 12 Stunden. Die sieben noch ausstehenden Stationen des Netzes URAnet aero werden 2017 geliefert. Das neue Messnetz sollte also zu Beginn des Jahres 2018 vollumfänglich in Betrieb sein.

Wichtigste Ergebnisse der Überwachung 2016

Die Messergebnisse aus der Umweltüberwachung 2016 zeigen, dass die natürliche Radioaktivität in der Schweiz überwiegt. Allerdings bestehen, hauptsächlich aufgrund der Geologie, regionale Abweichungen. Obwohl die Konzentrationen von Cäsium-137 aus dem Niederschlag atmosphärischer Kernwaffentests und vom Unfall in Tschernobyl seit 1986 stetig abnehmen, werden in bestimmten Nahrungsmitteln (z. B. einheimische oder eingeführte Wildpilze, Honig oder Heidelbeeren) noch immer erhöhte Werte gemessen. Erneut wurden auch 2016 im Fleisch von Tessiner Wildschweinen Grenzwertüberschreitungen festgestellt. Der Grenzwert für Cäsium-137 ist in der Fremd- und Inhaltsstoffverordnung (FIV) bei 1250 Bq/kg festgelegt. Davon abgesehen wurden 2016 keine weiteren Überschreitungen der Toleranz- oder Grenzwerte bei den geprüften Lebensmitteln beobachtet. Im Rahmen der Überwachung der Kernkraftwerke und der Forschungszentren (PSI, CERN) liessen sich mit den 2016 durchgeführten Messungen Spuren von Luftemissionen nachweisen.

Feststellbar waren namentlich erhöhte Kohlenstoff-14-Werte in Blättern in der Umgebung der Kernkraftwerke oder erhöhte Konzentrationen von Isotopen mit kurzer Halbwertszeit (Natrium-24, Iod-131), die in den Beschleunigern der Forschungszentren produziert werden. In den Flüssen zeigten sich gelegentlich Spuren flüssi-

ger Abgaben im Wasser und in den Sedimenten, insbesondere Cobalt-Isotope flussabwärts des Kernkraftwerks Mühleberg. Die Messungen ergaben auch leicht erhöhte Tritium-Konzentrationen (maximale Aktivität von 11 Bq/l) in der Aare nach der Revision des Kernkraftwerks Gösgen. Bei Weil am Rhein betragen die monatlichen Tritium-Konzentrationen im Rhein unter 3–4 Bq/l. Die Abgaben dieser künstlichen 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, insbesondere in Niedersachsen. In den Niederschlägen, die im Monat August in der Umgebung der Firma mb microtec untersucht wurden, erreichten die Konzentrationen einen Wert von 1990 Bq/l, was rund 17 % des Immissionsgrenzwerts für Tritium in den öffentlich zugänglichen Gewässern entspricht. Ursache dieser erhöhten Werte war eine erhebliche Tritium-Abgabe an die Atmosphäre durch mb microtec. Das widerspiegelte sich auch in den Konzentrationen, die der Kanton Bern Ende desselben Monats bei Lebensmitteln aus der Umgebung dieses Unternehmens gemessen hat: Bei einem Salat erreichten die Werte 212 Bq/l. Der in der FIV für Tritium in Lebensmitteln bei 1000 Bq/kg festgelegte Toleranzwert wurde jedoch nicht überschritten. Diese Lebensmittel gefährden also die Gesundheit von Konsumentinnen und Konsumenten nicht.

Im Rahmen des Aktionsplans Radium durchgeführte Messungen

Gemäss dem Aktionsplan Radium 2015–2019 muss bei Deponien, die mit Radium-226 kontaminierte Abfälle enthalten könnten, eine Überwachung der Radioaktivität stattfinden. So soll der Schutz des Personals und der Umwelt vor einer Verbreitung der Kontaminationen sichergestellt werden. Das BAG hat entschieden, prioritär Altdeponien zu überwachen, bei denen aufgrund des Vorkommens auch noch weiterer Schadstoffe eine Sanierung erforderlich ist. Die ersten Analysen begannen 2016 im Rahmen von Vorabklärungen zur Sanierung mehrerer Altdeponien, namentlich in La Chaux-de-Fonds.

2015 war Radium-226 künstlichen Ursprungs im Grundwasser unter der Altdeponie Marais de Mâche (Biel), auf der gegenwärtig Schrebergärten stehen, nachgewiesen worden. Das BAG hat daraufhin 2016 ergänzende Messungen durch In-situ-Spektrometrie und mit Radium-226-Analysen in Gemüseproben, die vor Ort gesammelt wurden, vorgenommen. Die Ergebnisse zeigen ein sehr geringes Gesundheitsrisiko für die Benutzer der Schrebergärten im Zusammenhang mit möglicherweise im Boden vorhandenem Radium-226.

Die vollständigen Ergebnisse werden jedes Jahr im «Jahresbericht Umweltradioaktivität und Strahlendosen» sowie auf der Internetplattform «Radenviro» des BAG (www.radenviro.ch) veröffentlicht.

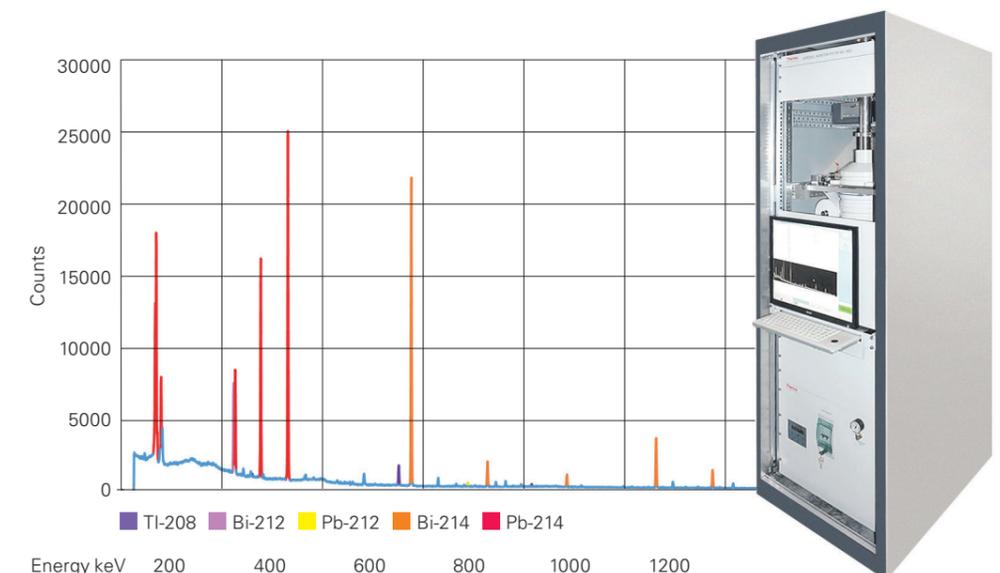


Abb. 16: Aerosol-Überwachungsstation von URAnet aero, mit der durch Gammasspektrometrie die Konzentrationen von Radionukliden in Aerosolen bestimmt werden, im Hintergrund ein gemessenes Spektrum

Schallgrenzwerte fordern die Veranstalter

Auch wenn uns die Musik gefällt: Unsere Ohren sind an Konzerten oft zu stark mit Schall belastet. Damit keine Gehörschäden entstehen, gibt es die Schallgrenzwerte der Schall- und Laserverordnung. Diese Grenzwerte stellen auf Grund ihrer Berechnung für Veranstalter eine besondere Herausforderung dar. Das zeigte ein Augenschein von zwei Mitarbeitenden der Abteilung Strahlenschutz, die die Berner Kantonspolizei bei einer nächtlichen Kontrolle begleitet haben.

Die Liste ist trotz des langen Abends, der uns bevorsteht, ziemlich kurz. Nur drei Veranstaltungen werden wir kontrollieren können. Rolf Schlup, Leiter der Fachstelle Lärmakustik und Lasertechnik der Berner Kantonspolizei, bedauert dies: «Wir müssen bei jedem Konzert oder jeder Veranstaltung während einer ganzen Stunde messen. So will es die Schall- und Laserverordnung. Oft ist aber bereits nach relativ kurzer Zeit klar, dass ein Veranstalter den Grenzwert nicht einhalten kann und wir ein Verfahren eröffnen müssen. Bestünde die Anforderung an die Messzeit nicht, könnten wir in einer Nacht problemlos weitere Veranstaltungen kontrollieren.»



Abb. 17: Rolf Schlup mit Schultermikrofon

Patrick Schmid, sein Kollege, kalibriert währenddessen das Messgerät, um bei Bedarf rechtlich hieb- und stichfeste Messungen vorweisen zu können: «Bei strafrechtlichen Massnahmen sind Fakten wichtig.» Das Messgerät kommt in eine kleine Tasche, die Patrick Schmid dann unauffällig um die Schulter tragen wird. Nur am knopfgrossen Mikrofon auf seiner Schulter ist er als Vollzugsbeamter identifizierbar. Um neun Uhr geht es auf die Gasse. Die beiden Polizisten freuen sich, sie mögen die Konzerte, sie suchen mit den Veranstaltern oder den «Giele», wie sie sie nennen, gerne nach dem besseren Sound, oder der Qualität vor der Laustärke, wie sie es nennen. Die beiden sehen sich denn nicht als Verhinderer, sondern als Verbesserer, die das Gesetz hüten.

Rolf Schlup und Patrick Schmid sind alte Hasen in ihrem Metier. Sie gehören zum Team, das im Kanton Bern die Schall- und Laserverordnung vollzieht. Die SLV, wie sie in der Branche kurz genannt wird, setzt bei Veranstaltungen einen akustischen Deckel von 93, 96 oder 100 Dezibel. Diese Dezibel sind ein Mass für die Schallenergie, die, falls sie zu hoch ist, das Gehör schädigen kann. Ist es gesund, erträgt es pro Woche etwa 10 Stunden bei 93 Dezibel, 5 Stunden bei 96 Dezibel oder 2 Stunden bei 100 Dezibel. Bei Veranstaltungen bis 93 Dezibel gibt es deshalb für Veranstalter keine Pflichten. Bei zusätzlichen Dezibel müssen sie aber das Publikum über die Gefahren des lauten Schalls informieren, Gehörschütze abgeben und eine Schallpegelerhöhung über die 93 Dezibel dem Kanton melden. Wenn es während längerer Zeit ganz laut wird, müssen sie zusätzlich «ruhige» Erholungszonen anbieten. Und selbstverständlich müssen sie

die Grenzwerte einhalten, die es auf Grund ihrer logarithmischen Berechnung in sich haben. Ein Zuwachs von von 93 auf 96 Dezibel bedeutet nämlich nicht «ein bisschen» lauter, sondern eine Verdoppelung der Schallenergie. Bei 100 Dezibel ist diese gar fünfmal so hoch.

Patrick Schmid hat das zivile Fahrzeug der Kapo in einiger Entfernung zu einem Pub geparkt, der Konzerte mit mehr als 93 Dezibel veranstaltet, ohne dies dem Kanton vorgängig zu melden. Meldungen an den Kanton trafen dann aber trotzdem ein, allerdings von den Nachbarn, die nächtelang gestört wurden. Wir betreten den Pub, in dem eine Heavy Metall-Band so ohrenbetäubend spielt, dass die Gehörschutzpfropfen schnell in unsere Ohren eingesetzt sind. Wir mischen uns nun unter das Publikum, und wir bemerken bald einmal, dass wir auffallen. Der Wirt benötigt aber immerhin eine Viertelstunde, um auf uns aufmerksam zu werden. Seine Versuche, die Band zum leiser spielen zu bewegen, fruchten aber nichts. Rolf Schlup meint: «Wenn eine Band bereits zu laut spielt, dann ist es für den Veranstalter meistens zu spät, zum Rechten zu sehen, wenn die Polizei eintrifft.» Auch für die Polizei sei dies schwierig: «Am Konzert bleibt es meistens bei der Anweisung, leiser zu spielen. Wir greifen bei Live-Konzerten selten ein, denn die Sicherheit vor Ort ist wichtiger als der Schutz des Gehörs.» Der Wirt versucht alles, um einer Verzeigung zu entgehen. Doch selbst die längere Pause, die er anordnet, nützt nichts. Das Messgerät von Patrick Schmid zeigt nach einer Stunde Messung einen Wert von 97.3 Dezibel an, der damit weit über den 93 Dezibel liegt, die bei einer ungemeldeten Veranstaltung zugelassen wären.

Dass die Versuche des Wirtes nichts mehr fruchteten, liegt am energetischen Hintergrund des Schallgrenzwertes. Zwei Grössen spielen dabei eine Rolle: Die Schalleistung und die Zeit, während der die Ohren belastet sind. Zusammen multipliziert ergeben sie die Schallenergie, die pro Stunde begrenzt ist. Ist die Schalleistung sehr hoch, so wird der Grenzwert bereits nach kurzer Zeit massiv überschritten. Bei unserem Konzert war dies schon nach einer Viertelstunde der Fall. Eigentlich hätten die beiden Polizisten bereits zu diesem Zeitpunkt das Gespräch mit dem Wirt suchen und ihn über das Verfahren informieren können, das sie gegen ihn einleiten würden. Sie mussten aber auf Grund der rechtlichen Anforderungen noch 45 Minuten weiter messen, um vor Gericht bestehen zu können.

Für den Wirt war die Sache aber doppelt anspruchsvoll, er wurde zum ersten Mal mit einem Grenzwert konfrontiert, der sowohl zeitabhängig wie auch logarithmisch aufgebaut ist. Was die beiden Polizisten und der Wirt anschliessend besprochen haben, entzieht sich dem Wissen der BAG-Mitarbeitenden. Neben der drohenden Busse haben die drei möglicherweise auch über akustische Verbesserungen im Lokal gesprochen. Der Abschied war auf jeden Fall freundlich, der Wirt hat den beiden Polizisten sogar die Tür offen gehalten.

Die Schall- und Laserverordnung soll unter das künftige Bundesgesetz über den Schutz vor Gefährdungen durch nichtionisierende Strahlung und Schall (NISSG) fallen (vgl. S. 34 dieses Berichts), um beispielsweise den Vollzug zu verbessern. Vollzugsbehörden sollen die Messungen bereits dann beenden können, wenn rechnerisch klar ist, dass die Grenzwerte überschritten sind.

Intervention in einem radiologischen Notfall

Die Internationale Strahlenschutzkommission hat Grundsätze zum Strahlenschutz in Notfallsituationen ausgearbeitet, die Umsetzung in die Praxis ist aber noch wenig vorangeschritten. Aus früheren Notfällen können folgende Lehren gezogen werden: Es ist wichtig, einfache und solide Konzepte zu erarbeiten und diese bereits in der Vorbereitungsphase mit allen beteiligten Partnern zu besprechen. Die Devise lautet: Den Fokus auf das Wesentliche legen und Unsicherheiten in die Entscheidungen einbeziehen.

Einführung eines Referenzwertes für die Bevölkerung bei Notfallexpositionssituationen

Im Rahmen der Revision der Strahlenschutzverordnung (StSV) wird ab 2018 ein neues – mit den neuen internationalen Vorgaben harmonisiertes – Konzept für die Notfallbewältigung eingeführt. Eine Harmonisierung für den Notfall hatte der Bundesrat auch im Rahmen von IDA NOMEX (Interdepartementale Arbeitsgruppe Notfallschutzmassnahmen bei Extremereignissen) nach Fukushima beschlossen.

Bis anhin war in Art. 34 Abs. 2 Bst. b StSV vorgesehen, dass der Grenzwert für die Bevölkerung von 1 mSv pro Jahr in ausserordentlichen Situationen überschritten werden kann und der Bundesrat gemäss Art. 20 Strahlenschutzgesetz (StSG) die zumutbaren Dosen festlegen würde. Zurzeit sind für die Notfallexpositionssituation gemäss StSG aber keine zumutbaren Werte definiert. Die einzigen Eingreifwerte finden sich im sogenannten Dosismassnahmenkonzept (DMK, Anhang 1 der ABCN-Einsatzverordnung SR 520.17). Die Kompetenz für die Anordnung von Sofort-Schutzmassnahmen gemäss DMK liegt bei der Nationalen Alarmzentrale. Es handelt sich dabei um folgende Werte:

- Evakuierung, wenn Werte von 100 mSv innerhalb von 2 Tagen zu erwarten sind
- Aufenthalt im Haus, wenn Werte von 10 mSv innerhalb von 2 Tagen zu erwarten sind
- Aufenthalt im Haus für Kinder und Schwangere, wenn Werte von 1 mSv innerhalb von 2 Tagen zu erwarten sind
- Einnahme der Jodtabletten, wenn Werte von 50 mSv innerhalb von 2 Tagen zu erwarten sind.

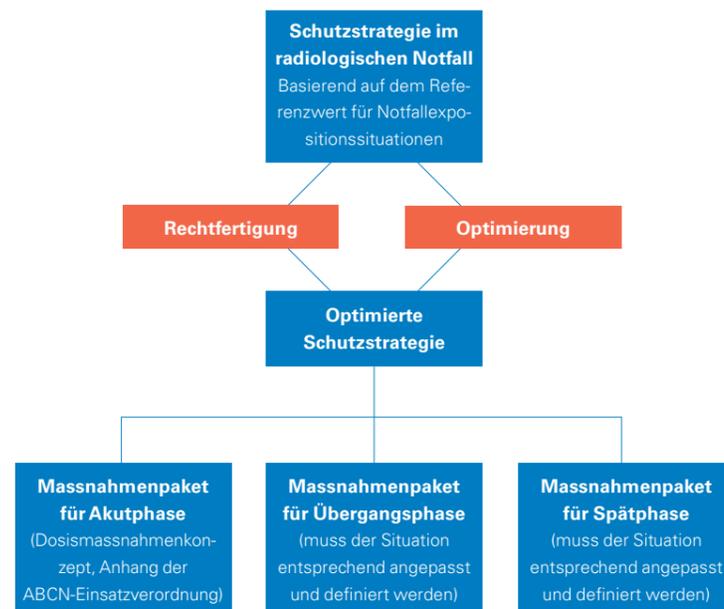


Abb. 18: Konzept neue Schutzstrategie im radiologischen Notfall

Mit der in der Revision geplanten Einführung eines Referenzwertes bei Notfallexpositionssituationen wird der Schutz der Bevölkerung verbessert. In der Notfall-Expositionssituation soll ein maximaler Referenzwert von 100 mSv für die Bevölkerung im ersten Jahr definiert werden. Der Bundesstab ABCN wird, falls das Ereignis einen tieferen Referenzwert zulässt, der mit verhältnismässigen Massnahmen durchgesetzt werden kann, einen Antrag für einen tieferen Referenzwert beim Bundesrat stellen und eine entsprechende Schutzstrategie anwenden. Eine optimale Schutzstrategie berücksichtigt verschiedene Faktoren, wie beispielsweise Gesundheitsschutz, Umsetzbarkeit, Kosten oder Akzeptanz. Die Überschreitung der Referenzwerte ist nicht zulässig und verlangt zwingend Massnahmen. Bei einer Unterschreitung gilt das Optimierungsprinzip und es werden Schutzmassnahmen getroffen. Vgl. Abb. 18, S. 32.

Die revidierte Strahlenschutzverordnung wird damit die Rahmenbedingungen zum Schutz der Gesundheit im Notfall festlegen und neu die Zuständigkeiten zur Vorbereitung von Massnahmen im Notfall regeln. Bestimmungen zu den Sofortmassnahmen im Notfall sind in der ABCN-Einsatzverordnung und in der Notfallschutzverordnung festgelegt. Beide Verordnungen befinden sich zurzeit in Revision.

Wenn es die radiologische Lage zulässt, kann der Bundesstab seinen Einsatz beenden und dem Bundesrat einen Antrag für den Übergang von der Notfall-Expositionssituation zur bestehenden Expositionssituation stellen. Ein Übergang aus der Notfall-Expositionssituation zur bestehenden Expositionssituation kann auch gestaffelt angeordnet werden. Die IAEA und EU sind derzeit an der Erarbeitung von entsprechenden Grundlagendokumenten. Der Übergang zu einer bestehenden Expositionssituation und entsprechend tieferen Referenzwerten ist ein politischer Entscheid und kann nur vom Bundesrat getroffen werden.

Eine bevorstehende Herausforderung für die Abteilung Strahlenschutz besteht darin, ein Konzept zur Bewältigung des Zeitraums nach einem Unfall mit Strahlenexposition zu erarbeiten, wobei das Ziel des Konzepts darin bestehen soll, die Bevölkerung zu schützen und alle Akteure einzubeziehen, die sich mittel- und langfristig

nach einem schweren Unfall in einem betroffenen Gebiet unseres Landes befinden würden.

Internationales Engagement

2016 hat das BAG die internationale Harmonisierung seiner Strategie zur Bewältigung von Notfallsituationen vorangetrieben, insbesondere mit Frankreich und Deutschland. Die Überlegungen zur Wahl des Referenzwertes für die Strahlenexposition der Bevölkerung im Jahr nach einem Unfall haben ergeben, dass ein Wert von 100 mSv für den Fall eines schweren Atomunfalls in der Schweiz angemessen ist. Auf europäischer Ebene hat das BAG neben seiner Beteiligung an den Arbeiten der Vereinigung europäischer Strahlenschutzbehörden (HERCA) den Aufbau des französisch-schweizerischen Panels des Projekts PREPARE zum Umgang mit kontaminierten Lebensmitteln abgeschlossen, wobei Konsumenten, Produzenten und Lebensmittelverteiler einbezogen wurden. Mitgewirkt hat das BAG auch an der Erarbeitung der strategischen Forschungsagenda als Mitglied der europäischen Plattform NERIS (*European Platform on Preparedness for Nuclear and Radiological Emergency Response and Recovery*). Im Rahmen seiner Rolle als Kooperationszentrum der Weltgesundheitsorganisation (WHO) beteiligte sich das BAG an den Arbeiten zur laufenden Überarbeitung des Ratgebers zur Schilddrüsenblockade mit Kaliumiodid.

2017 wird der Fokus auf dem Umgang mit verstrahlten Personen liegen. Das BAG organisiert dafür in Zusammenarbeit mit der WHO in Genf das 15. Treffen des Netzwerks REMPAN (*Radiation Emergency Medical Preparedness and Assistance Network*).

Gesundheitsschutz vor nichtionisierender Strahlung und Schall

Der Bundesrat hat das Eidgenössische Departement des Innern EDI beauftragt, einen Gesetzesentwurf für den Schutz vor nichtionisierender Strahlung NIS und Schall auszuarbeiten. 2016 fanden die parlamentarischen Debatten im Stände- und Nationalrat statt. Das künftige Gesetz soll unter anderem den Einsatz von NIS in Solarien oder bei kosmetischen Anwendungen sowie die Handhabung von Laserpointern regeln, um die Bevölkerung vor allfälligen gesundheitlichen Schäden zu schützen.

Der Schutz der Gesundheit vor nichtionisierender Strahlung (NIS) ist in der Schweiz nicht umfassend geregelt. Anders als in der Strahlenschutzgesetzgebung, die umfassende Vorschriften für den Umgang mit ionisierender Strahlung vorsieht, finden sich nichtionisierende Strahlung und Schall in einer Vielzahl von Bundeserlassen. Das neue Gesetz über den Schutz vor Gefährdungen durch nichtionisierende Strahlung und Schall soll deshalb die bestehenden Regelungen ergänzen.

Die Pfeiler des neuen Gesetzes

Bei besonders gefährlichen Produkten sollen künftig nicht nur die Einfuhr oder Abgabe, sondern auch der Besitz verboten werden können. Im Fokus stehen starke Laserpointer. Weniger weitreichende Massnahmen sieht das Gesetz für Produkte vor, die Personen zwar stark belasten können, aber die Gesundheit nicht oder nur geringfügig gefährden, wenn sie sachkundig bedient werden. Das betrifft Produkte wie Blitzlampen zur Haarentfernung oder Ultraschallgeräte für kosmetische Behandlungen. Bei solchen Produkten setzt der Bundesrat in erster Linie auf die korrekte Anwendung. Behandlungen mit Produkten, die sehr hohe Belastungen verursachen, sollen ausschliesslich durch Personen vorgenommen werden, die nachweislich über genügend Sachkunde verfügen.

Im Auge hat der Bundesrat ferner Solarien: Künftig soll kontrolliert werden, ob die Anbieter die Benutzerinnen und Benutzer genügend über die Gefahren informieren und die Sicherheitsvorgaben des Herstellers einhalten. In der Ausführ-

ungsverordnung will der Bundesrat die Pflichten von Solariumbetreibern konkretisieren und so auch den Schutz von Jugendlichen verstärken.

Debatte im Parlament

2016 fanden die parlamentarischen Beratungen im Stände- und Nationalrat zum NISSG statt. Der Ständerat hiess die Vorlage ohne Diskussion und ohne jegliche Änderung einstimmig gut. Die Ständeratskommission möchte allerdings die Ausformulierung der festgelegten Pflichten verfolgen und hat deshalb beschlossen, sich zum Verordnungsrecht konsultieren zu lassen. Am 4.11.2016 beriet die Kommission für soziale Sicherheit und Gesundheit des Nationalrates das NISSG. Sie stimmte ihm mit 14 zu 10 Stimmen bei 1 Enthaltung zu. Einstimmig sieht sie vor, dass der Bundesrat dem Parlament spätestens nach acht Jahren über die Wirksamkeit und Notwendigkeit des Gesetzes berichten muss. Im Nationalrat führte die Vorlage am 8.12.2016 zu intensiven Diskussionen, die Entscheidung fiel mit 97 zu 93 Stimmen knapp aus. Einig war man sich bei den Bestimmungen zum Laserpointer, bei den weiterführenden Massnahmen gingen die Meinungen aber auseinander. Die Gegner erachteten die Bestimmungen als zu weitgehend und würden mehr auf Eigenverantwortung setzen.

2017 wird der Ständerat sich noch einmal mit den Differenzen beschäftigen. Stimmen beide Räte anschliessend in den Schlussabstimmungen der Vorlage zu, steht der Ausarbeitung und Konsultation des Ausführungsrechts nichts mehr im Weg.

Überarbeitung der Fachinformationen des BAG zum Thema Elektromagnetische Felder EMF

Elektromagnetische Felder (EMF) ist die Bezeichnung für den untersten Frequenzbereich des elektromagnetischen Spektrums (0 Hz bis 300 GHz). EMF kommen überall in unserer Umwelt vor – aus natürlicher und immer häufiger auch aus künstlicher Quelle – gewollt bei der Übertragung von Funksignalen oder als Nebenprodukt bei der Stromversorgung von elektrischen Geräten.

Das BAG stellt auf seiner Homepage bereits seit Jahren Faktenblätter zu den folgenden Themen zur Verfügung: Haushalt, Medizin/Wellness, Telekommunikation, Verkehr, Spielzeug und Heizungen. Insbesondere im Bereich der Telekommunikation hat sich in den letzten Jahren die Technologie sehr schnell weiterentwickelt, deshalb hat man sämtliche Faktenblätter neu aktualisiert.

Schutz vor elektromagnetischer Strahlung beim Smartphone

97 Prozent der Schweizer Bevölkerung ab 16 Jahren nutzen ein Handy oder Smartphone, und zwar – im Unterschied zu früher – deutlich mehr für mobile Internetanwendungen als für Telefongespräche.

Sprache und Daten werden über hochfrequente elektromagnetische Strahlung zwischen einem Mobiltelefon und Basisstationen hin und her übertragen, wobei letztere den Anschluss an das nachgeschaltete Telekommunikationsnetz vermitteln. Dabei kommen verschiedene Technologien wie der klassische Mobilfunk, Bluetooth, WLAN zum Einsatz. Die hochfrequente elektromagnetische Strahlung dieser Technologien führt zu einer Strahlenexposition von Personen, wenn sie das Mobiltelefon zum Telefonieren direkt am Ohr oder in der Hand halten. Die elektrischen Ströme der Elektronik und der Batterie des Mobiltelefons führen zu niederfrequenten elektromagnetischen Feldern, die ebenfalls in den Kopf beziehungsweise die Hand eindringen.

Die Strahlung tritt insbesondere dann auf, wenn das Mobiltelefon sendet, im Ruhezustand ist die Strahlenexposition klein. Die Strahlung nimmt mit der Distanz zum Gerät rasch ab. Je nach Technologie entstehen unterschiedlich starke elektromagnetische Felder. Das Telefonieren mit UMTS (3G) anstelle von GSM (2G) führt zu deutlich tieferen Strahlungsexpositionen im Kopfbereich. Auch die Verwendung von Freisprecheinrichtungen reduziert die Strahlungsexposition im Kopf deutlich.

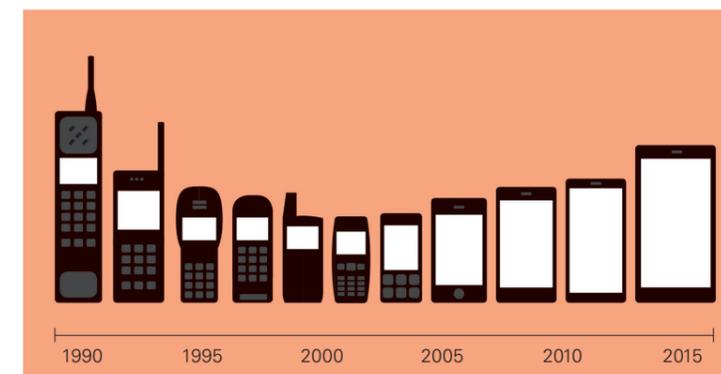


Abb. 19 : Entwicklung vom Mobiltelefon zum Smartphone

Bezüglich gesundheitlicher Auswirkungen bei langfristiger Belastung durch hochfrequente Strahlung von Mobiltelefonen bestehen noch Unsicherheiten, kurzfristige negative gesundheitliche Auswirkungen sind keine zu erwarten. Auch bei langfristiger Belastung durch niederfrequente Magnetfelder, die von Elektronik und Batterie stammen, gibt es immer noch Unsicherheiten, kurzfristige negative Auswirkungen sind auch hier nicht zu erwarten.

Strahlenexposition der Bevölkerung 2016

Der grösste Anteil an der Strahlenexposition 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 im Jahr 2016 eine Überschreitung eines Grenzwerts.

Strahlendosen der Bevölkerung

Die Strahlenexposition der Bevölkerung wird aus den Strahlendosen natürlicher und künstlicher Strahlenquellen ermittelt. Die drei wichtigsten Ursachen für die Strahlenexposition der Bevölkerung sind das Radon in Wohnungen, die medizinische Diagnostik sowie die übrige natürliche Strahlung (Abb. 20). Für alle künstlichen Strahlenexpositionen (ohne Medizin) gilt für die allgemeine Bevölkerung ein Dosisgrenzwert von 1 mSv pro Jahr. Die berufliche Strahlenexposition, insbesondere für Junge und Schwangere, ist durch besondere Bestimmungen geregelt.

Strahlenexposition 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.

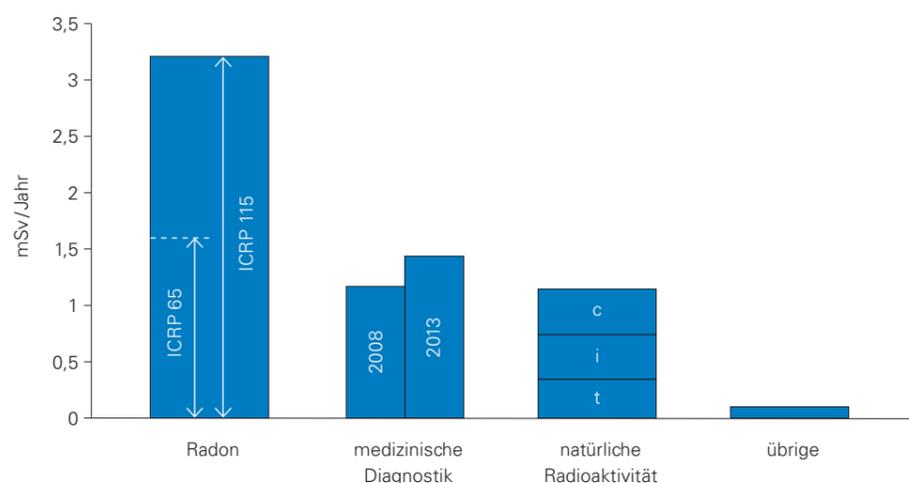


Abb. 20: Durchschnittliche Strahlendosen der Schweizer Bevölkerung in [mSv pro Jahr pro Person]. Die Belastung durch Radon muss nach der neuen Beurteilung durch die ICRP (ICRP 115, 2010) deutlich höher eingeschätzt werden als zuvor (ICRP 65). Der Wert für die medizinische Diagnostik ist seit der Erhebung von 2008 etwas angestiegen (Zwischenerhebung 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 Strahlenexposition durch 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 zusammensetzt 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.

Nahrungsmittel und Tabak

Radionuklide gelangen auch über die Nahrung in den menschlichen Körper und führen zu Dosen von rund 0,35 mSv. Das Kalium-40 im Muskelgewebe liefert mit rund 0,2 mSv den grössten Beitrag. Weitere Radionuklide in der Nahrung stammen aus den natürlichen Zerfallsreihen von Uran und Thorium. Auch künstliche Radionuklide kommen in der Nahrung vor; hauptsächlich die Nuklide Cäsium-137 und Strontium-90 von den Kernwaffenversuchen der 1960er-Jahre und vom Reaktorunfall von Tschernobyl im April 1986. Die jährlichen Ganzkörpermessungen an Schulklassen ergeben heute Dosen durch aufgenommenes Cäsium-137 von weniger als einem Tausendstel mSv pro Jahr. Bei Rauchern und Raucherinnen führt das Inhalieren von natürlichen Radioisotopen, welche im Tabak enthalten sind, zu einer zusätzlichen Strahlendosis. Gemäss neueren Studien liegt der Mittelwert für die effektive Dosis beim Rauchen von einem Paket Zigaretten (20 Stück) täglich bei 0,2 - 0,3 mSv pro Jahr.

Übrige (künstliche) Strahlenquellen

Zu den bisher erwähnten Strahlendosen kommt ein geringer Beitrag von $\leq 0,1$ 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. 95'000 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. Im Berichtsjahr war eine Überschreitung des Jahresgrenzwertes zu verzeichnen. Bei einem in der Nuklearmedizin tätigen Arzt wurde eine Ganzkörperdosis von 24 mSv gemessen. Trotz einer sorgfältigen Untersuchung durch das BAG und das betroffene Spital konnte keine Ursache für die Dosis ermittelt werden. Die restlichen Monatsdosen des betroffenen Arztes waren unauffällig.

Der ausführliche Jahresbericht «Dosimetrie der beruflich strahlenexponierten Personen in der Schweiz» wird im Sommer 2017 auf www.bag.admin.ch/dosimetrie-jb publiziert werden.

Internationale Zusammenarbeit

Der Schweizer Strahlenschutz muss internationalen Standards entsprechen und – besonders wo der Austausch mit den umliegenden Ländern von Bedeutung ist – harmonisiert sein. Die enge Zusammenarbeit mit internationalen Gremien ist deshalb wichtig. Unsere wichtigsten Partner sind nachfolgend aufgeführt.

Weltgesundheitsorganisation (WHO)

Seit 2014 ist die Abteilung Strahlenschutz Kooperationszentrum der WHO für Strahlenschutz und die öffentliche Gesundheit. Sie ist dabei beteiligt am Gesundheitsschutz in Notfallsituationen mit Strahlenexposition, in Situationen mit bestehender Strahlenexposition (insbesondere im Zusammenhang mit Radon), in Situationen mit geplanter Strahlenexposition im medizinischen Bereich und bei Belastungen mit nichtionisierender Strahlung. In diesem Rahmen wurde das BAG auch zur Beteiligung am Pool externer Sachverständiger zur Beobachtung und Prüfung der Internationalen Gesundheitsvorschriften (IGV) eingeladen.

Wissenschaftlicher Ausschuss der Vereinten Nationen (UNSCEAR)

UNSCEAR ist eine 1955 geschaffene Kommission der Vereinten Nationen. Ihre Mission besteht darin, die Strahlendosen und die Wirkungen ionisierender Strahlen auf internationaler Ebene zu prüfen und eine wissenschaftliche Basis für den Strahlenschutz bereitzustellen. Sie legt der UN-Generalversammlung in regelmässigen Abständen Berichte vor. Im Jahr 2016 beteiligte sich der Abteilungsleiter Strahlenschutz im Rahmen der deutschen Delegation an den Arbeiten des Ausschusses.

Internationale Strahlenschutzkommission (ICRP)

Die ICRP hat den Auftrag, ein internationales System zum Strahlenschutz zu entwickeln und auf dem aktuellen Stand zu halten. Sie gibt Empfehlungen zu allen Aspekten dieses Schutzes heraus. In diesem Rahmen hat das BAG bereits 2015 an der ICRP-Publikation 126 zum Strahlenschutz gegen die Radonexposition mitgewirkt. Ausserdem ist Professor François Bochud, Vorsitzender der Eidgenössischen Kommission für Strahlenschutz (KSR), Mitglied im Komitee 4, das bei der Umsetzung der ICRP-Empfehlungen eine Beratungsfunktion wahrnimmt. 2017 wird das BAG am 4. Symposium zum Strahlenschutzsystem teilnehmen, das vom 9. bis 11. Oktober in Paris stattfindet.

Internationale Atomenergie-Organisation (IAEO)

Die IAEO ist eine mit der UNO verbundene Organisation, deren Aufgabe es ist, grundlegende Sicherheitsnormen zum Strahlenschutz aufzustellen. Zu diesem Zweck stützt sie sich auf die Empfehlungen und Leitlinien der ICRP. Diese Normen sind die Grundlage für die Ausarbeitung gesetzlicher Bestimmungen zum Strahlenschutz auf länderübergreifender (zum Beispiel Europäische Union) oder nationaler Ebene. In diesem Zusammenhang verfolgt das BAG insbesondere die Tätigkeiten des RASSC (Radiation Safety Standards Committee). Die Fachkenntnisse des BAG zur Radonproblematik wurden 2016 namentlich bei IAEO-Missionen in Litauen und im Iran in Anspruch genommen.

Kernenergie-Agentur (NEA)

Die NEA (*Nuclear Energy Agency*) gehört zur Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung OECD und unterstützt ihre Mitgliedstaaten in technischen und rechtlichen Fragen bei der Entwicklung und friedlichen Nutzung der Kernenergie. Das BAG wirkt punktuell bei den Arbeiten des Komitees für Strahlenschutz und öffentliche Gesundheit mit.

International Radiation Protection Association (IRPA)

Die wichtigste Aufgabe der IRPA ist es, die Kommunikation zwischen den Strahlenschutzakteuren zu verbessern und so die Strahlenschutzkultur, die Umsetzung der guten Praxis und die Fachkompetenzen zu fördern. Das BAG beteiligt sich an diesen Arbeiten mit verschiedenen Arbeitsgruppen des Fachverbands für Strahlenschutz. 2016 fand am CERN ein Workshop statt, der sich mit den Themen Strahlenschutzsachverständige, Umgang mit Radon und NORM sowie mit Freigabewerten auseinandersetzte. 2017 wird in Mont Terri ein Workshop zum Umgang mit Abfällen organisiert.

Expertengruppe «Artikel 31 Euratom-Vertrag»

Seit November 2014 nimmt das BAG in einer Beobachtungsfunktion an den Treffen und Diskussionen der Expertengruppe «Artikel 31 Euratom-Vertrag» teil. Diese Gruppe ist damit beauftragt, die von der Europäischen Kommission ausgearbeiteten Grundnormen für den Gesundheitsschutz der Bevölkerung gegen die Gefahren ionisierender Strahlungen zu prüfen.

Vereinigung europäischer Strahlenschutzbehörden (HERCA)

In der HERCA sind praktisch alle europäischen Staaten vertreten. Die Vereinigung hat das Ziel, den Strahlenschutz in Europa zu harmonisieren, zum Beispiel durch gemeinsame Stellungnahmen zu Strahlenschutzthemen. Sie ist für die europäischen Strahlenschutzbehörden die wichtigste Plattform für den Erfahrungsaustausch und zur Verbesserung der Strahlenschutzpraxis in den Mitgliedsländern. In diesem Zusammenhang hat das BAG 2016 namentlich einen Workshop für die Arbeitsgruppe *Medical and Veterinary Applications* organisiert und durchgeführt.

Europäisches Forschungsprogramm zum Strahlenschutz (CONCERT)

Das BAG vertritt die Interessen der Schweiz im Rahmen der europäischen und internationalen Forschungsnetze im Bereich Strahlenschutz und gewährleistet den Zugang von Schweizer Forschenden zu diesen Programmen, z. B. zum Programm CONCERT. CONCERT, das «European Joint Programme for the Integration of Radiation Protection Research», gehört zum Forschungsprogramm Horizon 2020

und bildet den strukturellen Rahmen für gemeinsam lancierte Forschungsinitiativen der Strahlenschutz-Forschungsplattformen MELODI, ALLIANCE, NERIS und EURADOS. CONCERT ist eine gemeinsam finanzierte Initiative mit dem Ziel, nationale Forschungsbemühungen anzuziehen und mit den europäischen Projekten zu bündeln, um die öffentlichen Ressourcen besser zu nutzen und die gemeinsamen europäischen Herausforderungen im Strahlenschutz effizienter angehen zu können. 2016 wurde die Abteilung Strahlenschutz mit der Koordination und Führung des Programms CONCERT auf nationaler Ebene beauftragt.

European ALARA Network

Ziel dieses Netzwerks (www.eu-alara.net) ist es, die Strahlenexposition der Bevölkerung mit Optimierungsstrategien auf einem so niedrigen Niveau zu halten, wie dies mit vernünftigem Aufwand möglich ist («As Low As Reasonably Achievable»). Die Abteilung Strahlenschutz organisierte vom 14. bis 16. März 2016 in Bern den 16. «European ALARA Network Workshop» zum Thema «ALARA in industrial radiography – How can it be improved».

Bilaterale Zusammenarbeit mit Deutschland und Frankreich

Die Zusammenarbeit der Abteilung mit dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) und mit dem Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) wurde 2016 stark vorangetrieben, insbesondere im Kontext mit der Implementierung der neuen europäischen Richtlinie. Die deutsche und die schweizerische Strahlenschutzkommission (SSK bzw. KSR) haben ihre Kontakte intensiviert. Als konkrete Umsetzung wurde beispielsweise ein gemeinsames Treffen zum Thema Strahlenschutz bei medizinischen Anwendungen organisiert, das am 5. Dezember 2016 im BAG stattfand. Ab 2017 wird die Beteiligung des BAG auf die Arbeitsgruppe der SSK zu den Dosiskoeffizienten für Radon ausgedehnt.

Zusammen mit der französischen Aufsichtsbehörde für nukleare Sicherheit und Strahlenschutz koordiniert das BAG die Überwachung der Radioaktivität in der Umgebung des CERN. Die Zusammenarbeit mit der französischen Behörde für nukleare Sicherheit (ASN) und mit dem *Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN)* wurde insbesondere im Rahmen von Arbeitsgruppen, die sich mit Strahlenschutz im Zusammenhang mit medizinischen Anwendungen, der Umwelt oder Notfällen befassen, fortgeführt. Das BAG hat an der Tagung zum Thema Radon teilgenommen, die von der *Société française de radioprotection* am 12. September 2016 organisiert wurde. Diese Zusammenarbeit wird im Rahmen des von 2016 bis 2019 durchgeführten grenzüberschreitenden Projekts INTERREG V «JURADBAT» noch intensiviert.

Ausserdem beteiligt sich das BAG am Erfahrungsaustausch mit den Strahlenschutzbehörden ENSI und Suva zu Betrieb, Sicherheit, Überwachung und Umweltauswirkungen von Kernanlagen sowie über weitere Aspekte des Strahlenschutzes. Dieser Austausch findet regelmässig statt im Rahmen der *Deutsch-Schweizerischen Kommission für die Sicherheit kerntechnischer Einrichtungen* bzw. der *Commission mixte franco-suisse de sûreté nucléaire et de radioprotection*.

Weiterführende Dokumentation

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).

Revision der Verordnungen im Strahlenschutz

Die Verordnungen im Strahlenschutz werden revidiert. Das Eidgenössische Departement des Innern EDI eröffnete am 14. Oktober 2015 das Anhörungsverfahren, das bis zum 15. Februar 2016 dauerte. Die Inkraftsetzung ist für den 1. Januar 2018 geplant. Weitere Informationen unter folgendem Link: www.strahlenschutzrecht.ch.

Informationsmaterial

Ausführliche Informationen über die Abteilung Strahlenschutz finden Sie auf der BAG-Webseite, die 2016 umfassend überarbeitet und modernisiert wurde: www.bag.admin.ch: Themen, Strahlung, Radioaktivität & Schall.

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: DVD zum Strahlenschutz in der Nuklearmedizin, am CT, in der zahnärztlichen Praxis, bei interventionellen Untersuchungen und beim Röntgen im Operationssaal.

Verbraucherschutz Newsletter
Bestellen Sie unseren kostenlosen Verbraucherschutz-Newsletter, um das Neueste aus den Abteilungen Strahlenschutz und Chemikalien zu erfahren: www.bag.admin.ch.

Strahlenschutz – Aufgaben und Organisation

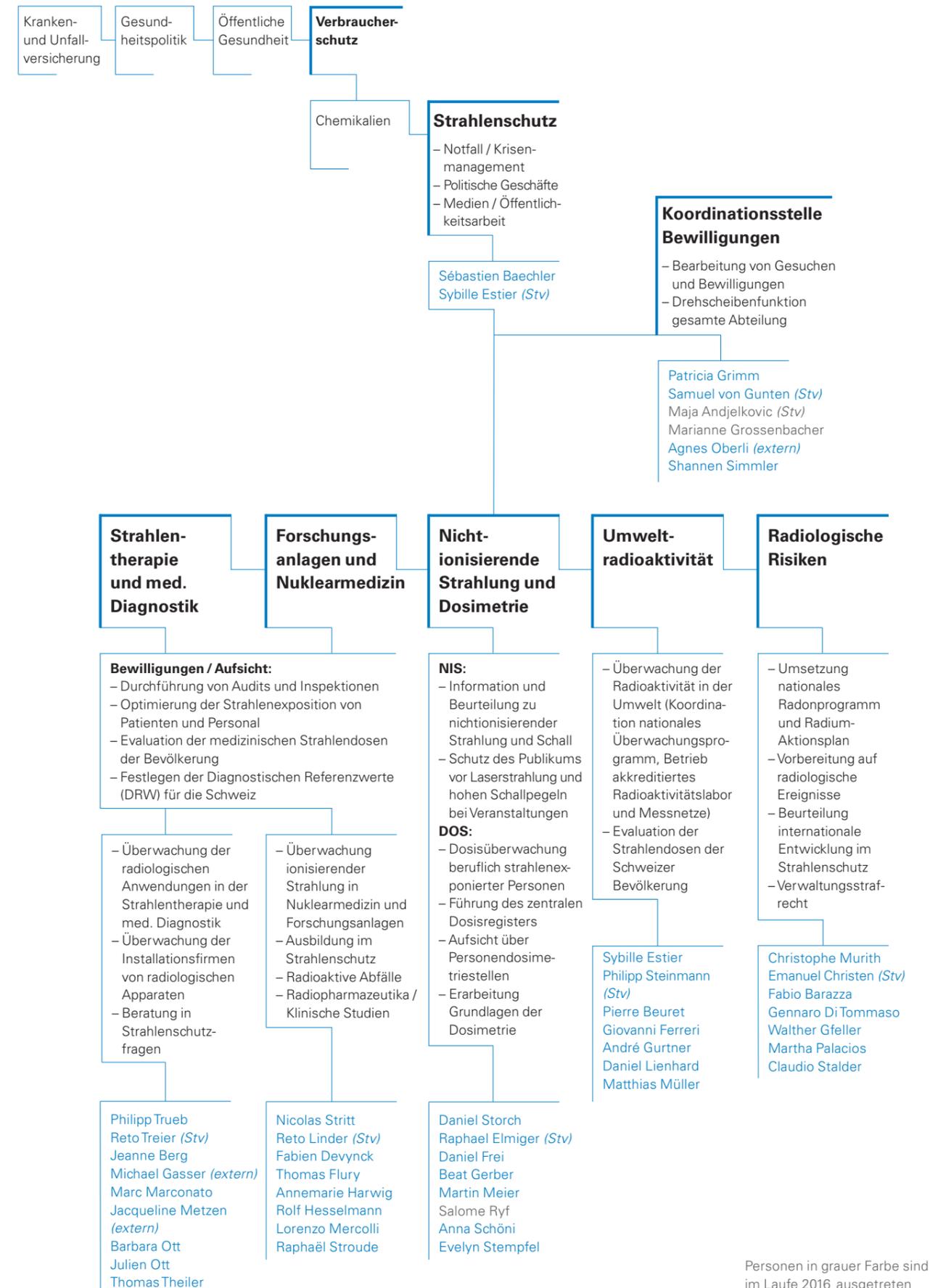
Strahlung ist allgegenwärtig. Ihrem Nutzen in Medizin, Industrie und Forschung stehen Risiken für Mensch und Umwelt gegenüber. Zu hohe Strahlung, Radioaktivität oder Radon bergen Risiken – sei es am Arbeitsplatz, in der Umwelt oder im Privatleben. Der Schutz vor diesen Risiken ist die zentrale Aufgabe der Abteilung Strahlenschutz.

Über 40 Mitarbeitende verschiedener Berufsgruppen, z. B. Physiker, Geologinnen oder Ingenieure, setzen sich dafür ein, dass Strahlenexpositionen der Schweizer Bevölkerung 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 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 deshalb eine zentrale Aufgabe unserer Abteilung. Bei der nichtionisierenden Strahlung und beim Schall legen wir das Schwergewicht unserer Tätigkeiten auf die Information der Öffentlichkeit. Eine gesetzliche Grundlage für diesen Bereich ist in Vorbereitung.

Strahlenschutz funktioniert nicht ohne Zusammenarbeit mit verschiedensten Partnern im In- und Ausland. All diese Partnerschaften ermöglichen es uns, gesundheitliche Risiken von Strahlung laufend nach dem neusten Stand von Wissenschaft und Technik 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, aktuell die Revision der Strahlenschutzverordnung sowie die Gesetzgebung im NIS- und Schallbereich
 - Überwachung beruflich strahlenexponierter Personen (ca. 95'000 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 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.



Personen in grauer Farbe sind im Laufe 2016 ausgetreten