

Strahlenschutz und Überwachung der Radioaktivität in der Schweiz – Ergebnisse 2024

Editorial

Liebe Leserin, lieber Leser

Vor einem Jahrzehnt verfasste ich mein erstes Editorial für diesen Bericht. Damals schilderte ich die unerwartete Herausforderung, die mit den Radiumkontaminationen aus der Uhrenindustrie auf unser Amt zukam. Mit einer gewissen Erleichterung und Zufriedenheit haben wir 2024 dem Bundesrat die Schlussbilanz zum Aktionsplan Radium 2015–2023 vorgelegt. Die gesetzten Ziele im Gesundheits- und Umweltschutz wurden erreicht. Der Grossteil der kontaminierten Gebäude ist saniert und ihre Bewohnbarkeit wieder gewährleistet. Gewiss gibt es in unserem Land weiterhin radiumkontaminierte Altlasten, aber der Umgang damit ist nun unter Kontrolle. Während der Umsetzung des Aktionsplans haben wir mit allen Stakeholdern proaktiv und transparent kommuniziert, besonders hinsichtlich der vorliegenden Risiken. Wie Marie Curie treffend formulierte: «Man braucht nichts im Leben zu fürchten, man muss nur alles verstehen.» Wenn Sie mehr über die Ergebnisse und Erkenntnisse aus dem Aktionsplan erfahren möchten, empfehle ich Ihnen das Interview mit unserer Projektleiterin, Martha Palacios. Meinerseits möchte ich all jenen danken, die in irgendeiner Form zum Erfolg dieses Aktionsplans beigetragen haben.

Strahlenschutz geht über Gesundheits- und Umweltschutz hinaus und leistet auch einen Beitrag zur Bewältigung aktueller sicherheitsrelevanter Herausforderungen. 2024 hat das BAG dem Bundesrat einen Zwischenbericht zum Aktionsplan Radiss 2020–2025 vorgelegt. Dieser zielt darauf ab, die radiologische Sicherung und Sicherheit zu verstärken. Der Plan beinhaltet Massnahmen zur Diebstahlprävention und zur Aufdeckung von illegalem Handel oder illegaler Entsorgung von radioaktivem Material. Angesichts einer zunehmend instabilen globalen Sicherheitslage wurde die Laufzeit des Aktionsplans bis 2028 verlängert. Der Plan sieht nun auch Massnahmen zur Verbesserung des Krisenmanagements bei radiologischen oder nuklearen Ereignissen vor – Bedrohungsszenarien, die in der heutigen Zeit wieder an Aktualität gewinnen.

Das Strahlenschutzsystem folgt einem nach Risiko abgestuften Ansatz, bei dem die Anstrengungen und Ressourcen auf die grössten Risiken für Patientinnen und Patienten, Arbeitnehmende, die Bevölkerung und die Umwelt konzentriert werden. Dieser Ansatz kommt sowohl beim rechtlichen Rahmen als auch bei der Aufsicht zum Tragen,

wobei stets ein angemessenes Verhältnis zwischen Aufwand und Nutzen hinsichtlich der erwarteten Expositionsreduktion und Anlagensicherheit gewahrt werden muss. Er ist im BAG bereits gut etabliert und bildet den Kern unserer Aufsichtsstrategie, die 2024 in den Bereichen Medizin, Industrie und Forschung konsolidiert wurde. Unser Aufsichtskonzept richtet seinen Fokus besonders auf medizinische Tätigkeiten, die eine grosse Anzahl von Patientinnen und Patienten betreffen und viele Fachleute einbinden. Entsprechend geniessen Inspektionen in Spitälern und radiologischen Instituten Priorität, während die Aufsicht über Arzt- und Zahnarztpraxen mit kleinen Röntgenanlagen vorwiegend auf administrativem Weg erfolgt. Bemerkenswert ist, dass der aktuelle Trend zu Budgetkürzungen dazu führen könnte, dass sich die Aufsichtstätigkeit zunehmend auf Bereiche mit immer höheren Risiken verschiebt.

Der risikobasierte Ansatz wird in allen Bereichen des Strahlenschutzes umgesetzt, von der Ausbildung des Personals über den Radonschutz bis hin zur Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt. Nach demselben Prinzip konzentriert sich die neue Gesetzgebung zu nichtionisierender Strahlung und Schall nur auf Situationen mit erheblichem Gesundheitsrisiko, etwa die Verwendung von Lasergeräten bei kosmetischen Behandlungen oder die Nutzung von Solarien. Im Rahmen seines Informationsauftrags hat das BAG 2024 zudem gemeinsam mit der Krebsliga Schweiz eine Fachtagung zum Thema UV-Strahlung durchgeführt.

Unsere Abteilung blickt auf ein arbeitsreiches Jahr 2024 zurück, in diesem Bericht stellen wir Ihnen die Meilensteine und Highlights vor. Wie Sie bereits wissen, befindet sich das Strahlenschutzgesetz zurzeit in Revision. Die entsprechende Botschaft wurde Ende 2024 ans Parlament überwiesen. Wir sind zuversichtlich, dass die politischen Entscheide zu einer klareren Anwendung des Verursacherprinzips führen und die bestehenden Gesetzeslücken schliessen werden.

Gute Lektüre!

Sébastien Baechler



Impressum

Konzeption, Redaktion und alle
nicht gezeichneten Texte: BAG
Alle nicht gezeichneten Fotos: BAG

Grafiken & Layout:
Heyday Konzeption und Gestaltung
Copyright: BAG, Juni 2025

Abdruck mit Quellenangabe erwünscht:
«Strahlenschutz BAG; Jahresbericht 2024»

Weitere Informationen und Bezugsquellen:
Bundesamt für Gesundheit BAG,
Direktionsbereich Gesundheitsschutz

Abteilung Strahlenschutz
CH-3003 Bern
Tel. +41 (0)58 462 96 14
str@bag.admin.ch
www.bag.admin.ch, www.str-rad.ch

BBL, Verkauf Bundespublikationen, CH-3003 Bern
www.bundespublikationen.admin.ch
BBL-Bestellnummer: 311.326.d

ISBN: 978-3-033-07889-5

Inhalt

Editorial	2
Impressum	4
Inhalt	5
Abschluss des Aktionsplans Radium – Fazit und Ausblick	6
Strahlenschutz in Medizin und Forschung	13
Aktionsplan radiologische Sicherung und Sicherheit «Radiss» bis 2028 verlängert	27
Radiologische Ereignisse	30
Strahlenden Paketen auf der Spur	39
Aktionsplan Radium 2015–2023	45
Aktionsplan Radon 2021–2030	48
Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt	51
Intervention in einem radiologischen Notfall	56
Gesundheitsschutz vor nichtionisierender Strahlung und Schall	62
Strahlenexposition der Schweizer Bevölkerung	67
Internationale Zusammenarbeit	74
Rechtsgrundlagen	78
Abteilung Strahlenschutz — Aufgaben und Organisation	80

Abschluss des Aktionsplans Radium – Fazit und Ausblick

Nach fast zehn Jahren wurde der Aktionsplan Radium 2015–2023 abgeschlossen. Martha Palacios war von Anfang an dabei, zunächst als Verantwortliche für Radiumaltlasten in Liegenschaften und ab 2019 als Projektleiterin. Sie blickt im Interview zurück auf eine sehr intensive und lehrreiche Zeit und beleuchtet die Herausforderungen, die uns noch bevorstehen.

Martha Palacios, Sie waren von Beginn weg im Aktionsplan Radium involviert. Wie hat es damals angefangen?

Im Jahr 2014 entdeckten Bauarbeiter während Ausgrabungsarbeiten auf einer ehemaligen Deponie in Biel radiumkontaminierte Abfälle, unter anderem Glasfläschchen mit Radiumleuchtfarbe. Anschliessend haben gewisse Medien vertieft über das Thema recherchiert und einige Tage später rund 80 Adressen von ehemaligen Radiumsetzateliers veröffentlicht. Diese Liste hat zu einer grossen Verunsicherung in der Bevölkerung geführt. Schnell wurde klar, dass diese Liegenschaften untersucht und eventuell saniert werden mussten. Dafür mussten möglichst schnell personelle und finanzielle Ressourcen mobilisiert werden. Es wurde deshalb vom Bundesrat beschlossen, den Aktionsplan Radium zu lancieren. Zu Beginn leitete Christophe Murith den Aktionsplan und brachte ihn zum Fliegen. Nach seiner Pensionierung übernahm ich die Leitung und brachte ihn zusammen mit dem Projektteam zu Ende.

Was war die grösste Herausforderung in der ersten Zeit?

Die Kommunikation war anfangs besonders herausfordernd. Den Behörden wurden Untätigkeit und mangelhafte Kommunikation vorgeworfen, da das Thema der Radiumaltlasten und der damit verbundenen Gesundheitsrisiken schon länger bekannt war. Sébastien Baechler, der die Leitung der Abteilung Strahlenschutz erst einen Monat vor Beginn der Krise übernommen hatte, sah sich sofort mit deren Bewältigung konfrontiert. Er stand zusammen mit Christophe Murith und Roland Charrière, unserem damaligen Leiter des Direktionsbereichs, sowie Michel Hammans von der Suva stark im Fokus der Medien. Seitdem haben wir immer sehr proaktiv kommuniziert.

Radium wurde vor allem in der Uhrenindustrie bis in die 1960er Jahre verwendet. Wozu diente es und weshalb beschäftigt es uns bis heute?

Radium war Bestandteil der Leuchtfarbe, die zum Beispiel auf Zifferblätter und Zeiger von Uhren aufgetragen wurde, damit sie auch im Dunkeln leuchten. Weil Radium eine Halbwertszeit von 1600 Jahren hat, strahlt es noch heute fast so stark wie damals. Die Leuchtfarbe wurde von Hand auf die Uhrenteile aufgetragen. Diese Arbeit wurde nicht nur in den Uhrenfabriken durchgeführt, sondern sehr häufig auch in Heimarbeit oder in kleinen Setzateliers. Der entscheidende Grund für den Stopp der Verwendung von Radiumleuchtfarbe war die Inkraftsetzung der ersten Verordnung über den Strahlenschutz im Jahr 1963. Zuvor gab es zwar Richtlinien, aber nur wenige Kontrollen.

Sie haben fast 1100 Liegenschaften untersucht. Wie wurden sie identifiziert?

Zu Beginn des Aktionsplans mussten wir ein Inventar der potenziell radiumkontaminierten Liegenschaften durch die Uhrenindustrie erstellen. Im Jahr 2015 haben wir dem Historischen Institut der Universität Bern einen Rechercheauftrag erteilt, der rund tausend potenziell kontaminierte Liegenschaften identifiziert hat. Diese Nachforschung war aufwändig, da insbesondere die Heimarbeitsplätze oft nicht offiziell registriert und daher schwer zu finden waren. Weitere Liegenschaften wurden zum Beispiel in alten Telefonbüchern gefunden.

Wie liefen die Untersuchungen ab?

Wir arbeiteten nach einem standardisierten Messprotokoll. Die Methoden haben wir in zwei wissenschaftlichen Artikeln publiziert. Es war uns sehr wichtig, dass unsere Methoden belastbare Daten und Resultate liefern. Wir massen die Ortsdosisleistung in allen Innenräumen und im Garten. Bei positivem Radiumbefund untersuchten wir die betroffenen Bereiche detailliert (das heisst mit einem engeren Messraster) und nahmen wo nötig auch Proben, die wir später in unserem Labor analysieren liessen. Je nach Grösse der Liegenschaft und dem Umfang der Kontamination konnten solche Detailuntersuchungen mehrere Stunden bis sogar Tage dauern. Basierend auf den

Messresultaten schätzten wir dann die Jahresdosen für die Bewohnerinnen und Bewohner ab. Von den fast 1100 untersuchten Liegenschaften wiesen 163 einen Sanierungsbedarf auf, da der Referenzwert für die Jahresdosis von 1 Millisievert überschritten wurde.

Haben Sie auch Radium ausserhalb von Wohnungen und Ateliers gefunden?

Ja, wir haben über hundert kontaminierte Gärten gefunden. Vermutlich weil Putzwasser im Garten ausgeschüttet oder zum Bewässern benutzt wurde oder Abfälle vergraben wurden. Eine Richtlinie aus den 1950er-Jahren empfahl sogar, mit Radium kontaminierte Abfälle direkt auf dem Grundstück in einem Meter Tiefe zu vergraben. Vor allem diese Praktik hat zu vielen sogenannten «Hotspots», also sehr lokalisierten, aber starken Kontaminationen geführt. Diese Hotspots wiesen im Schnitt etwa 600- bis 700-mal höhere Werte als der natürliche Radiumgehalt im Boden auf, was eine Sanierung unumgänglich machte.

Wie wurden die Sanierungen durchgeführt und finanziert?

Für die Sanierungen haben wir spezialisierte Firmen beigezogen. Das Knowhow hat sich im Laufe des Projektes stetig aufgebaut. Aktuell sind noch drei Firmen tätig, die für allfällige künftige Sanierungen zur Verfügung stehen. Für die Finanzierung der Sanierungen haben wir vor Beginn des Aktionsplans ein Rechtsgutachten eingeholt, da das Strahlenschutzgesetz keine Bestimmungen dafür vorsieht. In der Regel gilt das Verursacherprinzip; das heisst, dass der Verursacher die Kosten für die Sanierung trägt. Bei heute bewilligten Tätigkeiten ist dies eigentlich kein Problem – bei Altlasten hingegen gibt es kaum noch identifizierbare Verursacher. Deshalb wurde entschieden, dass der Bund diese Kosten trägt. Insgesamt kostete der Aktionsplan den Bund unter Berücksichtigung aller Ausgaben und Einnahmen, aber ohne Personalaufwand, etwa 11 Millionen Franken. Im Schnitt beliefen sich die Kosten auf rund 40 000 Franken pro Sanierungsfall – in einzelnen Fällen, vor allem, wenn wir auch noch den Garten sanieren mussten, lagen wir bei über 90 000 Franken.

Wo wurden die Sanierungsabfälle entsorgt?

In der Schweiz existieren verschiedene Wege für die Entsorgung von Abfällen. Leicht kontaminierte Abfälle können, je nach Zusammensetzung, verbrannt oder in einer Typ E-Deponie abgelagert werden. Stark kontaminiertes Material muss als radioaktiver Abfall im Bundeszwischenlager entsorgt werden, was sehr teuer ist. Wir mussten also jeweils entscheiden, welcher Weg für welche Art von Abfall der geeignetste ist – und dabei immer die gesetzlichen Grundlagen, die Umwelt, den Strahlenschutz und die Kosten im Blick behalten. Mit diesem Vorgehen konnten wir eine zusätzliche Belastung der Umwelt verhindern und dafür sorgen, dass die Kontaminationen langfristig rückverfolgbar bleiben.

Gibt es einen Sanierungsfall, der für Sie besonders erinnerungswürdig oder herausfordernd war?

Es sind die aufwendigen Sanierungen, die mir in Erinnerung geblieben sind; davon gab es ein paar. Vor allem Sanierungen, bei denen wir auf sogenannte Mischkontaminationen gestossen sind, haben uns stark beschäftigt. In diesen Fällen mussten wir nicht nur die Radiumkontamination beachten, sondern auch Schwermetalle und weitere chemische Kontaminationen wie zum Beispiel Kohlenwasserstoffe. Dies hat sowohl die Analytik als auch die spätere Entsorgung erschwert. Wir mussten Labore finden, die chemische Schadstoffe in radiumkontaminierten Proben untersuchen können. Für die Schwermetalle hat dies das Labor Spiez übernehmen können. Für weitere chemische Kontaminationen mussten in der Privatwirtschaft zuerst Kompetenzen geschaffen werden. Diese sind nun vorhanden, was auch über den Aktionsplan hinaus noch sehr nützlich sein könnte. Unsere erste Sanierung mit Mischkontaminationen betraf ein grosses ehemaliges Setzatelier in La Chaux-de-Fonds. Hier waren nicht nur das Gebäude und der Garten, sondern auch sämtliche Nachbargärten kontaminiert. Die Sanierungsarbeiten dauerten mehrere Monate, das vergisst man nicht so schnell.

In der Schweiz gibt es auch viele ehemalige Deponien. Einige davon waren in der Zeitspanne in Betrieb, während der Radiumleuchtfarbe verwendet wurde. Wie sind Sie mit den Radiumabfällen in diesen ehemaligen Deponien umgegangen?

Wir hatten im Aktionsplan ein von Sybille Estier geleitetes Teilprojekt, in dem wir ehemalige Deponien identifiziert haben, die radiumkontaminierte Abfälle aus der Uhrenindustrie enthalten könnten. Werden künftig auf den rund 250 identifizierten ehemaligen Deponien Aushubarbeiten durchgeführt, müssen Strahlenschutzmassnahmen ergriffen werden. Die Liste dieser Standorte ist unter www.bag.admin.ch/de/aktionsplan-radium-2015-2023 publiziert.

In diesem Teilprojekt haben wir eng mit den Kantonen, dem Bundesamt für Umwelt und der Suva zusammengearbeitet. Die Verteilung der Radiumabfälle in den Deponien ist meist nur sehr punktuell und ohne eine Öffnung des Deponiekörpers oft nicht nachweisbar. Diese Situation unterscheidet sich stark von den radiumkontaminierten Liegenschaften, weshalb keine Strahlenschutzmassnahmen erforderlich sind, solange eine ehemalige Deponie nicht geöffnet wird. Bei Aushubarbeiten hingegen könnte ein Kontakt der Arbeitskräfte mit solchen Abfällen oder eine Verbreitung in die Umwelt nicht ausgeschlossen werden, weshalb wir solche Arbeiten auch in Zukunft begleiten.

Wenn Sie eine Bilanz über die gesamte Zeit ziehen: Sind Sie zufrieden mit dem Verlauf?

Ich bin sehr zufrieden mit dem Verlauf und den Ergebnissen. Wir hatten sehr guten Zugang zu den Wohnungen. Am Ende gab es aus den über tausend Untersuchungen nur sieben Fälle, bei denen uns die Eigentümerschaft den Zugang verweigert hat. Bis auf zwei Ausnahmen konnten alle Liegenschaften saniert werden, was letztendlich ein grosser Erfolg war. Ohne das Engagement des Projektteams hätten wir unsere Ziele nicht erreichen können. Speziell möchte ich unseren damaligen Mitarbeitern Gennaro Di Tommaso und Claudio Stalder danken, die für die Umsetzung des Aktionsplans eingestellt wurden. Sie haben viele innovative Lösungen gefunden und so mit den relativ

begrenzten Ressourcen viel bewirken können.

Und sicherlich gibt es auch Punkte, die man rückblickend anders hätte angehen können. Persönlich hätte ich gerne öfter bei den Feldarbeiten mitgewirkt, denn nur so kann man sich einen Überblick über das gesamte Projekt schaffen.

Was war Ihr persönliches Highlight?

Die eidgenössische Finanzkontrolle EFK ist in einer Querschnittsprüfung zum Schluss gekommen, dass der Aktionsplan Radium ein vorbildliches Beispiel dafür ist, wie der Bund mit einem problematischen Stoff ganzheitlich umgeht. Im aktuellen Kontext der Sparmassnahmen in der Bundesverwaltung hat mich diese Einschätzung der EFK natürlich sehr gefreut!

Ich hatte aber auch während des ganzen Projekts immer wieder kleine Highlights. Durch die Untersuchungen hatten wir viele spannende Kontakte zu den Bewohnerinnen und Bewohnern. Wir haben eine grosse Bandbreite an Liegenschaften besucht, von kleinen alten Wohnungen bis hin zu grossen Villen. Es war sehr spannend zu sehen, wie die gesamte Gesellschaft davon betroffen war.

Wie lief die Zusammenarbeit mit den betroffenen Kantonen und anderen Behörden?

Sehr gut und offen. Die Kantone unterstützten uns insbesondere bei der Suche nach geeigneten Typ E-Deponien, in denen leicht kontaminiertes inertes Material abgelagert werden konnte. Davon gibt es nicht so viele in der Schweiz. Unterstützung kam aber auch von den Gemeinden; insbesondere Biel hat uns geholfen, indem sie uns von Anfang an einen Standort für ein Zwischenlager zur Verfügung gestellt hat. Auch mit dem Bundesamt für Umwelt und der Suva waren wir in regelmässigem Kontakt; beide Stellen waren Teil des Steuerungsausschusses, der den Aktionsplan eng begleitet hat. Ganz generell hatte das BAG als Auftraggeber, Aufsichtsbehörde und Entsorger viele Hüte auf. Umso wichtiger war es, dass der Steuerungsausschuss als externe Instanz die Entscheidungen mitträgt.

Hat der Aktionsplan Auswirkungen, die über Ihr Projektteam und das BAG hinausgehen?

Er schärfte das Bewusstsein für Radiumaltlasten und den richtigen Umgang damit – sowohl in der Abteilung Strahlenschutz selbst als auch bei der Bevölkerung und in den betroffenen Kantonen und Gemeinden. Innerhalb der Abteilung haben wir neue Kompetenzen in Bezug auf die Diagnostik und die Dekontaminationsarbeiten entwickelt. Zusätzlich haben wir jetzt Kontakt zu externen Firmen, die Radiumsanierungen durchführen. Insgesamt denke ich, dass wir an Kompetenzen gewonnen haben und im Falle einer Krise durch radioaktive Kontamination in der Schweiz viel besser aufgestellt sind als vor dem Aktionsplan. Darüber hinaus stiess der Aktionsplan auf grosses Interesse seitens der internationalen Strahlenschutzgemeinschaft, insbesondere innerhalb der Internationalen Strahlenschutzkommission.

Sie sagen, dass uns die gewonnenen Kompetenzen auch in Zukunft nützlich sein könnten. Heisst das, dass uns das Thema Radium auch nach dem Abschluss des Aktionsplans noch weiter beschäftigen wird?

Man kann mit gutem Gewissen sagen, dass das Thema Radium bei Liegenschaften nun unter Kontrolle ist. Sicherlich werden wir in Zukunft noch einzelne Fälle bearbeiten müssen, doch der Grossteil ist abgeschlossen.

Langfristig wird das Problem eher bei den ehemaligen Deponien liegen, da die vorgesehenen Strahlenschutzmassnahmen erst bei einer Öffnung des Deponiekörpers nötig werden. Es ist daher wichtig, dass Firmen, die sich ganz generell mit belasteten Standorten befassen, über die nötigen Kenntnisse im Strahlenschutz verfügen und ein Bewusstsein dafür entwickeln. Zudem müssen die richtigen Stellen bei den Gemeinden und Kantonen mit ins Boot geholt werden.

Die grösste Herausforderung werden hier aber auch wieder die Mischkontaminationen sein, da bei solchen Standorten sowohl die Analytik als auch die Entsorgung sehr komplex – und teuer – werden können.

Wir haben auch festgestellt, dass radiumhaltiges Uhrenmaterial noch sehr verbreitet ist; an Uhren- und Antiquitätenbörsen stösst man zum Beispiel häufig darauf. Diese Problematik müssen wir angehen und insbesondere Uhrmacher bzw. Sammlerinnen und Sammler stärker auf das Thema sensibilisieren. Das Thema Radium ist also noch lange nicht abgeschlossen.

Was muss ich tun, wenn ich in einer Liegenschaft Radium vermute oder auf eine radiumhaltige Uhr stosse?

Das BAG steht weiterhin zur Verfügung, um Untersuchungen durchzuführen. Die Finanzierung von Radiumsanierungen soll durch die Revision des Strahlenschutzgesetzes (StSG) geregelt werden, sodass klare Regelungen stehen, falls zukünftig neue Sanierungen erforderlich sind und kein Verursacher mehr identifiziert werden kann. Neu ist ein ähnliches System wie im Umweltschutzbereich mit einem Kostenverteilungsschlüssel vorgesehen. Seit November 2024 liegt die Vorlage der Teilrevision des StSG beim Parlament.

Falls eine Privatperson zum Beispiel eine Uhr mit Radiumleuchtfarbe findet, kann sie das BAG kontaktieren. Das gilt auch, wenn man sich nicht sicher ist, ob ein Objekt Radium enthält oder nicht. Wir führen dann eine Messung durch und koordinieren falls nötig die Entsorgung.

Wo kann ich mich informieren, wenn ich noch mehr über Radium und den Aktionsplan erfahren möchte?

Alle Informationen zum Aktionsplan, zu den Teilprojekten und verwandten Themen sind auf unserer Webseite publiziert: www.bag.admin.ch/de/aktionsplan-radium-2015-2023. Dort findet man auch den Schlussbericht des Aktionsplans, den der Bundesrat im November 2024 zur Kenntnis genommen hat. Dieser Abschlussbericht vertieft noch viele der Themen, über die wir gesprochen haben.

Weitere Informationen finden Sie auf Seite 45 dieses Berichtes.



Martha Palacios arbeitet seit 2004 in der Abteilung Strahlenschutz des BAG als wissenschaftliche Mitarbeiterin und Stellvertreterin des Leiters der Sektion Radiologische Risiken. Zu ihren Aufgaben gehören hauptsächlich das Management des Radonrisikos und der radiologischen Altlasten. Sie leitete den Radium-Aktionsplan zwischen 2019 und 2023 und wird ab 2025 die Leitung des Projekts zur Revision der Verordnungen zum Strahlenschutz übernehmen.

Strahlenschutz in Medizin und Forschung

Das BAG setzt sich als Aufsichtsbehörde im Strahlenschutz für den Schutz von Patientinnen und Patienten, beruflich strahlenexponierten Personen und der Umwelt ein. Im Berichtsjahr entwickelte es seine Aufsichtsgrundsätze und -methoden in einem Aufsichtskonzept weiter. Mit dem Konzept wird eine systematische Aufsichtspraxis etabliert, die eine gleichwertige Behandlung aller beaufsichtigten Betriebe sicherstellt. Die Aufsicht soll gemäss den Grundsätzen risikobasiert und partnerschaftlich erfolgen und die digitalen Möglichkeiten nutzen. Betriebe und Behörden leben eine konstruktive Fehlerkultur („Just Culture“) und leiten aus Fehlern und radiologischen Ereignissen konkrete Verbesserungsmassnahmen ab. Das BAG stärkt durch eine transparente Kommunikation über behördliche Entscheidungsprozesse das Vertrauen der Bewilligungsinhaber. Dies fördert die kontinuierliche Qualitätsverbesserung bei der Umsetzung der Strahlenschutzaufgaben.

Das Aufsichtskonzept des BAG definiert die strategische Ausrichtung im Strahlenschutz und umfasst die vier Kernaufgaben: Bewilligung,

Aufsicht, Durchsetzung und Regulierung (vgl. Abb. 1).



Abb. 1:
Das neue Aufsichtskonzept beschreibt die vier Kernaufgaben des BAG im Strahlenschutz: Bewilligung, Aufsicht, Durchsetzung und Regulierung.

Im Zentrum stehen sieben *Aufsichtsgrundsätze* (vgl. Kasten) und eine Beschreibung der

eingesetzten *Aufsichtsinstrumente* (vgl. Seite 16).

Die sieben Aufsichtsgrundsätze im Strahlenschutz

1. **Graded Approach:**
Die Aufsicht erfolgt risikobasiert, wobei der Umfang je nach Höhe der (potenziellen) Strahlenexposition für Personal, Patienten und Bevölkerung angepasst wird.
2. **Präsenz in den Betrieben:**
Eine angemessene Präsenz des BAG in den Betrieben ist notwendig, um das Vertrauen zu stärken und den Strahlenschutz durch partnerschaftliche Zusammenarbeit zu gewährleisten.
3. **Werkzeuge bei mangelnder Kooperation:**
Bei Verstößen oder fehlender Kooperation stehen Eskalationsmassnahmen zur Verfügung, um die Strahlenschutzziele durchzusetzen.
4. **Fachliche Kompetenz:**
Die kontinuierliche Förderung der fachlichen Kompetenz der Mitarbeitenden in der Abteilung Strahlenschutz ist entscheidend für den Erfolg der Aufsicht.
5. **Strahlenschutzkultur:**
Die Förderung einer positiven Strahlenschutzkultur in den Betrieben erfolgt durch geeignete Aufsichtsinstrumente und eine transparente Fehlerkultur.
6. **Digitalisierung und datenbasierte Aufsicht:**
Durch den Einsatz von IT-Fachanwendungen werden relevante Daten erhoben, um eine effiziente und qualitativ hochwertige Aufsicht zu gewährleisten.
7. **Technologische und wissenschaftliche Entwicklungen:**
Die aktive Verfolgung und Berücksichtigung aktueller Entwicklungen im Strahlenschutz sichert eine fundierte und zeitgemässe Aufsicht.

Zudem wird die *Methodik zur Risikoeinstufung* im Konzept erläutert: Das zentrale Kriterium dabei ist die Höhe der vorhandenen oder potentiellen Strahlenexposition (Dosis) für beruflich strahlenexponierte Personen, Bevölkerung und Patienten. Auf Basis dieser Risikoeinstufung legt das BAG die *Intensität der Aufsichtstätigkeit* (d. h. *Häufigkeit und Umfang*)

fest: Bei Betrieben oder Anwendungsbereichen mit hohem Risiko stehen verschiedenen Aufsichtsinstrumente wie Vor-Ort-Kontrollen im Vordergrund – sei es durch Inspektionen, Fachgespräche oder Coaching-Massnahmen. Zu den Betrieben mit hohem Risiko zählen beispielsweise Radiotherapieabteilungen in Spitälern oder Teilchenbeschleuniger in

Forschungseinrichtungen. Bei mittlerem und insbesondere niedrigem Risiko können die regelmässigen Aufsichtstätigkeiten gemäss dem *Graded Approach*-Prinzip auch durch administrative Massnahmen wie individuelle Abklärungen oder Erhebungen erfolgen. In diese Kategorie fallen unter anderem Arzt- und Zahnarztpraxen.

Weitere Teile des Konzepts widmen sich den Durchsetzungsmassnahmen bei Verstössen gegen gesetzliche Vorgaben (vgl. Kap. Seite 16) sowie den Verantwortlichkeiten bei Rechtssetzungsprojekten (Regulierung).

Das erweiterte Aufsichtskonzept dient als Grundlage für die Entwicklung und Umsetzung der jährlichen Aufsichtsprogramme im Strahlenschutz. Diese gliedern sich in:

a) Aufsichtsschwerpunkte:

Schweizweite Evaluation und Optimierung des Strahlenschutzes in spezifischen Bereichen, besonders bei neuen Technologien oder Sicherheitsrisiken, und

b) Individuelle Aufsicht:

Risikobasierte Kontrollen einzelner Betriebe.

In einem kontinuierlichen Verbesserungsprozess werden die Erkenntnisse aus den Aufsichtstätigkeiten systematisch ausgewertet: Diese fliessen sowohl in die Weiterentwicklung der Aufsichtsprogramme als auch in die Aktualisierung des Aufsichtskonzepts sowie in die Anforderungen im Strahlenschutz ein (siehe Abbildung 2).

Die Aufsichtsinstrumente

Das BAG übt seine Aufsichtsfunktion primär durch die Erteilung von Bewilligungen für den Umgang mit radioaktiven Stoffen und Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlung aus. Dies ermöglicht eine effektive Überwachung der bewilligungsspezifischen Auflagen und ein gezieltes Eingreifen bei Bedarf. Das BAG überwacht die bewilligten Anwendungen und leitet bei Optimierungsbedarf oder Gesetzesverstössen entsprechende Korrekturmassnahmen ein. Für die Aufsicht steht dem BAG ein differenziertes Instrumentarium zur Verfügung.

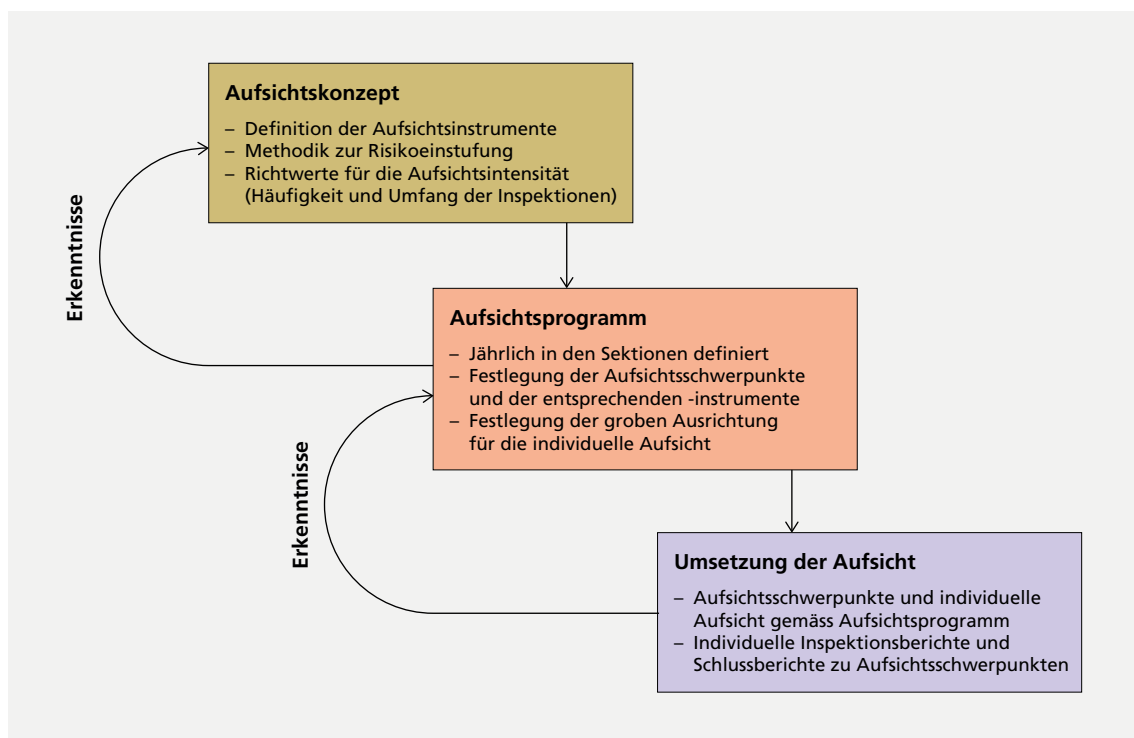


Abb. 2: Kontinuierlicher Verbesserungsprozess: Das Aufsichtskonzept gibt den strategischen Rahmen für die Aufsichtsprogramme sowie deren konkrete Umsetzung vor. Umgekehrt können Erkenntnisse aus der praktischen Aufsichtstätigkeit dazu beitragen, die Aufsichtsprogramme oder das übergeordnete Aufsichtskonzept anzupassen.

Neben klassischen Vor-Ort-Kontrollen können auch administrative oder delegierte Kontrollverfahren zum Einsatz kommen, die durch die digitale Plattform RPS unterstützt werden, vgl. nachfolgende Liste:

1. *Inspektion:*
Vor-Ort-Kontrollen zur Überprüfung der Einhaltung gesetzlicher Vorgaben, verbunden mit der Anforderung von Korrekturmassnahmen und deren Überwachung.
2. *Fachgespräch:*
Regelmässige oder punktuelle Treffen zwischen BAG-Inspektoren und den Strahlenschutz-Verantwortlichen eines Betriebs, um den Austausch und die Zusammenarbeit zu fördern sowie Herausforderungen frühzeitig zu erkennen.
3. *Coaching:*
Schulungen oder Demonstrationen durch das BAG, um den Betrieb in spezifischen Strahlenschutzfragen zu unterstützen und die Umsetzung von Optimierungs- und Rechtfertigungsprinzipien zu sichern.
4. *Administrative Aufsicht:*
Umfasst Abklärungen, strukturierte Erhebungen, die Überprüfung von Meldungen und die Analyse von Strahlendosen sowie die Überprüfung der Strahlenschutz Ausbildung.
5. *Delegierte Kontrolle:*
Vom BAG bewilligte Fachfirmen übernehmen bestimmte Kontrollen, wie die technische Qualitätssicherung von Röntgenanlagen oder Messgerätetests. Das BAG überwacht diese Kontrollen und greift nur bei Problemen ein.
6. *Klinische Audits:*
Audits in Form von Peer Reviews in medizinischen Bereichen wie der Radiologie, bei denen Fachexperten die Einhaltung von Standards prüfen und Empfehlungen zur Verbesserung der Praxis unterbreiten. Das BAG koordiniert diese Audits und wird bei schwerwiegenden Verstössen informiert.

Durchsetzungsmassnahmen bei Verstössen gegen die Gesetzgebung

Das BAG identifiziert Verstösse generell im Rahmen seiner regulären Aufsichtstätigkeiten. Vorrangiges Ziel ist es dabei, die festgestellten Verstösse zu korrigieren und die Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben wiederherzustellen. Wenn dies nicht gelingt, kann als letzte Konsequenz die Bewilligung entzogen werden.

Die Durchsetzung erfolgt über mehrere Eskalationsstufen mit verschiedenen verwaltungsrechtlichen und strafrechtlichen Zwangsmitteln. Dabei geht die Behörde risikobasiert und verhältnismässig vor. Zunächst werden im Rahmen der Aufsicht Korrekturmassnahmen mit Umsetzungsfristen ergriffen. Wenn diese nicht ausreichen – etwa bei Nichteinhaltung von Fristen oder vorsätzlichen bzw. wiederholten Verstössen – folgen strengere Durchsetzungsmassnahmen mittels anfechtbarer Verfügungen.

Bei vermuteten vorsätzlichen oder fahrlässigen Gesetzesverstössen kann das BAG ein Verwaltungsstrafverfahren einleiten. Die möglichen Sanktionen im Verwaltungsstrafverfahren umfassen z. B. Bussen, Gewinneinziehung oder bei schweren Vergehen eine Anzeige bei der Bundesanwaltschaft.

Highlights der Aufsichtstätigkeiten 2024

One Minute Wonder zum Verzicht auf Patientenschutzmittel

Bei der Anwendung von Patientenschutzmitteln (Bleischürzen) bei radiologischen Anwendungen hat sich in den letzten Jahren ein Paradigmenwechsel vollzogen. Früher waren Patientenschutzmittel wichtig, um die Strahlenexposition der betroffenen Patientinnen und Patienten deutlich zu reduzieren. Doch das ist lange her.

In der Zwischenzeit haben sich technologische Fortschritte und Neuentwicklungen durchgesetzt. Moderne Röntgensysteme und Optimierungstechniken führen zu einem verbesserten Strahlenschutz für Patientinnen und Patienten, so dass eine Bleischürze keinen zusätzlichen Schutz mehr bringt. Im ungünstigsten Fall erhöht eine Bleischürze die Strah-

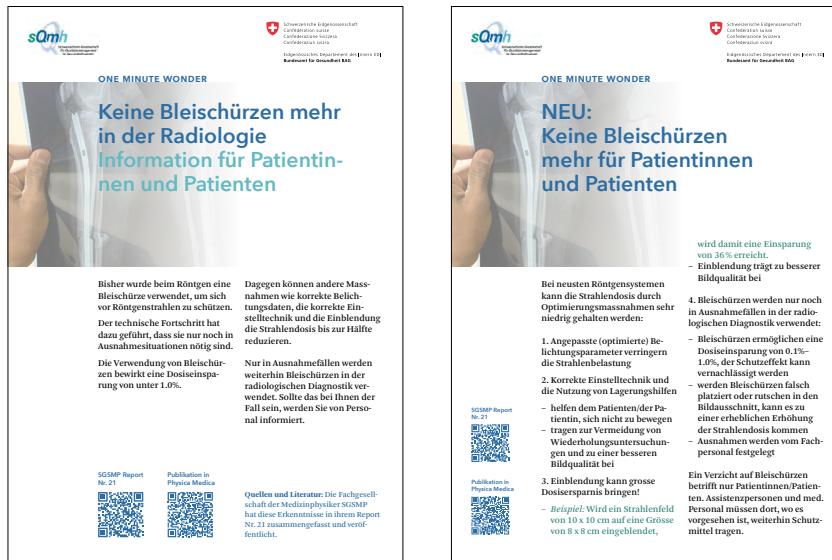


Abb. 3:
Um Patientinnen und Patienten sowie medizinische Fachpersonen zum Verzicht auf Patientenschutzmittel zu informieren, hat die Abteilung Strahlenschutz des BAG zusammen mit der Schweizerischen Gesellschaft für Qualitätsmanagement im Gesundheitswesen sQmh zwei sogenannte One Minute Wonder (Lerntafeln) herausgegeben.

lenexposition sogar, beispielsweise wenn sie nicht ganz korrekt platziert ist.

Um Patientinnen und Patienten sowie Anwenderinnen und Anwender verständlich zu informieren, hat die Abteilung Strahlenschutz des BAG zusammen mit der Schweizerischen Gesellschaft für Qualitätsmanagement im Gesundheitswesen sQmh zwei sogenannte One Minute Wonder (Lerntafeln) erarbeitet und herausgegeben. Die Version für Patientinnen und Patienten kann in Wartezimmern aufgelegt, in Umkleidekabinen aufgehängt oder an Patientinnen und Patienten abgegeben werden. Sie enthält einen QR-Code mit wissenschaftlichen Hintergrundinformationen (siehe Abb. 3).

Die Version für medizinische Fachpersonen listet verschiedene Optimierungstechniken und deren Wirksamkeit auf. Sie kann als Checkliste verwendet werden und enthält ebenfalls einen QR-Code mit wissenschaftlichen Hintergrundinformationen.

Man kann die One Minute Wonder von zwei Webseiten herunterladen: www.bag.admin.ch/de/strahlenschutz-wegleitungen oder über [Neuigkeiten / Termine - sQmh](#)

Klinische Audits im Strahlenschutz

Das Projekt Klinische Audits im Strahlenschutz verzeichnete 2024 bedeutende Fortschritte, mit verstärkter Audittätigkeit in den Fachbereichen Radiologie, Nuklearmedizin, Strahlentherapie und Kardiologie. Seit Anfang des Projekts bis Ende 2024 haben 192 Zentren ein Audit durchlaufen (siehe Abb. 4).

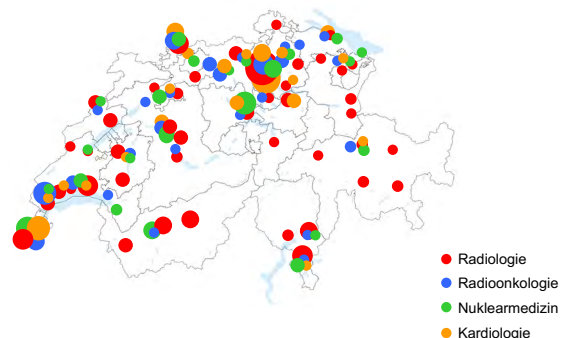


Abb. 4:
Karte mit den Zentren, in denen bis Ende 2024 ein klinisches Audit durchgeführt wurde.

2024 wurden landesweit 31 öffentliche und private Betriebe auditiert. Dabei zeichneten sich die auditierten Zentren durch ihren hohen Organisationsgrad, ihre vollständige Dokumentation und die sehr gute Einhaltung der Vorschriften aus. Zu den vorgeschlagenen Verbesserungsempfehlungen zählten insbesondere die Optimierung der Weisungen zur Nachbetreuung der Patientinnen und Patienten, die Dosismodulation in den CT-Protokollen und die Einführung der systematischen Dosimetrie zur Überwachung der Exposition des Personals.

Eine 2024 durchgeführte Umfrage ergab, dass 75 Prozent der auditierten Betriebe den Nutzen klinischer Audits zur qualitativen Verbesserung des Strahlenschutzes für Patientinnen und Patienten wie auch das Personal anerkannten. Die Betriebe berichteten von einer Verbesserung der Dokumentation und der internen Abläufe. Besonders hervorgehoben wurde das Format der Peer Review, das einen konstruktiven Rahmen für den Wissensaustausch zwischen Auditoren und Auditierten schafft.

Internationale Aufmerksamkeit erhielt das Projekt 2024 durch eine Präsentation am European Congress of Radiology (ECR) sowie die Veröffentlichung eines Artikels in der Fachzeitschrift AuntMinnieEurope¹.

Für 2025 ist der Abschluss des ersten Auditzyklus in allen Fachgebieten (mit Ausnahme der Radiologie) vorgesehen. Zudem wird das Projekt auf die interventionelle Urologie ausgeweitet, begleitet von neuen Organisationsreglementen und Pauschalverträgen. Ab 2026 beginnt in der Kardiologie, Strahlentherapie und Nuklearmedizin ein zweiter Auditzyklus mit fachspezifischen Zielsetzungen.

Aktualisierung von Wegleitungen

Wegleitung zu Qualitätsprüfungen an Cone-Beam-Computertomographiesystemen

Seit Herbst 2023 hat das BAG überprüft, ob die Bewilligungsinhaberinnen und -inhaber die im Jahr 2022 veröffentlichte Wegleitung für die Qualitätsprüfungen an Röntgensystemen für die 3D-Bildgebung umsetzen. Es handelt

sich dabei um sogenannte Cone-Beam-Computertomographiesysteme (CBCT-Systeme). Zu diesem Zweck begleitete das BAG die Hersteller- und Installationsfirmen, die Zustandsprüfungen an den verschiedenen Gerätetypen durchgeführt haben. Durch den direkten Austausch mit den Firmen konnte das BAG Schwierigkeiten und Unklarheiten bei der Umsetzung der Vorgaben identifizieren und klären. Auf Grund dieser Erkenntnisse hat das BAG eine aktualisierte Version der Wegleitung Qualitätsprüfungen CBCT (vgl.: www.bag.admin.ch/de/strahlenschutz-wegleitungen) publiziert.

Ergänzung der Wegleitung zu Befundmonitoren

Das BAG hat die im Jahr 2021 publizierte Wegleitung Anforderungen an medizinische Befundmonitore und die technische Qualitätssicherung (vgl.: www.bag.admin.ch/de/strahlenschutz-wegleitungen) präzisiert und mit einem Anhang zu typischen Anwendungen und deren Zuordnung in die entsprechende Raumklasse ergänzt. Diese Beispiele dienen als Orientierungshilfe zur praxisbezogenen Umsetzung des Raumklassenkonzepts.

Aufsichtsbereich Radiopharmazeutika

Das BAG hat 2024 Zustimmungen zu drei Zulassungen für die Diagnose von Prostatakarzinomen mit ¹⁸F-PSMA-1007 erteilt. Es erteilte auch seine Zustimmung zur zweiten Zulassung für das Therapeutikum Lutathera für eine Qualität ohne das längerlebige Lu-177m als Spurenverunreinigung.

Bei den klinischen Studien hat das BAG Stellungnahmen zu sieben neu eingereichten Projekten abgegeben, mit insgesamt 10 verschiedenen radiopharmazeutischen Wirkstoffen. Die Forschungsaktivitäten haben sich demnach gegenüber den Vorjahren nochmals intensiviert.

Mit der im November 2024 in Kraft getretenen Revision der Verordnungen für klinische Versuche und Humanforschungsprojekte wird bei begleitenden Untersuchungen, bei denen nicht zugelassene Radiopharmazeutika oder

¹ [Swiss overcome logistical issues in clinical audits | AuntMinnieEurope](https://www.auntminnie.com/europe)

andere radioaktive Stoffe angewendet werden, neu immer auch eine Stellungnahme des BAG erforderlich, unabhängig von der erwarteten effektiven Dosis. Bisher galt dies erst ab einer Dosis von mehr als 5 mSv pro Jahr. Dies erhöht die Sicherheit für Patienten und Probanden, da die effektive Dosis und pharmazeutische Sicherheit auch von der Qualität der eingesetzten Substanzen abhängt und diese nun bei nicht zugelassenen Substanzen vom BAG kompetent geprüft werden kann.

Radiation Portal Switzerland: wichtige Neuerungen im Jahr 2024

Mit der Weiterentwicklung des Bewilligungsportals RPS hat das BAG im Berichtsjahr etliche Meilensteine erreicht, welche die Effizienz und Sicherheit im Strahlenschutz laufend verbessern. Die externen Betriebe sind gemäss Kundenfeedback zufrieden mit dem System: Über 93 % der Rückmeldungen waren positiv. Inzwischen zählt das im Jahr 2023 eingeführte Portal bereits über 26 000 aktive Bewilligungen und rund 11 000 Nutzende.

Besonders hervorzuheben ist das neue Feature *Massenmutation Sachverständige Personen*: Es ermöglicht, sachverständige Personen auf mehreren Bewilligungen über ein einziges Gesuch zu ersetzen, hinzuzufügen, zu entfernen oder anzupassen. Bis heute wurden 130 Gesuche erfolgreich verarbeitet, der administrative Aufwand dafür wurde erheblich gesenkt.

Ein weiteres wichtiges Feature ist das *Nationale Register der Strahlendosen radiologischer Untersuchungen*. Durch dieses Feature können die Inhaber und Inhaberinnen von Bewilligungen die Strahlendosen ihrer radiologischen Untersuchungen standardisiert erfassen und zentral in RPS übermitteln. Dieser Prozess ist im Vergleich zu früheren Dosiserhebungen deutlich effizienter und einfacher. Auf der Basis der gesammelten Strahlendosen können regelmässig aktuelle Diagnostische Referenzwerte (DRW) hergeleitet werden. DRW stellen für die anwendenden Personen ionisierender Strahlung in der medizinischen Diagnostik ein wichtiges Hilfsmittel dar, um die Strahlenbelastung der Patienten und Patientinnen zu optimieren. Zudem lassen sich durch die erhobenen Strahlendosen diejenigen Anwendungsbereiche erkennen, die mit einem be-

sonders hohen Strahlenrisiko für die Patienten und Patientinnen verbunden sind. Das BAG kann somit den Schwerpunkt seiner Aufsichtstätigkeit auf diese Bereiche legen. Das Register dient aber nicht nur den Fachpersonen in der Abteilung Strahlenschutz als Grundlage für eine datenbasierte Aufsicht, sondern auch den Inhaber und Inhaberinnen von Bewilligungen: Strahlendosen können benutzerfreundlich übermittelt, ausgewertet und mit nationalen DRW verglichen werden.

Auch das neue Meldefeature *Jahresmeldung von offenen radioaktiven Stoffen* bringt Verbesserungen: Rund 150 Betriebe mit insgesamt 300 Bewilligungen, die offene radioaktive Stoffe verwenden, können jährlich ihren Umsatz dieser Stoffe über das RPS-Portal melden. Ende des Jahres erhalten sie eine automatische Erinnerung per E-Mail, um die obligatorische Meldung rechtzeitig zu übermitteln. Eine wesentliche Neuerung betrifft die grafische Darstellung der erfassten Werte, die einen Vergleich mit den Zahlen des Vorjahres erlaubt. So können grosse, unnatürliche Abweichungen frühzeitig erkannt werden, die oft durch die fehlerhafte Eingabe einer falschen Einheit entstehen. Mit dem neuen Feature übernimmt RPS den gesamten Ablauf vollautomatisch. Dies reduziert nicht nur die Arbeitslast der BAG-Mitarbeitenden erheblich, sondern erleichtert auch den Meldeprozess für die Betriebe.

Im Jahr 2025 wird RPS im gleichen Tempo weiterentwickelt: So etwa werden Meldende eines radiologischen Strahlenereignisses die gesetzliche Meldepflicht direkt auf RPS wahrnehmen können.

Überwachung strahlenexponierter Personen

2024 waren in der Schweiz total ca. 113 300 Personen beruflich strahlenexponiert. Der grösste Teil davon arbeitet in der Medizin. Rund 9500 Personen waren durch ihre Tätigkeit an Bord von Flugzeugen erhöhter kosmischer Strahlung ausgesetzt und somit beruflich strahlenexponiert. Im Rahmen seiner Aufsichtstätigkeit untersucht das BAG in den Bereichen Medizin und Forschung alle Ganzkörper- und Augenlinsendosen über 2 mSv im Monat, sowie alle Extremitätendosen über 50 mSv.

Bei einem in der interventionellen Radiologie tätigen Radiologiefachmann wurde eine Augenlinsendosis von 28 mSv gemessen, was einer Überschreitung des Jahresgrenzwerts von 20 mSv entspricht. Trotz einer Untersuchung im betroffenen Spital konnte keine Ursache für die mit einem Augenlinsendosimeter gemessene Dosis gefunden werden. Die Tätigkeiten der Person liessen nicht auf eine Dosis in dieser Grössenordnung schliessen. Der gemessene Wert wurde dennoch im zentralen Dosisregister verbucht.

Eine zweite Überschreitung des Jahresgrenzwertes wurde bei einem Radiologiefachmann in der Radiologie festgestellt. Die Person akkumulierte eine effektive Dosis von 20,1 mSv pro Jahr und eine Augenlinsendosis von 20,3 mSv pro Jahr, was auf eine effektive Monatsdosis von 19,7 mSv und eine monatliche Augenlinsendosis von 19,9 mSv zurückzuführen ist. Sie arbeitete hauptsächlich in der CT-Diagnostik. Auch in diesem Fall brachte die interne Untersuchung keine klare Dosisursache zutage, da die Person ausgesagt hat, sich während den Untersuchungen nie im CT-Raum aufgehalten zu haben. Die Vermutung, dass das Dosimeter im Raum verloren wurde, konnte nicht eindeutig bestätigt werden, so dass die Messwerte ins zentrale Dosisregister eingetragen wurden (vgl. Kapitel Radiologische Ereignisse, S. 30).

Das BAG publiziert im Jahresbericht «Dosismetrie der beruflich strahlenexponierten Personen in der Schweiz» ausführlichere Informationen über die akkumulierten Dosen. (www.bag.admin.ch/de/jahresberichte-strahlenschutz-und-dosimetrie).

Aus- und Fortbildung im Strahlenschutz

Der zunehmende Einsatz ionisierender Strahlung in der Diagnostik und Therapie sowie die raschen medizinischen Fortschritte erfordern eine Optimierung der Methoden und Verhaltensweisen von Personen, die mit ionisierender Strahlung arbeiten. Entscheidend sind dabei regelmässige Aus- und Fortbildungen sowie Instruktionen im Strahlenschutz. Da die Bewilligungsinhaberin sicherstellen muss, dass nur entsprechend aus- und fortgebildetes

Personal mit ionisierender Strahlung umgeht, ist jeder Betrieb verpflichtet, ein internes Aus- und Fortbildungskonzept erstellen.

Das BAG führte in Zusammenarbeit mit gfs.bern ein zweieinhalbjähriges Aufsichtsprojekt durch, um die Umsetzung der Aus- und Fortbildungspflicht im Strahlenschutz zu kontrollieren. Ziel war es, die Verfügbarkeit und Umsetzung interner Aus- und Fortbildungskonzepte sowie die Implementierung der Instruktion in medizinischen, zahnärztlichen und veterinärmedizinischen Betrieben zu prüfen. Das BAG stellte den Bewilligungsinhaberinnen dafür Wegleitungen und Konzeptvorlagen zu Instruktion, Aus- und Fortbildung zur Verfügung: www.bag.admin.ch/de/strahlenschutz-wegleitungen.

gfs.bern kontaktierte etwa ein Viertel aller Betriebe in der Human-, Zahn- und Veterinärmedizin (rund 2000 Betriebe) mit der Bitte, einen Online-Fragebogen auszufüllen und ihr internes Aus- und Fortbildungskonzept vorzulegen.

Die erste Auswertung der Kontrolle zeigt, dass das Bewusstsein für die Bedeutung von Aus- und Fortbildungen im Strahlenschutz in den Betrieben vorhanden ist. Ein Grossteil der befragten Betriebe verfügt über ein betriebsinternes Konzept, während andere zwar regelmässige Fortbildungen durchführen, diese aber nicht in einem Konzept definiert haben.

Positiv hervorzuheben ist, dass die Mehrheit des strahlenexponierten Personals in allen Bereichen vollständig aus- und fortgebildet ist. Gleichzeitig wurden Optimierungspotenziale identifiziert – insbesondere bei externen Fortbildungsangeboten, die in der Veterinärmedizin und in bestimmten Regionen weniger verfügbar sind. Die Kontrolle unterstreicht die Bedeutung von betriebsinternen Konzepten, um die Prozesse zur Instruktion sowie zur Aus- und Fortbildung strukturiert festzuhalten und deren konsequente Umsetzung sicherzustellen. Betriebe mit klar definierten Konzepten können die erforderlichen Aus- und Fortbildungsmassnahmen gezielter planen, dokumentieren und nachhaltig verankern.

Um die Qualität der Fortbildungen weiter zu verbessern, wünschen sich viele Betriebe

praxisnähere Inhalte, flexiblere Online-Angebote und eine zentrale Plattform zur Dokumentation. Eine bessere Verteilung der Fortbildungsangebote und praxisorientierte Fortbildungen könnten den Strahlenschutz weiter stärken und langfristig sichern. Ein Abschlussbericht folgt im nächsten Berichtsjahr.

Strahlenschutz am CERN

Die Europäische Organisation für Kernforschung (CERN) hat den Status einer internationalen Organisation. Das CERN bemüht sich jedoch, dass seine internen Vorschriften im Bereich Sicherheit und Schutz vor ionisierender Strahlung gleichwertige Garantien bieten wie die nationalen Vorschriften der beiden Gastländer Frankreich und Schweiz. Im November 2010 wurde in diesem Sinne eine tripartite Vereinbarung unterzeichnet. Diese sieht regelmäßige Besuche und Treffen auf verschiedenen Stufen vor, an denen das CERN und die Strahlenschutzbehörden der Gastländer (Autorité de sûreté nucléaire [ASN] in Frankreich und BAG in der Schweiz) teilnehmen.

Gemeinsame Besuche im CERN

Die Vertreterinnen und Vertreter von ASN und BAG führen jährlich mehrere gemeinsame Besuche im CERN durch. Im Anschluss daran übermitteln sie dem Forschungszentrum ihre Empfehlungen und Beobachtungen. Einer der 2024 organisierten gemeinsamen Besuche diente der Inspektion mehrerer Anlagen,

namentlich der Experimente IRRAD und CHARM in der Experimentierzone Ost sowie der Experimentierzone EAR1, die im n_TOF-Komplex integriert ist. In den Anlagen IRRAD und CHARM können mit einem Protonenstrahl aus dem Protonensynchrotron (PS) Proben unterschiedlicher Art – wie Teilchendetektoren, Elektronikkomponenten oder andere Materialarten – bestrahlt werden, um ihre Strahlhärte zu untersuchen. In der Experimentierzone EAR1 werden anhand eines Neutronenflusses aus dem n_TOF-Target die Wirkungsquerschnitte der Reaktionen zwischen den Neutronen und dem Probenmaterial untersucht (siehe Abb. 5). Die so gewonnenen Informationen finden in der Astrophysik, der Nuklearphysik oder der medizinischen Forschung Anwendung. Bezüglich IRRAD und CHARM diente der Besuch vorrangig der Prüfung des betrieblichen Strahlenschutzes bei der Vorbereitung der zu bestrahlenden Proben, deren Installation und Entfernung nach der Bestrahlung sowie ihrer anschließenden Handhabung. Der Besuch bei EAR1 erfolgte im Rahmen der Prüfung des Sicherheitsdossiers, das die Behörden genehmigen müssen. Insgesamt fiel die Bilanz der Vertretungen von ASN und BAG zum Besuch sehr positiv aus. Insbesondere bei den Anlagen IRRAD und CHARM würdigten sie die gute Arbeitsorganisation in Zonen, wo die verbleibende Dosisleistung relativ hoch ist, und begrüßten die Anstrengungen des CERN, die Installation und Entfernung der Proben zu automatisieren.

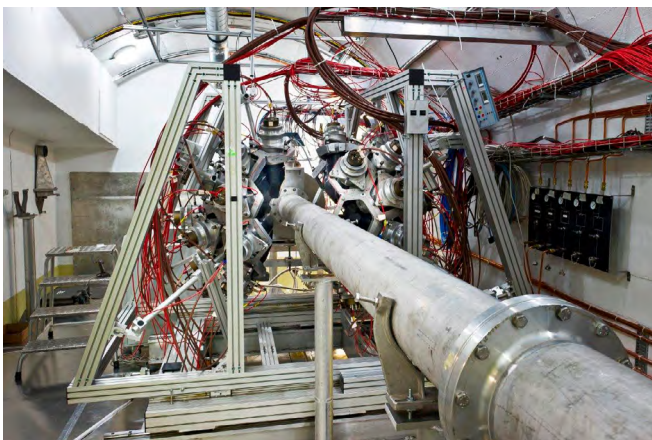


Abb. 5:
Eine Versuchsanordnung im Experimentierbereich EAR1. Der Neutronenstrahl kommt von unten rechts und bestrahlt die Proben, die in der Mitte der Detektoreinheit platziert sind. Diese ist in der Mitte des Bildes sichtbar. Referenz: CERN-Dokument EDMS 2817881, Strahlenschutzstudie für den Experimentierbereich 1 (EAR1) der n_TOF-Anlage. CERN Copyright 2010.

Genehmigung der Studie zu radioaktiven Abfällen im CERN

Das CERN hat seine Studie zur Entstehung radioaktiver Abfälle aus Betrieb und Rückbau seiner Anlagen aktualisiert. Das Dokument liefert den Gaststaaten essentielle Informationen, namentlich eine Auflistung der bereits entstandenen und derzeit im CERN zwischengelagerten radioaktiven Abfälle, eine Schätzung zu den künftigen Abfällen in einem Zeithorizont von 20 Jahren sowie die Klassifikation dieser Abfälle und deren künftigen Entsorgungswege in der Schweiz oder Frankreich.

Diese Daten ermöglichen der Schweiz, das Volumen an radioaktiven Abfällen aus dem CERN zu antizipieren. Im Vergleich zu früheren Schätzungen und unter Einbezug erster Schätzungen über den von der Studienzeitraum hinaus, wurde das Abfallvolumen für die Endlagerung im künftigen geologischen Tiefenlager nach unten korrigiert. Nach gründlicher Prüfung haben die ASN und das BAG das Dokument Ende 2024 genehmigt.

Neuer Ringbeschleuniger

Das CERN prüft den Bau eines neuen grossen Ringbeschleunigers. Das Grundszenario für den *Future Circular Collider* (FCC), mit einem Umfang von rund 90 Kilometern, sieht Bauarbeiten im kommenden Jahrzehnt und eine mögliche Inbetriebnahme Mitte der 2040er-Jahre vor. Über die Realisierung dieses neuen Beschleunigers wird der Rat des CERN im Jahr 2028 befinden. Als Entscheidungsgrundlage hat das CERN eine Machbarkeitsstudie angestossen, die 2025 abgeschlossen wird. Das Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation koordiniert die Evaluation der Machbarkeitsstudie, auf deren Basis die Schweiz ihre Position für die Schlussabstimmung 2028 definieren wird. Das BAG beteiligte sich 2024 an der Halbzeitevaluierung und konzentrierte seinen Beitrag auf Strahlenschutzaspekte und die Anlagensicherheit. Ausserdem präsentierte das CERN 2024 dem BAG und der ASN im Rahmen der tripartiten Vereinbarung die ersten Elemente der Strahlenschutzstudien, welche die Konzipierung des FCC begleiten.

Strahlenschutz am Paul-Scherrer-Institut

Das Paul-Scherrer-Institut (PSI) in Villigen AG gehört zu den grössten Forschungszentren der Schweiz. Die Beschleunigeranlagen und Forschungslabors des PSI fallen in den Aufsichts- und Bewilligungsbereich des BAG, während die Kernanlagen zum Zuständigkeitsbereich des Eidgenössischen Nuklearsicherheitsinspektorats (ENSI) gehören. Das BAG überprüft im Rahmen seiner Aufsichtstätigkeit, ob die Grenzwerte für ionisierende Strahlung am PSI eingehalten werden, um damit die Sicherheit der Bevölkerung, des PSI-Personals und der Umwelt zu gewährleisten.

Synchrotron Lichtquelle SLS-2.0

Die Upgrade-Arbeiten an der SLS wurden das gesamte Jahr über durchgeführt. Diese umfassten unter anderem den vollständigen Austausch des Speicherrings sowie Anpassungen an den Synchrotron-Strahllinien. Im Zuge dieser Arbeiten wurden die meisten elektrischen Dipolmagnete durch Permanentmagnete ersetzt, und die notwendigen Änderungen vorgenommen, damit die Energie des Strahls von 2,4 GeV auf 2,7 GeV erhöht werden konnte. Derzeit nähern sich die Arbeiten ihrem Abschluss. Die Sicherheitssysteme für die Mitarbeitenden wurden erfolgreich installiert und getestet. Die Wiederinbetriebnahme des Ringtunnels mit Strahl im Booster und Speicherring fanden im Dezember 2024 statt. Der Betrieb der Strahllinien für Nutzende wird im Laufe des Jahres 2025 unter dem Namen SLS 2.0 wieder aufgenommen. Das BAG steht in kontinuierlichem Austausch mit dem PSI, insbesondere hinsichtlich der erforderlichen Strahlenschutzmassnahmen sowie der Verfahren zur Entsorgung der dabei anfallenden radioaktiven Abfälle und Materialien.

Entwicklung einer neuen IP-2-Targetstation

Das Radiochemielabor des PSI entwickelt derzeit eine neue Version der Targetstation der Isotopenproduktionsanlage IP-2, um die Produktion von Radionukliden zu verbessern. Das neue Target wird es ermöglichen, Protonenenergien von bis zu 68 MeV zu verwenden, was bisher nicht möglich war. Dank weiterer technologischer Fortschritte wie einem optimierten Kühlsystem, einem neuen mehrstufigen Degradier und einer Echtzeitüberwachung der Strahlform werden diese Verbesserungen die Zuverlässigkeit, Sicherheit und Effizienz der Bestrahlung erhöhen. Das BAG arbeitet bei diesem Verfahren eng mit dem PSI zusammen, um die Sicherheitsaspekte dieses neuen Targets, den Strahlenschutz der an diesen Arbeiten beteiligten Arbeitnehmenden und die Entsorgung der anfallenden Abfälle zu optimieren.

Vorbereitungsmassnahmen für das IMPACT-Projekt

Im Zuge des IMPACT-Projekts (*Isotope and Muon Production using Advanced Cyclotron and Target technologies*) sind in den kommenden Jahren bedeutende Modifikationen am Protonenbeschleuniger HIPA erforderlich. Im Jahr 2024 wurden umfangreiche Vorstudien und Analysen durchgeführt, um die Grundlage für diese Arbeiten zu schaffen. Die Ergebnisse dieser Studien wurden dem BAG vorgestellt, welches die darauf basierenden Arbeitsverfahren überprüfen und genehmigen konnte. Der Hauptfokus lag auf dem Schutz der Arbeitnehmenden sowie der Abfallentsorgung. Der Beginn der ersten Umbaumassnahmen ist für den geplanten Shutdown im Jahr 2025 vorgesehen.

Radioaktive Abfälle

Der Bund ist damit beauftragt, radioaktive Abfälle aus Medizin, Industrie und Forschung fachgerecht zu entsorgen. Davon ausgenommen sind radioaktive Abfälle der Betreiber von Kernkraftwerken. Das BAG organisiert jedes Jahr eine Kampagne zur Sammlung dieser Abfälle, die anschliessend behandelt und im Bundeszwischenlager (BZL) in Würenlingen im Kanton Aargau gelagert werden. In Zukunft werden die gesamten Abfälle in einem geologischen Tiefenlager endgelagert. Die Inbetriebnahme des Lagers für Abfälle mit schwacher bis mittlerer Aktivität, zu denen der Grossteil der Abfälle des Bundes gehört, ist im Jahr 2050 geplant (vgl. [Grundlagen Entsorgung \(admin.ch\)](#)).

Wo möglich erlauben eine Dekontamination oder eine Lagerung radioaktiver Abfälle zum Abklingen in den Unternehmen deren Freigabe, sobald sie inaktiv sind. Sie können dann als konventionelle Abfälle entsorgt werden. Ausserdem werden bestimmte Abfälle, die hauptsächlich Tritium und Kohlenstoff-14 enthalten, mit Zustimmung des BAG und gemäss den Bestimmungen von Artikel 116 der Strahlenschutzverordnung (StSV) verbrannt. Die Ablagerung radioaktiver Abfälle mit geringer Aktivität in einer Deponie, namentlich bei radiologischen Altlasten, ist in einer separaten Wegleitung des BAG geregelt. Das BAG prüft bei den wenigen jährlich eingehenden Anfragen, ob eine solche Ablagerung gerechtfertigt ist und ob die gesetzlichen Bestimmungen eingehalten werden. Wenn alle Anforderungen erfüllt sind, erteilt es seine Zustimmung. Schliesslich stellt auch die Wiederverwendung oder Rezyklierung geschlossener Strahlenquellen eine sinnvolle Alternative zur Entsorgung als radioaktiver Abfall dar. Dies betrifft besonders Strahlenquellen mit Americium-241, Krypton-85, Caesium-137 oder auch Cobalt-60. Weitere Informationen dazu sind zu finden unter: www.bag.admin.ch/de/entsorgung-radioaktiver-abfaelle.

Neben den erteilten Zustimmungen zur Ablagerung in einer Deponie oder Verbrennung radiologischer Altlasten stimmte das BAG 2024 auch der Entsorgung kleiner Mengen radioaktiver Abfälle mit geringer Aktivität zu, die aus Industrie und Forschung, namentlich vom PSI, stammten, sowie – nach erfolgter Bewilligung durch das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI) – der Verbrennung und Ablagerung von radioaktiven Abfällen mit geringer Aktivität aus der Stilllegung des Kernkraftwerks Mühleberg.

Eine neue Wegleitung zur Verwertung oder Verbrennung von radioaktiven Abfällen mit geringer Aktivität, die die Artikel 115 und 116 der Strahlenschutzverordnung präzisiert, befindet sich in Erarbeitung. Eine Arbeitsgruppe bestehend aus den verschiedenen Behörden, BAG, Suva (Schweizerische Unfallversicherungs-

anstalt), ENSI (Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat), BAFU (Bundesamt für Umwelt) sowie eine Delegation der kantonalen Behörden, des VBSA (Verband der Betreiber Schweizerischer Abfallverwertungsanlagen) und des VSMR (Verband der Schweizerischen Mineralstoff- und Recyclingwirtschaft) hat 2024 die Verfahren für die konforme Entsorgung dieser Art Abfälle geklärt. Die Wegleitung wird Anfang 2025 veröffentlicht.

Sammelaktion für radioaktive Abfälle

Im Rahmen der Sammelaktion 2024 haben 24 Unternehmen radioaktive Abfälle mit einer Gesamtaktivität von $3,85 \times 10^{14}$ Becquerel (hauptsächlich Tritium H-3) und einem Bruttovolumen von insgesamt 4,125 m³ abgegeben (vgl. Abb. 6).

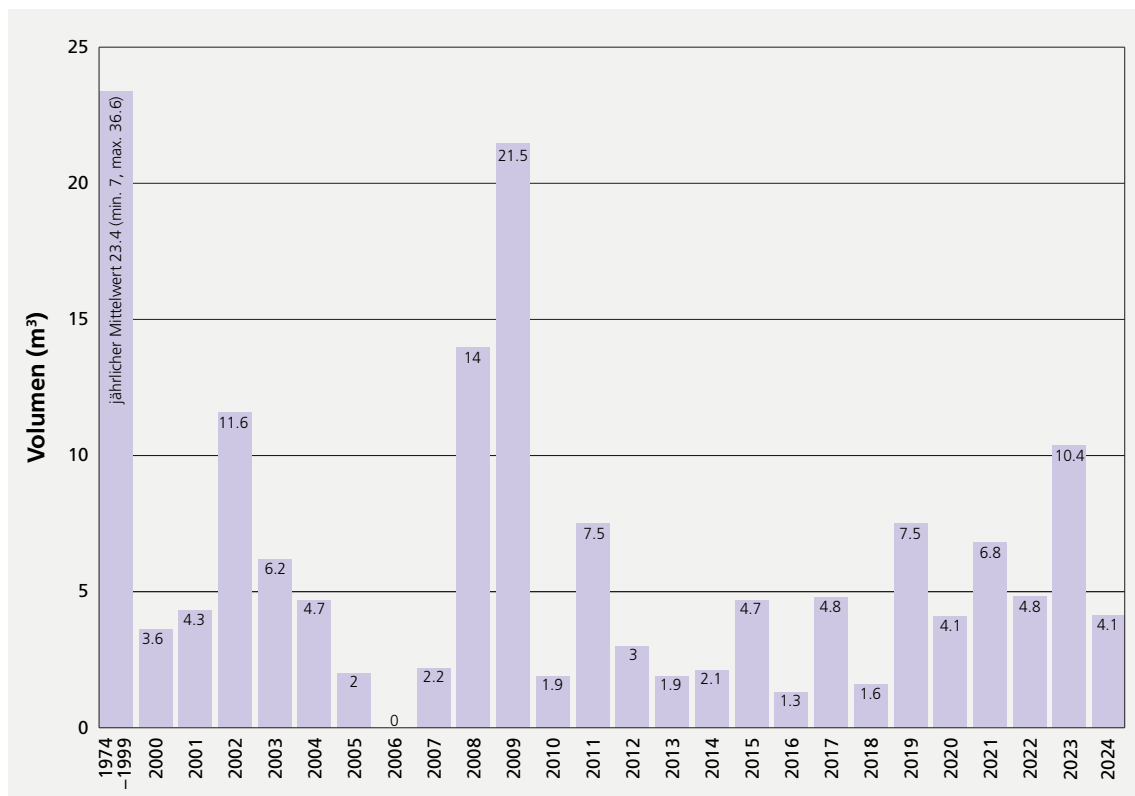


Abb. 6:
Entwicklung des Abfallvolumens, das während der vergangenen fünfzig Jahre vom Bund gesammelt und dem Bundeszwischenlager (BZL) zugeführt wurde.

Verwaltungsstrafrecht

Das BAG bewilligt und beaufsichtigt die Pflichten im Umgang mit ionisierender Strahlung in der Medizin, der Industrie (ohne Kernanlagen), der Forschung und der Ausbildung. Verstösse sind im Strahlenschutzgesetz (StSG) geregelt. Bei Übertretungen (Art. 44, StSG) untersucht das BAG den Sachverhalt. Besteht Grund zur Annahme, dass vorsätzlich oder fahrlässig gegen Strafnormen verstossen wurde, kann ein Verwaltungsstrafverfahren eingeleitet werden. Das BAG führt diese Verfahren nach dem Bundesgesetz über das Verwaltungsstrafrecht (VStrR). Die Partei, die den Verstoss mutmasslich verursacht hat, erhält Gelegenheit für eine Stellungnahme.

Häufig geht es bei Übertretungen um Röntgenanlagen, die ohne Bewilligung installiert oder betrieben werden. 2024 verstiesen mehrere Röntgenfirmen sowie 20 medizinische Betriebe gegen diese Pflicht. Mehrere Strafverfahren wurden nach nicht ordnungsgemässer Entsorgung von Strahlenquellen oder Abfällen in einer KVA oder nach einem Verlust von Quellen durchgeführt. Weitere Verfahren betreffen die Einfuhr von radioaktiven Stoffen ohne Bewilligung oder die Falschdeklaration bei der Einfuhrverzollung.

Verbrechen bzw. Vergehen (Art. 43 und 43a, StSG) leitet das BAG an die Bundesanwaltschaft weiter. Dabei handelt es sich um seltene, aber schwere Fälle wie etwa ungerechtfertigte Bestrahlungen oder vorschriftswidriger Umgang mit radioaktiven Quellen wie z. B. deren illegale Entsorgung. 2024 gab es keinen solchen Fall.

Mit dem Inkrafttreten der V-NISSG am 1. Juni 2019 wurden die Ein- und Durchfuhr, das Anbieten, die Abgabe sowie der Besitz von Laserpointern (ausgenommen Klasse 1) verboten (Art. 23). Das BAG vermisst die vom Bundesamt für Zoll und Grenzsicherheit im Warenverkehr (BAZG) sowie bei Personenkontrollen sichergestellten Laserpointer und leitet Vergehen an die zuständige Staatsanwaltschaft weiter. Die jährliche Anzahl der Verstösse seit Inkrafttreten der Verordnung zum Bundesgesetz über den Schutz vor Gefahren durch nichtionisierende Strahlung und Schall (V-NISSG) ist in Abbildung 7 aufgeführt, ebenso die Anzahl der beschlagnahmten Laserpointer. 2024 stieg die Anzahl der Verstösse gegenüber dem Vorjahr leicht an.

	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Verstösse	63	136	90	463	434	464
Beschlagnahmte Laserpointer	118	173	122	716	796	845

Abb. 7:
Jährliche Anzahl Verstösse und beschlagnahmte Laserpointer
zwischen 01.06.2019 und 31.12.2024.

Aktionsplan radiologische Sicherung und Sicherheit «Radiss» bis 2028 verlängert

Der Bundesrat hat an seiner Sitzung vom 7. Juni 2024 den Zwischenbericht zum Stand des Aktionsplans Radiss zur Kenntnis genommen und diesen um drei Jahre bis 2028 verlängert. Zudem wurde ein neues Aktionsfeld für das Krisenmanagement des BAG bei radiologischen Ereignissen hinzugefügt.

Der Bundesrat hat das BAG im Jahre 2020 beauftragt, die radiologische Sicherung und Sicherheit in der Schweiz zu verstärken und zu diesem Zweck den Aktionsplan Radiss (= Aktionsplan zur Verstärkung der radiologischen Sicherung und Sicherheit 2020–2025) umzusetzen. Der Bund will damit die Gefahren vermindern, die von unkontrollierten radioaktiven Materialien ausgehen.

Stand Aktionsplan Radiss

Der Aktionsplan Radiss hat sich als essenzielles Instrument zur Verstärkung der radiologischen Sicherung und Sicherheit im Umgang mit radioaktivem Material etabliert. Ziel ist es, sowohl den Missbrauch radioaktiver Materialien zu kriminellen Zwecken als auch deren unkontrollierte Verbreitung oder unsachgemässe Entsorgung zu verhindern. Um dies zu erreichen, wurden in den Bereichen Prävention, Detektion und Intervention bereits viele Massnahmen erfolgreich umgesetzt.

Erreichte Ziele:

- Alle Betriebe mit hoch radioaktiven Quellen haben diese gemäss den Vorgaben des BAG gegen Diebstahl und Sabotage gesichert.
- Die Zahl der hoch radioaktiven Quellen in der Schweiz wurde u.a. durch den Umstieg auf fortschrittlichere Technologien um 30 % reduziert.
- Die Anzahl Verwertungsbetriebe, die Kontrollen auf Radioaktivität durch-

führen, ist von 40 auf 160 gestiegen. Wöchentlich werden mehrere Funde gemeldet.

- Die Zusammenarbeit der (Fach-)Stellen für die Kontrollen der Ein-, Aus- und Durchfuhr wurde verstärkt und die Anzahl Kontrollen erhöht.
- Die Zuständigkeiten bei radiologischen Ereignissen wie zum Beispiel dem Fund oder Diebstahl von radioaktivem Material wurden unter den Behörden geklärt und in einer Wegleitung festgehalten.

Verlängerung und neues Aktionsfeld zum Krisenmanagement des BAG bei radiologischen Ereignissen

2024 hat der Bundesrat den Aktionsplan um drei Jahre bis Ende 2028 verlängert. Einerseits konnte das BAG auf Grund fehlender Ressourcen die ursprünglich vorgesehenen Massnahmen nicht wie vorgesehen bis Ende 2025 realisieren. Zudem werden die im Rahmen der IPPAS-Mission erhaltenen Empfehlungen in den Aktionsplan integriert. Andererseits erfordern neue geopolitische Unsicherheiten und steigende Anforderungen an die Sicherung von radioaktivem Material zusätzliche Massnahmen, die mit dem neuen Aktionsfeld «Krisenmanagement des BAG» abgedeckt werden sollen. Es ergänzt die drei bestehenden

Aktionsfelder *Prävention, Detektion, Intervention* und konzentriert sich auf die Vorbereitung und Bewältigung radiologischer Krisenszenarien. Durch Bedrohungsanalysen, koordinierte Krisenvorbereitung und den Aufbau einer resilienten Organisation innerhalb des BAG sollen schwerwiegende radiologische Ereignisse besser bewältigt werden können.

IPPAS-Mission der IAEA: «Radiss» wurde von Experten gelobt

Eine Überprüfungsmission der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEA) hat Ende 2023 den hohen Stand der radiologischen Sicherung in der Schweiz bestätigt («IPPAS-Mission», vgl. Abb. 8). Die IAEA hat den Aktionsplan Radiss gelobt und zugleich auch Empfehlungen ausgesprochen, um die Sicherung weiter zu verbessern. Das BAG hat die Empfehlungen in die Planung des zweiten Teils des Aktionsplans integriert und sie 2024 anlässlich des Zwischenberichts dem Bundesrat präsentiert.

Meilenstein: Reduktion hoch radioaktiver Quellen

Im Jahr 2024 wurde ein bedeutender Meilenstein bei der Reduktion der Anzahl hoch radioaktiver Quellen in der Schweiz erreicht:

- Cäsium-137-Blutbestrahlungsanlagen:
Die letzte noch verbliebene Anlage in

der Schweiz mit einer Cäsium-Quelle wurde ausser Betrieb genommen und durch eine Röntgen-Bestrahlungsanlage ersetzt.

- Cobalt-60-Teletherapie: Die letzte Cobalt-Quelle, die in der medizinischen Strahlentherapie im Einsatz war, wurde ebenfalls entsorgt. Künftig werden solche Behandlungen in der Schweiz ausschliesslich mit sogenannten Linearbeschleunigern durchgeführt, die eine sichere und effektive Alternative ohne radioaktive Quelle darstellen.

Diese Reduktion trägt erheblich zur Minimierung von Risiken im Zusammenhang mit hoch radioaktiven Quellen bei. Die Schweiz übernimmt hier weltweit eine Pionierrolle.

Neuerungen und weitere Schritte

Ein herausragendes Projekt des Jahres 2024 war die Inbetriebnahme einer Radioaktivitätsmessanlage für den Import von Paketen, die illegale Einfuhren von radioaktivem Material verhindern soll, siehe auch unsere Reportage dazu in diesem Bericht, Seite 39: «Strahlenden Paketen auf der Spur».

Meistens handelt es sich bei den Funden um sogenannte radiologische Altlasten:

- radiumhaltige Uhren und Instrumente,
- thoriumhaltige Kameralinsen,
- Schmuck und weitere Produkte mit sogenannten «negativen Ionen»



Abb. 8:
Anlässlich der Konferenz
ICONS 2024 (International
Conference on Nuclear
Security) traf sich die
Schweizer Delegation von
BFE und ENSI sowie
BAG-Vertreter Thomas Flury
(links) mit dem IAEA-Generaldirektor Rafael M. Grossi
(Mitte), um den Abschlussbericht zur IPPAS-Follow Up Mission 2023 entgegenzunehmen (Foto Dean Calma / IAEA).

Die automatisierte Anlage ermöglicht eine zuverlässige und effiziente Überprüfung der Pakete und ermöglicht eine konsequente Umsetzung der gesetzlichen Bestimmungen.

Mit der Verlängerung des Aktionsplans bis 2028 und der Integration der Empfehlungen aus der IPPAS-Mission bleibt Radiss ein tragendes Element der radiologischen Sicherung und Sicherheit in der Schweiz. Das BAG

wird weiterhin eng mit nationalen und internationalen Partnern zusammenarbeiten, um die Prävention, Detektion und Intervention zu stärken und das Krisenmanagement auszubauen.

Die Abbildung 9 zeigt die vier Aktionsfelder mit den Schwerpunkten und Massnahmen, die vom BAG in Zusammenarbeit mit mehreren Bundesstellen bis 2028 umgesetzt werden sollen.



Abb. 9:
Übersicht über die Aktionsfelder (inkl. neues Aktionsfeld Krisenmanagement des BAG), Schwerpunkte und Massnahmen des Aktionsplans Radiss. Weitere Informationen und den Zwischenbericht finden Sie auf der Webseite: [Aktionsplan Radiss](#)

Radiologische Ereignisse

Das Bundesamt für Gesundheit (BAG) hat den Auftrag, die Bevölkerung und die Umwelt vor ionisierender Strahlung zu schützen, insbesondere auch Patientinnen, Patienten und beruflich strahlenexponiertes Personal. Kommt es trotz der Vorsichts- und Schutzmassnahmen zu meldepflichtigen Ereignissen oder tauchen radiologische Altlasten auf, ist es Aufgabe des BAG, diese zu untersuchen und zu bewerten sowie die Öffentlichkeit angemessen darüber zu informieren. Auch medizinische Strahlenereignisse nach Patienten- oder Organverwechslungen sind meldepflichtig. Auf Basis dieser Meldungen sowie der Information der Öffentlichkeit und der interessierten Kreise will das BAG eine Lesson-learnt-Kultur etablieren und die Sicherheit von Patientinnen und Patienten wie auch der Bevölkerung verbessern.

Nach der Meldung eines radiologischen Ereignisses oder dessen Entdeckung bei der Aufsichtstätigkeit erfolgt immer eine sorgfältige Analyse im BAG. Bei radiologischen Ereignissen wird unterschieden zwischen:

- i) medizinischen Ereignissen, die ausschliesslich Patientinnen und Patienten betreffen, und
- ii) nicht-medizinischen Ereignissen, die Personal, die Bevölkerung oder die Umwelt betreffen und alle Störfälle nach Artikel 122 der Strahlenschutzverordnung (StSV) beinhalten.

2024 gab es 325 Ereignisse, wovon 164 medizinische Ereignisse betrafen (2023: 290, wovon 145 medizinische Ereignisse). Das BAG evaluiert mögliche Folgen, prüft die umgesetzten Korrekturmassnahmen und entscheidet über die Durchführung einer Inspektion vor Ort. Zudem ist das BAG gemäss Strahlenschutzverordnung verpflichtet, angemessen zu informieren, teilweise in Zusammenarbeit mit den betroffenen Betrieben oder Behörden. Sämtliche Ereignisse des Berichtsjahres, die den Behörden bis spätestens Ende Februar des Folgejahres zu melden sind, erscheinen in statistischer Form im vorliegenden Kapitel. Einige Ereignisse von besonderem Interesse werden zusätzlich in Kurzberichten dargestellt.

Radiologische Ereignisse 2024

(Medizinische Strahlenereignisse, vgl. S. 35)

Klassifizierung

Dem BAG gemeldete radiologische Ereignisse (ohne medizinische Strahlenereignisse) werden in folgende vier Kategorien unterteilt:

Umwelt, Betriebe und Bevölkerung, Kategorie A

Bei diesen Ereignissen geht es vor allem um die ungewollte Abgabe von Radioaktivität an die Umwelt, Abweichungen oder Versäumnisse gegenüber Prozessen in Betrieben oder um Ereignisse, während denen Personen aus der Bevölkerung mit radioaktiven Substanzen in Kontakt kamen.

Radiologische Altlasten, herrenlose Quellen, Quellenverluste, Kategorie B

In diese Kategorie gehören Ereignisse, die ausser Kontrolle geratene radioaktive Quellen betreffen (Verlust, Diebstahl, Fund, illegale Entsorgung usw.). Bei der Mehrheit handelt es sich um radioaktive Altlasten (Fund von Uhrmaterial mit Radium-226 oder sonstige). Sie werden von Betrieben in der Abfallwirtschaft mit Strahlungsmesseinrichtungen gemeldet. Ereignisse, bei denen ein nicht vernachlässigbares Strahlenrisiko vorlag, werden in die Kategorie A (Privatperson) oder C (beruflich strahlenexponiertes Personal) eingestuft.

Beruflich strahlenexponiertes Personal, Kategorie C

Hierbei handelt es sich um Ereignisse, bei denen eine als beruflich strahlenexponiert eingestufte Person versehentlich eine Dosis erhält (mit oder ohne Überschreitung des gesetzlichen Dosisgrenzwertes; vgl. auch den Jahresbericht «Dosimetrie der beruflich strahlenexponierten Personen in der Schweiz» unter www.bag.admin.ch/de/jahresberichte-strahlenschutz-und-dosimetrie).

Transport, Kategorie D

Dazu gehören alle gemeldeten Ereignisse, die sich während des Transports von radioaktiven Quellen ereignen. In den meisten Fällen handelt es sich um Abweichungen von Vorschriften.

Zusammenfassung

Vgl. auch Abb. 10.

In der Kategorie A «Umwelt, Betriebe und Bevölkerung» wurden im Jahr 2024 drei Ereignisse gemeldet. Es handelte sich um folgende Fälle:

- Die unbeabsichtigte Freisetzung von Tritium (HTO, 2 TBq) an die Abluft eines auf die Entwicklung und Herstellung von Tritiumprodukten spezialisierten Schweizer Unternehmens.
- Eine erhöhte Abgabe von radioaktivem Jod und Lutetium an das Abwasser eines Spitals.
- Die Kontamination eines Untersuchungsraums mit radioaktiver Flüssigkeit (Tb-155/156, 180 MBq) in einem Spital infolge einer unsachgemässen Hand-

habung eines Phantoms (Vorrichtung zur Kalibrierung von Anlagen).

Keiner dieser Fälle hatte signifikante radiologische Konsequenzen.

Im Jahr 2024 wurden 150 Fälle in der Kategorie B «Radiologische Altlasten, herrenlose Quellen, Quellenverluste» gemeldet, im Jahr 2023 waren es 133. Seit der Einführung einer Mess- und Meldepflicht in Verbrennungsanlagen (KVA) und Metallrecyclingunternehmen im Jahr 2018 ist eine Stabilisierung der gemeldeten Fälle zu beobachten. Von den im Jahr 2024 gemeldeten Ereignissen betrafen 103 kurzlebige Radionuklide, die in der Nuklearmedizin verwendet werden (gegenüber 89 Fällen im Jahr 2023). Tatsächlich werden die radioaktiven Substanzen, die den Patienten der Nuklearmedizin bei Untersuchungen oder Therapien verabreicht werden, in den folgenden Tagen ausgeschieden und können in Hygieneartikeln nachgewiesen werden, die in den Siedlungsabfällen landen und so den KVA-Alarm auslösen. Diese Fälle werden routinemässig von den KVA behandelt und stellen kein Risiko für die Bevölkerung dar.

Die Zahl der Funde von radioaktiven Altlasten (insbesondere Radium-226) in konventionellen Abfällen ist relativ stabil (34 Fälle in 2024 gegenüber 27 in 2023), ebenso wie die Zahl der Funde von NORM-Materialien, die natürlich vorkommende Radioaktivität enthalten (6 Fälle im 2024 und 6 im 2023).

Bei den anderen für 2024 in dieser Kategorie gemeldeten Ereignissen betrafen zwei den Verlust radioaktiver Quellen in Betrieben mit entsprechender Bewilligung. In beiden Fällen handelte es sich um Quellen mit geringer Aktivität, die keine Gefahr für die Bevölkerung darstellen. Diese wurden bis heute leider nicht gefunden. Eine Cs-137-Quelle mit ca. 25 MBq wurde ausserdem bei einem Altmetallhändler gefunden. Sie wurde entdeckt, nachdem das Material durch einen Schredder lief. Die Quelle war noch intakt, durch diese Behandlung wurden jedoch potenzielle Spuren zerstört, die zur Ermittlung der Herkunft der Quelle hätten führen können, sodass die Suche erfolglos blieb. Ein letztes Ereignis betraf den illegalen Besitz radioaktiver Stoffe durch eine Privatperson.

Im Jahr 2024 wurden vier Ereignisse in die Kategorie Ereignisse mit Dosen für beruflich strahlenexponiertes Personal (Kategorie C) eingeteilt. In einem Fall drückte ein Mitarbeiter versehentlich das Pedal eines Röntgengeräts, als ein Patient nach der Operation verlegt wurde, nachdem das gesamte anwesende Personal seine Bleischürzen bereits ausgezogen hatte. Eine der anwesenden Personen war schwanger. Die Inbetriebnahme des Geräts wurde jedoch schnell erkannt, so dass das Personal keine signifikante Dosis erhielt. Ein anderer Fall betrifft Arbeiter im Bereich der industriellen Gammagraphie. Bei einer Gammagraphie-Aufnahme in einer Baugrube blieb die radioaktive Quelle (Se-75, 2,8 TBq) ausserhalb der Abschirmung stecken, ohne dass die beiden Arbeiter dies bemerkten. Sie waren etwa zwanzig Sekunden lang exponiert, bevor sie die Quelle wieder in die Abschirmung zurückbringen konnten. Nach Ablesen der Dosimeter betrugen die jeweiligen Dosen 4 mSv für den ersten und 1,1 mSv für den zweiten Arbeiter. Diese Dosen blieben somit unter dem für Arbeitnehmende geltenden Jahresgrenzwert von 20 mSv.

Die dosimetrische Überwachung des beruflich strahlenexponierten Personals ergab zudem

zwei leichte Dosisüberschreitungen, die im Kapitel «Überwachung strahlenexponierter Personen» (vgl. Seite 19) beschrieben sind. Obwohl die durchgeführten Untersuchungen nicht vollständig schlüssig waren, wurden beide Ereignisse wegen der Überschreitung des Dosisgrenzwerts als INES 1 eingestuft.

Im Transportbereich (Kategorie D) wurden im Jahr 2024 drei Ereignisse gemeldet. Der erste Fall betrifft die Rücksendung eines Versandstücks aus der Nuklearmedizin, das leer hätte sein sollen. Der Empfänger fand das Vial jedoch im Paket wieder. Dank des radioaktiven Zerfalls enthielt das Vial keine Radioaktivität mehr, aber sein Vorhandensein verletzt die Anweisungen des Lieferanten. Der zweite Fall betraf zwei Versandstücke, die die Oberflächen-Dosisleistungsgrenzwerte für diese Typen von Versandstücken leicht überschritten (freigestelltes Versandstück, 7 statt 5 $\mu\text{Sv/h}$). Der dritte Fall betrifft ein Transportunternehmen, das einen Transport radioaktiver Stoffe ohne gültige Bewilligung durchführte.

Ein letzter Fall wurde 2024 unter «Sonstiges» (Kategorie E) klassifiziert. Es handelte sich um Bleibehälter aus einem Universitätslabor, die zum Recycling geschickt wurden, ohne die

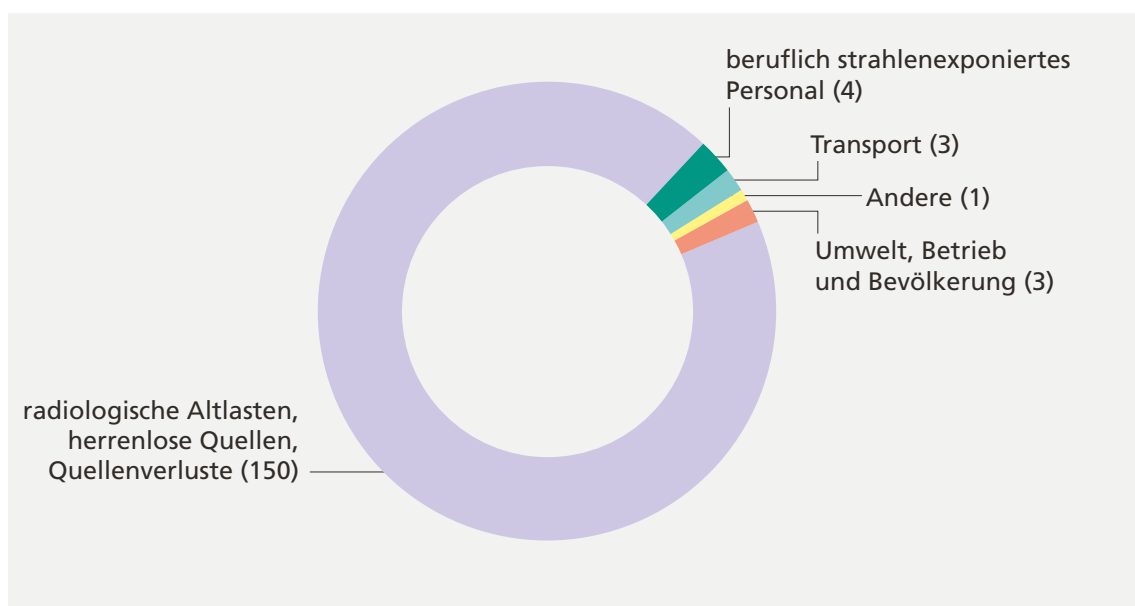


Abb. 10:
Verteilung der 161 gemeldeten radiologischen Ereignisse im Jahr 2024, aufgeschlüsselt nach Kategorien, ohne Ereignisse mit Patientinnen und Patienten (medizinische Strahlenereignisse)

Gefahrenzeichen zu entfernen, was den Entsorgungsbetrieb alarmierte. Dabei wurde festgestellt, dass die Behälter vor ihrer Entsorgung nicht ordnungsgemäss als inaktiv kontrolliert worden waren. Nach der Überprüfung konnte sichergestellt werden, dass die Behälter tatsächlich inaktiv waren, und sie konnten entsorgt werden, nachdem die Gefahrenzeichen entfernt worden sind.

Von den 2024 gemeldeten Ereignissen wurden zwei auf Stufe 1 der INES-Skala eingestuft (Dosisüberschreitungen bei der dosimetrischen Überwachung). Die übrigen Ereignisse wurden aufgrund der fehlenden Folgen und der sehr geringen Aktivitäten (und damit Risiken) auf Stufe 0 der Skala eingestuft. 36 Fälle, die mehrheitlich Quellenfunde betreffen, wurden an die ITDB-Datenbank (Incident & Trafficking Database) der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) gemeldet.

Radiologische Ereignisse von besonderem Interesse

Unbeabsichtigte Freisetzung von Tritium an die Abluft

Am 5. Februar 2024 hat ein auf die Entwicklung und Herstellung von Tritium-Produkten spezialisiertes Schweizer Unternehmen aufgrund eines Produktionsfehlers 2 TBq Tritium (HTO) mit der Abluft freigesetzt. Diese Aktivität übersteigt den Grenzwert für die bewilligte Abgabe innerhalb einer Woche und entspricht der Hälfte der vom BAG bewilligten Abgaben innerhalb eines Jahres. Bei dem Vorfall haben drei Mitarbeiter Tritium inkorporiert. Die höchste im Urin gemessene Tritium-Konzentration liegt bei 65 kBq/l, was einer geschätzten Strahlendosis von etwa 60 µSv für den betroffenen Mitarbeiter entspricht.

Derzeit werden von der Aufsichtsbehörde Suva vorgeschlagene Korrekturmassnahmen erörtert, damit sich ein solcher Vorfall in Zukunft nicht wiederholt. Die Ergebnisse der Umweltüberwachung im Zusammenhang mit diesem Ereignis sind auf Seite 54 dieses Berichts aufgeführt. Trotz der festgestellten Erhöhung der Tritiumkonzentration in den Niederschlägen und der Luftfeuchtigkeit in der Umgebung des Unternehmens blieben die

gesundheitlichen Auswirkungen für die umliegende Bevölkerung vernachlässigbar.

Erhöhte Abgabe von radioaktivem Iod und Lutetium ans Spitalabwasser

Am 13. Juni 2024 meldete die strahlenschutzsachverständige Person einer nuklearmedizinischen Abteilung eines Spitals den Störfall einer verfrühten Entleerung eines Abklingtanks für radioaktive Abwässer.

Iod-131 und Lutetium-177 werden unter anderem für Krebsbehandlungen verwendet. Das Abwasser aus den Patientenzimmern ist radioaktiv und wird im Spital in sogenannten Abklingtanks gesammelt, bis die darin enthaltene Aktivität unter den vom BAG bewilligten wöchentlichen Abgabelimiten liegt.

Im konkreten Fall war dies auf Mitte Mai berechnet worden. Als Ende Mai die Leerung des Tanks von der Nuklearmedizin in Auftrag gegeben wurde, stellte sich heraus, dass bereits Mitte April eine Entleerung stattgefunden hatte. Die abgegebene Aktivität lag in dieser Woche deshalb deutlich über den für das Spital bewilligten wöchentlichen Abgabelimiten für Iod-131 und Lutetium-177. Diese um fünf Wochen zu früh erfolgte Entleerung ist auf einen menschlichen Fehler zurückzuführen.

Aufgrund der ausreichenden Verdünnung in der Kläranlage kam es zu keiner Überschreitung des Immissionsgrenzwertes in öffentlich zugänglichen Gewässern. Somit bestand für die Bevölkerung und die Umwelt keine Gefahr.

Das betroffene Spital hat unverzüglich die notwendigen organisatorischen Massnahmen ergriffen, um sicherzustellen, dass solch ein Vorfall nicht wieder vorkommt.

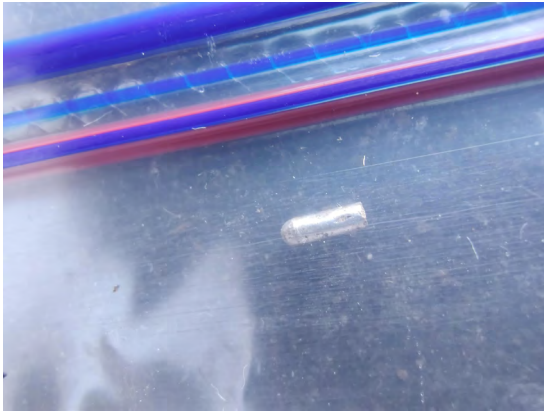


Abb. 11:
In Metallabfällen eines
Westschweizer Recycling-
unternehmens wurde
eine geschlossene
Cäsiumquelle in der Grösse
eines Reiskorns entdeckt.

Fund einer geschlossenen Cäsiumquelle in einem Recyclingbetrieb

Im Februar wurde in Metallabfällen beim Ausgang eines Recyclingunternehmens in der Westschweiz eine geschlossene radioaktive Quelle entdeckt (vgl. Abb. 11). Diese Quelle wurde aus unbekannten Gründen nicht am Eingang der Anlage, sondern erst am Ausgang entdeckt. Eine Schrottladung aus der Metallschredderanlage löste nämlich bei der Ausgangsmessung den Radioaktivitätsalarm aus. Das Unternehmen konnte mit Hilfe der Suva das geschredderte Metall aussortieren und eine kleine Kapsel in der Grösse eines Reiskorns isolieren. Weitere Analysen der Quelle, die glücklicherweise trotz der Schredderung noch intakt war, ergaben, dass es sich um Cs-137 mit einer Aktivität von etwa 25 MBq handelte. Aufgrund des Schredderns des Schrotts wurden jedoch alle Spuren, die auf den Verantwortlichen für diese illegale Entsorgung hätten hinweisen können, zerstört, so dass die eingeleitete Untersuchung den Täter nicht identifizieren konnte. Die Quelle wird nach den geltenden Vorschriften als radioaktiver Abfall entsorgt.

Illegale Entsorgung von radioaktiven Quellen in einer Universität

Bei der Verlängerung einer Bewilligung für die Verwendung geschlossener radioaktiver Quellen im Mai meldete der Bewilligungsinhaber, eine Westschweizer Universität, dem BAG das Fehlen der Quellen, die in der zu verlängernden Bewilligung spezifiziert waren. Es handelte sich um zwei Ra-226-Quellen, 370 kBq, die in LSC-Flüssigszintillationszählern enthalten waren, sowie eine Sr-90-Kalibrierungsquelle von 220 Bq. Nach Klärung mit der

Institution stellte sich heraus, dass die Kalibrierungsquelle seit vielen Jahren verloren gegangen war und die Zähler in den letzten Jahren als «normaler» Abfall entsorgt worden waren. Angesichts der langen Zeit, die vergangen ist, war es nicht möglich, den Verbleib der Quellen eindeutig zu klären. Die mit dieser illegalen Entsorgung verbundenen Risiken für die Bevölkerung oder die Arbeiter, die mit den Strahlenquellen in Kontakt gekommen sein könnten, sind jedoch nach wie vor sehr gering.

Das BAG hat ein Verwaltungsstrafverfahren gegen den Bewilligungsinhaber eingeleitet, das mit einer Bestrafung und einer Busse endete.

Verlust einer radioaktiven Quelle bei der Demontage einer Anlage

Im November stellte ein Bewilligungsinhaber fest, dass eine Sr-90-Quelle mit 30 MBq fehlte. Es handelte sich um einen Industriebetrieb, der diese Art von Quelle als Füllstandgrenschalter in einer Produktionsanlage einsetzt. Die Anlage war seit 2019 nicht mehr in Produktion und wurde 2024 abgebaut. Bei den Demontagearbeiten, die von einer externen Firma durchgeführt wurden, wurde die Quelle nicht als solche identifiziert und zwischen Juli und September mit anderem Abfall entsorgt. Nachforschungen bei dem Recycler, der das entsorgte Material entgegennahm, ermöglichten es nicht, die Quelle zu finden. Ein Verwaltungsstrafverfahren wurde gegen den Bewilligungsinhaber eingeleitet.

Medizinische Strahlenereignisse 2024

Im Jahr 2024 entfielen 164 von insgesamt 325 gemeldeten radiologischen Ereignissen auf medizinische Strahlenereignisse, von denen gemäss Definition Patientinnen und Patienten betroffen waren. Bei medizinischen Strahlenereignissen liegt weiterhin eine Untererfassung vor, weshalb die Daten nicht als repräsentativ gelten und nicht verallgemeinert werden dürfen. Dennoch lassen sich gewisse Trends erkennen.

118 Ereignisse wurden in der Radiologie gemeldet, 8 in der Radioonkologie, 35 in der Nuklearmedizin, 2 im Operationsbereich und eines in einem anderen Funktionsbereich (vgl. Abb. 12).

Ab 2025 sollen die radiologischen Ereignisse elektronisch gemeldet werden. Dafür wird das für Gesuch- und Meldeprozesse im Strahlenschutz bereits bestehende Radiation Portal Switzerland (RPS) erweitert (vgl. auch S. 19). Im Lauf des Jahres 2024 wurden die Ereigniskategorien entsprechend unseren Erkenntnissen aus bisher eingegangenen und bearbeiteten Meldungen überprüft und überarbeitet. Dies soll die künftigen jährlichen Auswertungen vergleichbar gestalten. Die überarbeiteten Ereigniskategorien werden bereits für die Jahresstatistik 2024 angewendet (vgl. Abb. 13).

Von insgesamt 49 Patientenverwechslungen fanden 13 bei der Zuweisung statt. In diesen Fällen war die falsche Auswahl des Patienten aus dem Klinikinformationssystem oder Praxisinformationssystem bzw. das Aufkleben einer falschen Patientenetikette ursächlich. 36 Patientenverwechslungen ereigneten sich während der Strahlenanwendung. In allen Fällen lagen unzureichend oder nicht durchgeführte Patientenidentifikationen zugrunde. Sie wären – wie praktisch alle gleichgelagerten Fälle in den Vorjahren – durch eine korrekte, vollständige Patientenidentifikation vermeidbar gewesen. Bei 30 Patientinnen und Patienten wurde ein falsches Untersuchungsprotokoll oder ein falscher Bestrahlungsplan verwendet. Die Ursache lag in 11 Fällen in der Verordnung des unpassenden Protokolls. In den übrigen 19 Fällen wählten Radiologiefachpersonen ein

anderes als das gewünschte Untersuchungsprotokoll. Gründe hierfür lagen in einer misslungenen Kommunikation, Druck durch hohen Arbeitsanfall und Zeitknappheit oder Ablenkung. Daneben wurden 8 Organverwechslungen und 5 Verwechslungen eines verwendeten Radiopharmakons gemeldet. Damit waren in 92 von 164 Fällen (ca. 56 %) Verwechslungen für das Eintreten eines medizinischen Strahlenereignisses ursächlich.

Bei 16 gemeldeten Ereignissen lag ein technisches Problem mit einem Medizinprodukt zugrunde. Mehrfach froren Bildschirme ein, konnte auf die aufgenommenen Bilddaten nicht zugegriffen werden oder es fanden sich Bildartefakte, die die Notwendigkeit einer Gerätereparatur anzeigten. Aus den Radiologien wurden 4 Para-/Extravasate von Kontrastmitteln, aus den nuklearmedizinischen Abteilungen 4 Para-/Extravasate von Radiopharmaka gemeldet.

Einmal kam es zu einer falschen Lokalisierung in der Radiotherapie. Die Co-Registrierung der Bilddaten aus verschiedenen Quellen für die anschliessende Erstellung eines Bestrahlungsplans war sehr schwierig und führte zu einer Missinterpretation von Gewebestrukturen. Der Fehler wurde nach der zweiten Bestrahlungssitzung bemerkt und konnte in einem neuen Bestrahlungsplan korrigiert werden.

In zwei Fällen fand die Untersuchung an der falschen Modalität statt. In zwei Fällen wurde der Untersuchungsbereich zu gross bemessen. In zwei Fällen wurden die Untersuchungen nach Applikation des Radiopharmakons abgebrochen (= ohne Bildgebung). Einmal geschah dies aufgrund einer neu zu bewertenden medizinischen Situation. Im anderen Fall verliess der Patient nach der Injektion des Radiopharmakons die Abteilung noch vor Aufnahme der Bilddaten und war nicht zur Rückkehr zu bewegen.

Drei Fälle von Fehldosierungen wurden gemeldet. In ebenfalls drei Fällen erfolgte die gewünschte Untersuchung zum falschen Zeitpunkt. Dies führte zu verschiedenen Problemen, darunter die Unmöglichkeit, den Therapieerfolg sachgerecht zu beurteilen, oder das Fehlen von diagnostischen bzw. vorbereitenden Massnahmen, die hätten kontrolliert werden müssen.

35 weitere medizinische Strahlenereignisse passten in keine der genannten Kategorien und wurden unter «andere» verbucht. Die Analyse dieser 35 Ereignisse hat einige Gemeinsamkeiten ergeben:

Kommunikationsprobleme

In den folgenden zehn Fällen haben die meldenden Betriebe organisatorische und kommunikative Schwächen als ursächlich oder als einen wesentlichen Faktor für die Ereignisse identifiziert:

Einmal waren die Bedienpedale eines neu ausgelieferten C-Bogens nicht so beschriftet und programmiert, wie die Benutzer es von vorhandenen Geräten gewohnt waren. Dies führte bei einer grossen Anzahl von Patientinnen und Patienten zu leicht erhöhten Dosen, vgl. den Bericht dazu unter «Medizinische Strahlenereignisse von besonderem Interesse», S. 38. In einem Fall wurde eine Untersuchung durchgeführt, für die keine passende Indikation bestand. Vier Untersuchungen wurden doppelt durchgeführt, weil sie doppelt angemeldet wurden (teilweise, um die Dringlichkeit der Untersuchung zu betonen). Einmal war die terminierte Intervention bereits am Vortag in einer anderen Institution durchgeführt worden. Eine Untersuchung wurde abgesagt; da der Termin aber nicht aus der elektronischen Terminplanung gelöscht wurde, wurde diese Untersuchung dennoch durchgeführt. Einmal lagen nicht alle Befunde über bereits durchgeführte Strahlentherapien bei der Patientin vor, was zu einer ernsthaften Schädigung hätte führen können. Einmal musste eine CT-Untersuchung wiederholt werden, weil EEG-Elektroden zu Artefakten geführt haben. Die Thematik wurde im Vorfeld der Untersuchung abgeklärt, aufgrund misslungener Kommunikation wurden die Elektroden aber vor der Untersuchung nicht entfernt.

Fehler bei der Handhabung

In 22 Fällen führte die Fehlbedienung eines Medizinproduktes zum medizinischen Strahlenereignis:

Dies betrifft die Wahl eines falschen Kollimators (1x), die Fehleinstellung eines Aktivimeters, was zu einer Fehldosierung führte (1x), Fehler beim Matching verschiedener Bilddaten (1x)

oder die Manipulationen an Zuleitungsschlauch bzw. 3-Wege-Hahn, wodurch das CT-Kontrastmittel statt in eine Vene in eine Infusionslösung oder ins Leere lief (3x).

In 16 Fällen war die Strahlenquelle selber das Medizinprodukt, das nicht korrekt bedient wurde. Einmal geschah dies in der Strahlentherapie nach der ungeplanten Unterbrechung einer Behandlungssitzung. Zweimal wurden am CT durch falsch gewählte Expositionsparameter zu hohe Dosen verabreicht. Fünf Mal wurde der Scan in die falsche Richtung gestartet. In acht Fällen wurden anatomische Strukturen nicht vollständig abgebildet. Teilweise waren diese Bilddaten unbrauchbar, weil sie nicht wie vorgesehen in eine OP-Planungssoftware (z. B. prothetischer Gelenkersatz) übertragen und dort verwendet werden konnten. Die Untersuchungen mussten in der Regel wiederholt werden.

Sonstiges

Drei Einzelfälle sind zu erwähnen:

Bei einer fachgerechten 3-D-Bildgebung wurde aufgrund der Anatomie und der individuellen Konstitution des Patienten eine Dosis von mehr als 100 mSv verabreicht. Der zweite Fall betrifft die komplexe Behandlung eines Aneurysmas im Gehirn (in Augennähe) eines Patienten, die zu einer erhöhten Strahlenexposition mit Haarausfall führte. Im letzten Fall wurde bei der Vorbereitung einer Untersuchung unbeabsichtigt Strahlung freigesetzt, wodurch die Patientin und das im Raum anwesende Personal erhöhten Dosen ausgesetzt wurden (Patientin: 30 bis 60 µSv, Personal: 50 µSv am Kopf bzw. 200 µSv am Thorax.)

Die Schweiz orientiert sich bei der Beurteilung medizinischer Strahlenereignisse an einem Vorschlag der Internationalen Atomenergie Organisation (IAEO), der zum jetzigen Zeitpunkt lediglich zur probeweisen, freiwilligen Anwendung vorgesehen ist. Bis auf eines sind alle medizinischen Ereignisse aus dem Jahr 2024 auf dem Level 0 dieser INES Medical Rating Skala (INES M) einzustufen. Ausnahme ist das Ereignis einer falschen Lokalisierung in der Radiotherapie. Hier kam es bei der Zusammenführung verschiedener Bilddaten zu einer Missinterpretation von Gewebestrukturen. Der Fehler wurde nach der zweiten Bestrahlungssitzung bemerkt

und konnte in einem neuen Bestrahlungsplan korrigiert werden. Das Ereignis wurde in Level 1

eingeteilt, da kaum unerwünschte Therapiefolgen zu erwarten sind.

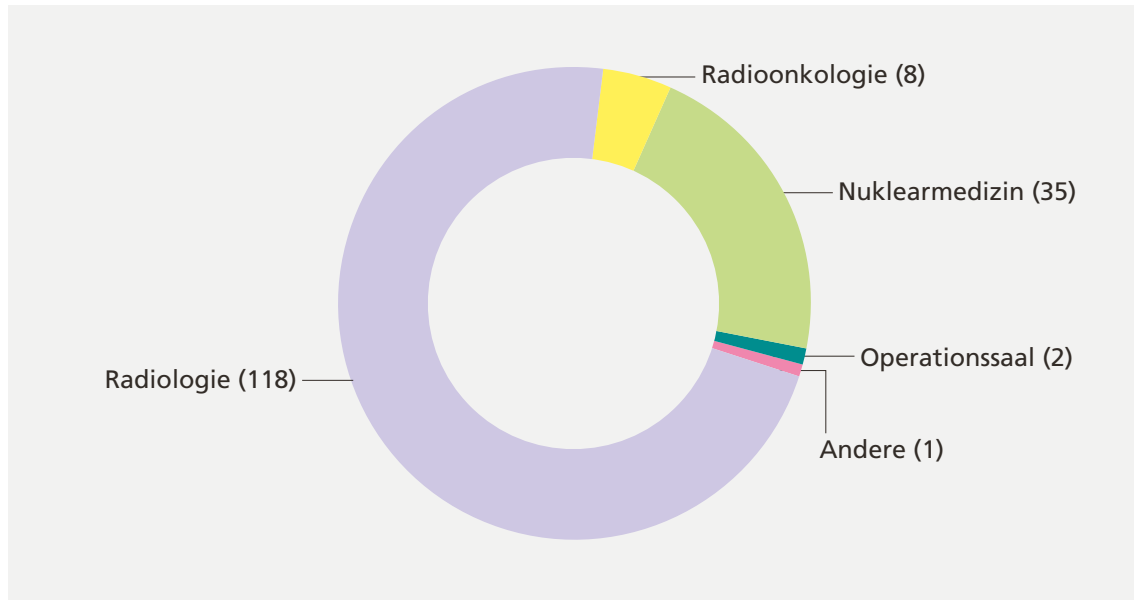


Abb. 12:
164 medizinische Strahlenereignisse 2024, Verteilung nach medizinischer Spezialität (Radiologie, Radioonkologie, Nuklearmedizin, Operationssaal und andere)

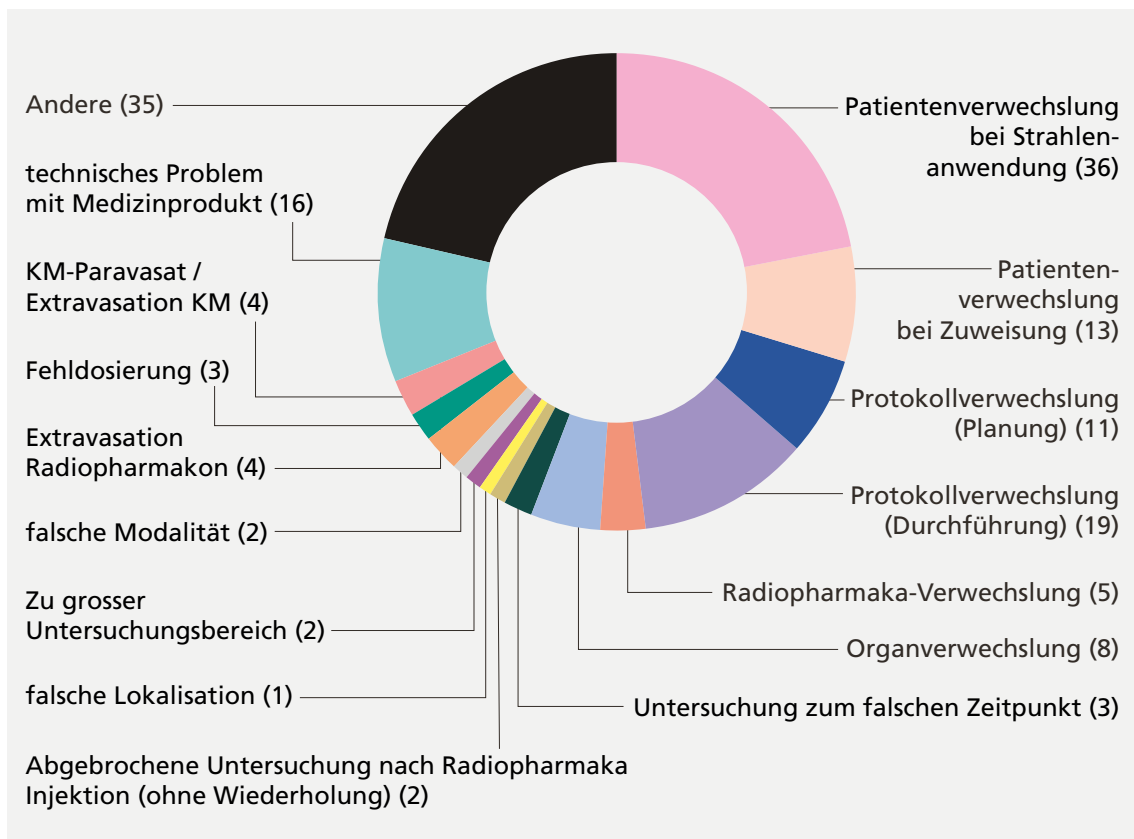


Abb. 13:
Im Jahr 2024 gab es 164 medizinische Strahlenereignisse, die hier nach Art des Ereignisses aufgeschlüsselt sind.

Medizinische Strahlenereignisse von besonderem Interesse

Erhöhte Strahlendosen aufgrund nicht korrekter Programmierung der Bedienpedale eines C-Bogens

Beim vorliegenden medizinischen Strahlenereignis geht es um einen C-Bogen. Ein C-Bogen ist ein mobiles Röntgensystem, das vorwiegend in OP-Bereichen und von medizinischen Spezialdisziplinen angewendet wird. Diese Geräte sind so ausgerüstet, dass die Strahlungsauslösung mit dem Fuss vorgenommen werden kann. In den meisten Fällen wird die Belegung der Pedale so gewählt, dass mit dem linken Pedal der Durchleuchtungsmodus (niedrige Dosis), mit dem rechten Pedal der Modus für Einzelbilder (hohe Dosis) aktiviert wird.

Ein Spital hat einen neuen C-Bogen beschafft. Sechs Monate nach Auslieferung und Inbetriebnahme des Gerätes sollten die hinterlegten Untersuchungsprotokolle optimiert werden. Hierfür wurde ein Termin vor Ort unter Beteiligung der Medizinphysikerin, der Radiologiefachperson und eines Applikationsspezialisten der Röntgenfirma vereinbart. Anlässlich dieses Termins fiel der Medizinphysikerin auf, dass die Funktion der Bedienpedale nicht in üblicher Weise belegt worden war. Im Anschluss wurde bemerkt, dass an den Pedalen auch die normalerweise vorhandenen Piktogramme fehlten. Manchen Benutzern fiel dieser Umstand bereits früh auf, verwirrte sie und führte dazu, dass sie das linke Pedal immer seltener benutzten.

Zudem zeigte sich, dass eine Applikations-schulung der Anwender durch den Hersteller oder Lieferanten nicht stattgefunden hatte.

Die C-Bogen seien gemäss Röntgenfirma ab Werk so eingestellt, dass mit dem rechten Pedal der Durchleuchtungsmodus (geringere Dosis) ausgelöst wird. Auf Wunsch der Anwender kann durch einen Applikationsspezialisten die Pedalbelegung getauscht werden. Dies wird normalerweise im Rahmen der Anwenderschulung erledigt. Die fehlenden Piktogramme seien vergessen worden; dies sei ein Fehler der Röntgenfirma.

Während sechs Monaten waren bis zu 123 Patientinnen und Patienten einer zu hohen Strahlendosis ausgesetzt. Die durchschnittliche effektive Dosis aufgrund der falschen Programmierung der Bedienpedale war mit 0,02 mSv (maximal: 0,2 mSv) im Vergleich zur jeweiligen Gesamtdosis der Untersuchung (5 mSv) sehr klein.

Verschiedene Faktoren haben zu diesem medizinischen Strahlenereignis beigetragen:

- Die Funktionen der Bedienpedale des neu beschafften C-Bogens waren nicht so belegt wie die Benutzer es erwarteten bzw. von baugleichen Geräten gewohnt waren.
- Die Piktogramme zur Kennzeichnung der auf den Bedienpedalen hinterlegten Modi fehlten.
- Eine Anwenderschulung, in deren Rahmen auch die Belegung der Pedalfunktionen überprüft und korrigiert werden kann, hat nicht stattgefunden.
- Anwender, denen die abweichende Belegung der Bedienpedale auffiel, passten ihre Arbeitspraxis an. Offensichtlich hatte keiner der Nutzer die abweichende Belegung der Bedienpedale als kritische Situation eingeschätzt und eine CIRS-Meldung erstellt. Eine solche Meldung hätte zu einer früheren Entdeckung führen und die Zahl der betroffenen Patienten niedriger halten können.
- Wichtige Personen, die Aufgaben im Strahlenschutz wahrnehmen, wurden in die Beschaffung und Inbetriebnahme des neuen Röntgensystems zu wenig einbezogen und informiert.

Aufgrund des Ereignisses wurden Korrekturmassnahmen ergriffen. Neu soll in diesem Spital z. B. die Medizinphysik bei der Beschaffung und Inbetriebnahme neuer Geräte stets einbezogen werden. Prozesse der Zusammenarbeit und Kommunikation zwischen Spital und Röntgenfirma wurden überarbeitet, um ähnliche Vorfälle in Zukunft zu verhindern. Das Ereignis wird publiziert, weil mehr als 100 Patientinnen und Patienten bis zur Entdeckung des Ereignisses betroffen waren.

Strahlenden Paketen auf der Spur

Die Schweiz hat sich verpflichtet, die Richtlinien der Internationalen Atomenergie-Organisation IAEA zur Sicherung und Sicherheit von radioaktiven Materialien umzusetzen. Wie dies kostengünstig und routinemässig möglich ist, zeigt die Paketmessanlage im Paketzentrum Urdorf. Vom BAG bestellt und vorgängig vom Paul Scherrer Institut (PSI) geprüft und angepasst, hilft sie der Schweizerischen Post, radioaktive Pakete aus dem Import aufzuspüren.

Auf dem Förderband, das sich durch die grosse Halle im Paketzentrum Urdorf schlängelt, landet ein grosser Teil der Pakete, die auf dem Postweg in die Schweiz importiert werden. Unser erster Eindruck, dass nur wenige Pakete verarbeitet werden, täuscht. «Im Schnitt haben wir 5000 Pakete pro Tag, an Weihnachten können es dann schon gegen 10 000 sein», erklärt Thomas Dachzelt, der für die Anlage verantwortliche Techniker der Post (vgl. Abb. 14). «Wir stellen den Import eines Grossteils der Pakete sicher, welche auf dem Postweg aus dem Ausland in die Schweiz kommen. An den verschiedenen Arbeitsplätzen entscheiden

Mitarbeitende anhand der Deklaration sowie der gesetzlichen Vorgaben, ob ein Paket abgabefrei ist oder ob Einfuhrabgaben zu zahlen sind. Andere Mitarbeitende führen Besichtigungen von Paketen durch, klären deren Wert ab und schliessen den Verzollungsprozess ab.» Die Förderanlage ist in rund 80 Abschnitte unterteilt, um Störungen punktgenau detektieren zu können. Eine dieser Störungen lösen Pakete aus, die strahlendes radioaktives Material enthalten. Thomas Dachzelt führt uns dies im Abschnitt vor, in welchem die Radioaktivität der Pakete gemessen wird: Er stellt ein Testpaket mit mehreren



Abb. 14:
Die Verantwortlichen für die
Paketmessanlage: v.l.n.r.
Reto Linder vom BAG, Thomas
Dachzelt von der Schweizeri-
schen Post und Jari Pillar vom
PSI

Kilo handelsüblichem Kaliumsalz am Anfang des Abschnittes aufs Förderband (vgl. Abb. 15). «Kaliumsalze, die zum Beispiel in einigen Pulvern zur Herstellung asiatischer Nudeln enthalten sind, können wegen ihrem hohen Salzgehalt von Natur aus leicht radioaktiv sein», erklärt er, «und Nudelpulver aus Thailand gehört zu den Produkten, die Privatpersonen in Paketen in die Schweiz importieren.» Das Paket fährt ein Stück weit, dann stoppt das Förderband. Das Paket befindet sich nun just an einer Stelle, an der ein Schild vor hochempfindlichen Messgeräten warnt (vgl. Abb. 16). Im gleichen Moment erhält Reto Linder, der uns als Mitarbeiter der Sektion Forschungsanlagen und Nuklearmedizin des BAG begleitet, per SMS eine Radioaktivitätsmeldung zu einen Gammastrahlenzwischenfall im Paketzentrum Urdorf.

Im Auftrag des Bundesrates

Grundlage dieses SMS bildet der Aktionsplan Radiss, mit dem der Bundesrat das BAG beauftragt, die radiologische Sicherung und Sicherheit in der Schweiz bis 2028 zu verstärken und die entsprechenden Richtlinien der IAEA umzusetzen. Der Plan basiert auf der Strahlenschutzverordnung, die am 1. Januar 2018 in Kraft getreten ist, und umfasst die Aktionsfelder *Prävention, Detektion, Intervention* sowie – mit der vom Bundesrat 2024 beschlossenen Verlängerung des Aktionsplans – neu auch das *Krisenmanagement* (vgl. Seite 27 dieses Berichts). Diesen vier Aktionsfeldern sind insgesamt 29 Massnahmen zugeordnet. Eine



Abb. 15:
Das radioaktive Testpaket
mit Kaliumsalz auf dem
Förderband



Abb. 16:
Die Paketmessanlage
detektiert das radioaktive
Testpaket, so dass der
betreffende Abschnitt
(rot markiert) des Förder-
bandes stillsteht

Massnahme aus dem Aktionsfeld Detektion beauftragt das BAG, Konzepte zu entwickeln und zu testen, um radioaktive Materialien bei einreisenden Personen und importierten Waren an der Grenze aufspüren zu können.

Da sich die «Landesgrenze» beim Warenimport im Paketzentrum Urdorf befindet, hat das BAG hier in den letzten Jahren während mehrerer Wochen Pakete auf Radioaktivität ausgemessen. Es hat dabei festgestellt, dass ein kleiner Teil der Pakete radioaktive Materialien enthält und dass eine verlässliche Detektion automatisiert durchführbar wäre. Auf dieser Grundlage hat es eine Paketmessanlage für das Paketzentrum in Urdorf beschafft, die in Zusammenarbeit mit der Abteilung Strahlenschutz und Sicherheit des PSI in Betrieb genommen wurde.

Thomas Dachzelt nimmt das Paket vom Band und setzt das Förderband wieder in Betrieb. Er fährt nun mit einem kleinen Handmessgerät die Oberfläche des Paketes ab (vgl. Abb. 17). Trotz seiner Unscheinbarkeit steckt in diesem Gerät ziemlich viel High-Tech. Neben der Bestimmung der Intensität der Radioaktivität, misst es die spezifische Energie der Gammastrahlung, die oft einen ersten Hinweis auf die Art des radioaktiven Materials im Paket gibt. Die Arbeit von Thomas Dachzelt ist nun schon fast fertig. Er schickt diese Angaben zusammen mit der Warendeclaration per E-Mail an die Abteilung Strahlenschutz des BAG. Meist können die Fachleute des BAG auf Grund dieser Angaben bereits bestimmen, um was für einen radioaktiven Gegenstand es sich handelt. Sie entscheiden dann, ob die Post die Sendung zustellen kann oder ob ein Import verboten ist. Wenn dies nicht möglich ist, öffnet die Post im Auftrag des BAG das Paket, um den Gegenstand zu identifizieren. Dies erledigt Thomas Dachzelt unter Sicherheitsvorkehrungen. Er hat schon erstaunliche Waren gefunden und sichergestellt. So zum Beispiel ein Paket mit Tee, welches auch eine Armbanduhr beinhaltete. Da ihr Ziffernblatt mit radioaktiver Leuchtfarbe versehen war, wurde sie vom hochempfindlichen Strahlungsdetektor am Förderband entdeckt.

Gute Zusammenarbeit zwischen Post, PSI und BAG

Jari Piller, der als Physiker am Paul Scherrer Institut (PSI) arbeitet und für die Prüfung, Installation und Inbetriebnahme der Paketmessanlage verantwortlich war, führt uns zum Schild, das auf hochempfindliche Messinstrumente hinweist. «Die Anlage war bei der Auslieferung tatsächlich ein bisschen zu empfindlich, aber seit der Inbetriebnahme im Januar 2024 läuft sie störungsfrei und liefert hochpräzise Messwerte», erklärt er. Er zeigt auf zwei Gehäuse, die direkt unterhalb des Förderbandes angebracht sind. Sie enthalten so genannte Szintillatoren, die aus einem Kunststoff bestehen, der bei Bestrahlung ein bläuliches Licht erzeugt (vgl. Abb. 18). Dieses Licht setzt in einer nachgeschalteten Photomultiplier-Elektronenröhre eine grosse Zahl von Elektronen frei, die einen elektrischen Strom bilden. Die Stärke dieses Stroms stellt ein Mass für die gesamte Radioaktivität dar, die ums Förderband vorhanden ist. Sie besteht einerseits aus der natürlichen Umgebungsradioaktivität und andererseits möglicherweise auch aus der Radioaktivität in einem Paket. Überschreitet die gesamte Radioaktivität einen bestimmten Wert, stoppt der Strahlungsdetektor via die Steuerungssoftware der Post das Förderband. Die Mitarbeiter des PSI haben den Strahlungsdetektor mit aufwändigen Versuchen mit strahlenden Testpaketen zuerst am PSI geprüft und angepasst. Später wurde er direkt in Urdorf bei laufendem Vollbetrieb so eingestellt, dass die üblicherweise ein bisschen schwankende Umgebungsradioaktivität keinen Alarm erzeugt, eine in Tee verpackte, radioaktive Armbanduhr aber schon.

Radioaktive Pakete und ihr Schicksal

Trifft eine Radioaktivitätsmeldung beim BAG ein, beurteilen die Fachleute den Fall auf Grund der gesetzlichen Vorgaben im Strahlenschutz. Sie klären ab, ob die Strahlung des Pakets einen Grenzwert einhält, wie das radioaktive Material zusammengesetzt ist und ob möglicherweise eine Importbewilligung vorliegt. Im einfachsten Fall sind dies Pakete, die natürlich vorkommende radioaktive Materialien enthalten. Bis jetzt gefundene Pakete enthielten beispielsweise Fossilien, Mineralien, Dünger, kaliumhaltige Zusatzstoffe, Lebensmittel oder auch «natürliche» Keramikprodukte wie Essgeschirr oder sogar eine Toilettenschüssel. Solche Sendungen kann die Post ohne Weiteres zustellen. Problematisch sind hingegen Pakete mit Gegenständen, die künstlich erzeugte radioaktive Materialien enthalten. In diesen Fällen kommen strengere Kriterien zur Anwendung, da diese Gegenstände die Gesundheit von Personen gefährden und hohe Entsorgungskosten verursachen können. Die Liste der nicht zustellbaren Sendungen umfasst antike Armbanduhren mit radioaktiver Leuchtfarbe, strahlende Kameraobjektive mit Thorium, radioaktive Glasperlen zur Herstellung von Schmuck, radioaktive Schweisselektroden oder Töpfer-Glasuren. Sogar einen antiken Flugzeug-Kompass mit radioaktiver Leuchtfarbe hat die Paketmessanlage herausgefischt. Ebenso problematisch sind Gegenstände, denen die Hersteller bewusst radioaktives Material beigefügt haben, um negative Ionen zu erzeugen: Diese Ionen sollen laut den Produktpreisungen positiv auf die Gesundheit wirken. Aus Sicht des Strahlenschutzes stellen solche strahlenden Gegenstände jedoch ein Gesundheitsrisiko dar. Beispiele sind Ionen-Schmuck wie auch Regenerations- und Gesundheitsmatten für Personen oder Pferde. Solche Pakete retourniert die Post auf Anweisung des BAG an den Absender.

Die Fachleute des BAG gehen davon aus, dass solche radioaktiven Gegenstände meistens aus Unwissenheit illegal importiert werden. Es ist aber durchaus möglich, dass Sammler von historischen Gegenständen sich bewusst sind, dass diese radioaktive Stoffe enthalten können. In Sammlerkreisen könnte die Urdorfer Paketmessanlage also durchaus einen präventiven Effekt erzeugen, wenn es sich herumspricht, dass das BAG die Einfuhr von solchen Gegenständen unterbindet.

Urdorf als erster Schritt in Richtung Ziel

Die Paketmessanlage in Urdorf ist ein wichtiger Meilenstein fürs Ziel, den illegalen Import von radioaktivem Material kostengünstig einzudämmen. «Die Paketmessanlage funktioniert zum grossen Teil automatisch und erzeugt nur minimsten personellen Aufwand», sagt Thomas Dachzelt. Auch der Strahlungsdetektor selber ist relativ kostengünstig. Jari Piller spricht von einem mittleren fünfstelligen Betrag für die Beschaffungskosten der Anlage: «Es wäre wünschenswert, wenn auch die andern Importkanäle für Pakete mit solchen Anlagen ausgestattet werden könnten.» Und Reto Linder ist überzeugt, dass solche Anlagen dazu beitragen können, Gesundheit und Umwelt vor schädlicher Wirkung radioaktiver Materialien zu schützen und gegen mögliche illegale Einfuhren radioaktiver Quellen zu missbräuchlichen Zwecken vorzugehen.



Abb. 17:
Kontrolle mit Handmessgerät
am Testpaket, das gemäss
Messung natürliches
Kalium-40 enthält



Abb. 18:
An der Unterseite des
Förderbandes angebrachte
Szintillatoren für die
Strahlungsmessung

Aktionsplan Radium 2015–2023

Der Aktionsplan Radium 2015–2023 ermöglichte die erfolgreiche Sanierung von über 160 ehemaligen Uhrenateliers mit Radiumrückständen. Zudem wurden rund 250 ehemalige Deponien identifiziert, die möglicherweise radiumkontaminierte Abfälle enthalten und bei einer Öffnung Strahlenschutzmassnahmen erfordern würden. Dies sind die zentralen Ergebnisse des Schlussberichts zum Aktionsplan, der dem Bundesrat an seiner Sitzung vom 27. November 2024 vorgelegt wurde.

Nach Abschluss der Arbeiten im Rahmen des Aktionsplans Radium Ende 2023 hat das BAG einen Schlussbericht für den Bundesrat erstellt, der die durchgeführten Massnahmen bilanziert und die Erkenntnisse präsentiert, die daraus gewonnen werden können. Darüber hinaus wird der zukünftige Handlungsbedarf aufgezeigt. Der Bericht basiert namentlich auf der externen Evaluation des Aktionsplans, die das Unternehmen EBP Schweiz AG durchgeführt hat sowie auf die Expertenmeinung des «Centre d'étude sur l'évaluation de la protection dans le domaine nucléaire» (CEPN) in Frankreich. Alle erwähnten Unterlagen sind auf der Website des BAG veröffentlicht ([Schlussbericht des Aktionsplans Radium 2015-2023](#)).

Wichtigste Ergebnisse

Der Umgang mit den Kontaminationen in ehemaligen Radiumsetzateliers umfasste drei Stossrichtungen: historische Nachforschungen zur Identifikation potenziell kontaminierter Liegenschaften, ihre Untersuchung und gegebenenfalls ihre Sanierung.

Anhand der Nachforschungen konnte ein Inventar mit rund 1100 Liegenschaften hauptsächlich in den Kantonen Bern, Neuenburg und Solothurn erstellt werden. Allerdings ist es schwierig, die Vollständigkeit dieses Verzeichnisses zu garantieren, da Heimarbeit den Behörden damals häufig nicht gemeldet wurde. Von den 1093 Liegenschaften, die gemäss einem von Fachleuten validierten Protokoll untersucht wurden, waren 163 sanierungsbedürftig (hauptsächlich Wohnungen und Privatgärten). Dabei wurden die Bewohnerinnen und Bewohner unzulässigen Strahlendosen ausgesetzt, die den Referenzwert von 1 Millisievert pro Jahr überschritten, wobei aber keine sofortigen Schutzmassnahmen angezeigt waren. Hervorzuheben sind auch die hohen Radiumkonzentrationen, die in den Gärten gemessen wurden (die am Hotspot das 600- bis 700fache der durchschnittlichen natürlichen Radiumkonzentrationen erreichten). Zudem wurden während der Untersuchungen zahlreiche radiumhaltige Gegenstände, namentlich Uhrenbestandteile, entdeckt.

Durch die Sanierungen von 161 Liegenschaften konnte die Belastung für die heutigen und künftigen Bewohnerinnen und Bewohner erheblich reduziert werden. Die Kosten (von im Schnitt 40 000 Franken) wurden vom Bund übernommen, da die Verursacher der Kontaminationen nur selten ermittelt werden können. Die Entsorgung der Sanierungsabfälle stellte im Übrigen während der gesamten Dauer des Aktionsplans eine Herausforderung dar, insbesondere wenn Mischkontaminationen vorlagen. Abbildung 19 zeigt Gemeinden, die von den Messungen und Sanierungen betroffen waren.

Zur Ermittlung ehemaliger Deponien, die möglicherweise radiumkontaminierte Abfälle enthalten, und deren Risikoeinstufung wurde eine Strategie entwickelt. Dieser auf den Umgang mit belasteten Standorten gestützte Ansatz entstand in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Umwelt, der Suva und den Kantonen Bern, Genf, Jura, Neuenburg und Solothurn. Dabei wurden mehr als 250 Deponien identifiziert, bei denen während Aushubarbeiten Strahlenschutzmassnahmen erforderlich sind. Ziel dieser Massnahmen ist es, das Risiko für die Arbeitnehmenden zu verringern und eine Verbreitung der Kontamination in die Umwelt zu verhindern. Der Umgang mit solchen Deponien wurde in der Wegleitung «Arbeiten auf ehemaligen Deponien» präzisiert, die das BAG im Oktober 2024 veröffentlicht hat.

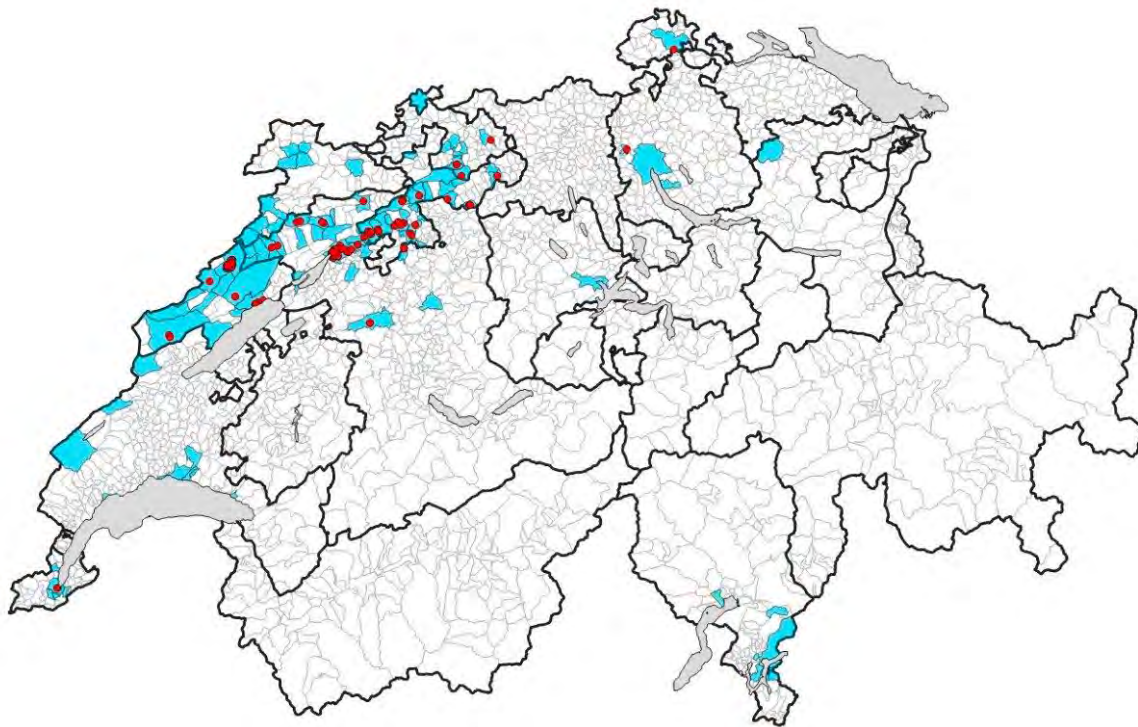


Abb. 19:
Von den Messungen betroffene Gemeinden (blau) und Sanierungsfälle (rot)



Abb. 20:
Radium-Leuchtfarbenset,
das bei einer Messung bei
einem Uhrmacher entdeckt
wurde

Erkenntnisse und Erreichung der Schutzziele

Der Aktionsplan hat seine Ziele im Bereich des Schutzes der Bevölkerung, der Arbeitnehmenden und der Umwelt erreicht. Dank den umfangreichen historischen Nachforschungen und der hohen Akzeptanz der Messungen und Sanierungen konnten diese Expositionen erheblich reduziert und die Wohnbarkeit der Liegenschaften dauerhaft gewährleistet werden. Der Beizug spezialisierter Sanierungsfirmen trug dazu bei, die Risiken für die Arbeitnehmenden zu minimieren und die Kontamination der Umwelt zu verhindern. Auch die vorgesehenen Strahlenschutzmassnahmen bei der Öffnung von betroffenen ehemaligen Deponien dienen diesen Zielen. Diese Feststellungen wurden in den externen Evaluationen bestätigt, die auch die in der Kommunikation mit der Öffentlichkeit und den Stakeholdern erzielten Fortschritte betonten. Insgesamt kostete der Aktionsplan den Bund knapp 11 Millionen Franken. Die Eidgenössische Finanzkontrolle hat eine Querschnittsprüfung des Umgangs des Bundes mit problematischen Stoffen, unter anderem Radium, durchgeführt. Der Bericht kommt zum Schluss, dass der Aktionsplan Radium 2015–2023 vorbildlich darstellt, wie der Bund mit einem problematischen Stoff ganzheitlich umgeht.

Künftiger Handlungsbedarf

Vor dem Hintergrund dieser Erkenntnisse bleiben nach Abschluss des Aktionsplans manche Punkte noch offen. Angesichts des Ausmasses der früheren Verwendung von Radium in der Schweizer Uhrenindustrie, ist es wahrscheinlich, dass künftig neue, noch zu untersuchende und möglicherweise zu sanierende Adressen identifiziert werden. Es ist daher unabdingbar, das Wissen für künftige Interventionen sicherzustellen. Im Rahmen der laufenden Revision des Strahlenschutzgesetzes ist vorgesehen, die Übernahme der Sanierungskosten in der Strahlenschutzverordnung (StSV) zu regeln. Ferner muss auch die Rückverfolgbarkeit der Restkontaminationen in den Liegenschaften gewährleistet werden. Die vorgesehenen Strahlenschutzmassnahmen bei der Öffnung von ehemaligen Deponien, die möglicherweise Radiumabfälle enthalten, sind langfristig angelegt. Bei der nächsten Revision der StSV gilt es daher, die Verantwortlichkeiten und die zugehörigen Verfahren zu regeln. Schliesslich wird das BAG eine Wachsamkeit in Bezug auf Deponien aufbauen, die radiumkontaminierte Abfälle aus anderen Quellen als der Uhrenindustrie enthalten können und geeignete Massnahmen für radiumhaltige Gegenstände, die weiterhin auf dem Markt im Umlauf sind (vgl. Abb. 20), definieren. Weitere Informationen zum Aktionsplan finden Sie im Interview mit Martha Palacios, S. 6 dieses Berichts.

Aktionsplan Radon 2021–2030

Im Jahr 2024 hat das BAG die Projekte des Aktionsplans Radon 2021–2030 fortgeführt. Aufgrund von Sparmassnahmen des Bundes werden die finanziellen Möglichkeiten leider stark eingeschränkt. Erfreulicherweise hat das Bundesamt für Energie (BFE) mit Unterstützung des BAG die Neulancierung der Ausschreibung für eine Geschäftsstelle «Energie und Gesundheit», begonnen. Die Entwicklung des neuen Radonportals als Nachfolge der Radondatenbank schreitet voran.

Stand der Arbeiten im Rahmen der vier Stossrichtungen

Immobilienpark

Im Jahr 2024 hat das BAG die Entwicklung der Radondatenbank zu einem Radonportal vorbereitet. Die direkte Anbindung des Radonportals an das Gebäude- und Wohnungsregister wird die Interoperabilität erhöhen. Ausserdem ist geplant, neue Statistiken zu den durchgeführten Radonmessungen auf kommunaler und kantonaler Ebene zu programmieren und das Radium-Inventar in das Radonportal zu integrieren. Das BAG hat anlässlich einer Koordinationsplattform das Projekt den Kantonen vorgestellt und diskutiert, um ihre Wünsche und Bedürfnisse bestmöglich zu berücksichtigen und die Benutzerfreundlichkeit zu verbessern. Anfang 2025 startet die Programmierung der neuen Funktionalitäten.

Radon war ein Thema an der Swissbau 2024 in der Messe Basel. Vom 16. bis 19. Januar 2024 war das BAG mit einem Infopoint vor Ort und hat zwei Veranstaltungen mit verschiedenen Referenten organisiert. Am Infostand konnte das BAG viele Gespräche mit Baufachleuten, aber auch mit Privatpersonen führen (vgl. Abb. 21). Einige Personen konnten dazu motiviert werden, eine Radonmessung durch-

zuführen. Auch das Radonhandbuch war beliebt und wurde gerne mitgenommen. Beide Veranstaltungen (Vorträge zum Radonschutz in Gebäuden sowie Podiumsgespräch zum Thema «Energie und Gesundheit») wurden jeweils von mehr als 40 Personen besucht.

Als Konsequenz der Teilnahme bei der Swissbau hat die Vereinigung staatlicher und kommunaler Leiter Immobilien (VSLI) das BAG angefragt, am diesjährigen «Swiss Public Real Estate Forum» in Aarau teilzunehmen. Deshalb war das BAG mit einem kleinen Infostand vertreten.

Nachdem die WTO-Ausschreibung für eine Geschäftsstelle «Energie und Gesundheit» letztes Jahr aus formalen Gründen nicht abgeschlossen werden konnte, musste die Ausschreibung wiederholt werden. Aufgrund von personellen Wechsels verzögerte sich das Projekt. Erfreulicherweise kann nun das BFE die Ausschreibung erneut vorbereiten. Es ist geplant, sie im April 2025 zu starten, so dass die Geschäftsstelle im Idealfall ihre Arbeit im Herbst 2025 aufnehmen kann. Die Geschäftsstelle soll die beiden Bundesämter rund um die Schnittstellen Legionellen, Radon und Innenraumluftqualität beraten und informieren und auch Texte sowie Fachartikel erarbeiten. Zum anderen soll sie den künftigen Austausch zwischen den Akteuren gewährleisten (bspw. durch die Schaffung von Fachgremien) und neue Erkenntnisse aus der Forschung der Branche vermitteln.

Gesundheitsrisiko

Der Kanton Zürich hat das Thema Radon in einer Folge einer Podcast-Serie thematisiert. In der als Umweltkrimi angelegten Serie konnte das BAG die Radonmessungen in Schulen und Kindergärten, den Aktionsplan als auch die Gesetzgebung erläutern. Der ganze Podcast (unter Uf de Spur. De Umweltkrimi vo Züri. | Kanton Zürich verfügbar), der sich auch mit der Lichtverschmutzung, dem Foodwaste und elektromagnetischen Feldern befasst, liefert einen guten Beitrag zur Kommunikation von Gesundheitsrisiken.

Der geplante Start zur Entwicklung eines Vorhersagetools musste aufgrund der limitierten finanziellen Mittel verschoben werden.

Radonkompetenz

In Zusammenarbeit mit den regionalen Radonfachstellen (Fachhochschule Nordwestschweiz, Muttenz; Haute école d'ingénierie et d'architecture, Fribourg; Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana, Mendrisio) hat das BAG das Aus- und Fortbildungskonzept weiter verbessert und erweitert. Es legt die Grundanforderungen für die Ausbildung

von Radonfachpersonen und deren Fortbildung fest. Das BAG hat zudem seine digitale Lernplattform in einigen Modulen angepasst und neue Prüfungsfragen definiert.

Mithilfe eines eigens dafür erarbeiteten Flyers hat das BAG verschiedene Berufsverbände kontaktiert um abzuklären, ob sie Unterstützung bei der Aufnahme des Themas Radon in die Ausbildung von relevanten Bauberufen benötigen. Die meisten angefragten Verbände behandeln Radon bereits in der Grundbildung. Um dieses Thema zu vertiefen und noch weitere Berufsverbände für das Thema Radon zu motivieren, wird das BAG 2025 eine Tagung mit Berufsverbänden zum Thema Lüftung, Bauen, Energie, Gebäudetechnik durchführen.

Durch die neuen Anforderungen an Messstellen, die vor zwei Jahren eingeführt wurden, muss jede Messstelle vor der Erneuerung der Anerkennung eine halbtägige Fortbildung besuchen. Dieses Jahr hat das BAG zwei solcher Kurse auf Deutsch und einen Kurs auf Französisch durchgeführt. Ausserdem hat das BAG vier neue Radonmessstellen anerkannt, so dass nun 84 anerkannte Radonmessstellen in der Schweiz zur Verfügung stehen.



Abb. 21:
An der Swissbau in Basel 2024 haben die BAG-Vertreter Emanuel Christen, Fabio Barazza und Daniel Storch (von links nach rechts) einen Informationsstand zu Radon betrieben.

Arbeitnehmerschutz

Die Strahlenschutzverordnung macht Vorgaben, wie mit radonexponierten Arbeitsplätzen umzugehen ist. Die Arbeitsgruppe «Radon am Arbeitsplatz» hat im Berichtsjahr ein Messprotokoll für personenbezogene Radonmessungen erarbeitet, das kurz vor der Verabschiedung steht und im Sommer 2025 eingeführt werden soll. Die Radondatenbank wird ebenfalls ergänzt, sodass die entsprechenden Messresultate aufgenommen werden können. Die personenbezogenen Radonmessungen dienen der Dosisabschätzung für eine Person am Arbeitsplatz. Erst wenn diese Abschätzung ergibt, dass Radon-Jahresdosen von über 10 mSv möglich sind, muss der Betrieb organisatorische oder technische Massnahmen ergreifen. Sollten diese Korrekturmassnahmen keine Abhilfe schaffen, muss eine individuelle Überwachung der Dosen, denen das Personal ausgesetzt ist, eingerichtet werden. Erste Stichprobenmessungen der Suva haben jedoch gezeigt, dass es in der Schweiz vermutlich nicht viele Arbeitsplätze gibt, an denen eine solche Dosimetrie notwendig ist.

Weitere Themen

Vergleichsmessung 2024

Im Jahr 2024 hat das eidgenössische Institut für Metrologie (METAS) im Auftrag des BAG eine Vergleichsmessung aller zugelassenen, passiven Radondosimeter durchgeführt. Die gewählte Radonexposition und -konzentration lag ein wenig höher als vor zwei Jahren. Alle Dosimeter haben die geforderten Kriterien erfüllt und bleiben damit zugelassen.

Radontagung 2025

Am 20. Mai 2025 findet die nationale Radontagung statt, die das BAG zusammen mit der Krebsliga organisiert und die Halbzeit des Aktionsplans Radon 2021–2030 markieren soll. Das BAG hat bereits ein vorläufiges Programm mit interessanten Referentinnen und Referenten zusammengestellt. Erkenntnisse aus der Tagung und den damit verbunden Diskussionen sollen dann auch in den Zwischenbericht zum Aktionsplan an den Bundesrat fliessen.

Ausblick

In der zweiten Hälfte des Jahres 2025 wird der Zwischenbericht zum Aktionsplan Radon 2021–2030 an den Bundesrat übergeben. Dieser soll den Stand der Umsetzung der Ziele mit Hilfe von Indikatoren beschreiben.

Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt

Im Rahmen seines gesetzlichen Auftrags koordiniert das Bundesamt für Gesundheit (BAG) ein nationales Programm zur Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt, in Zusammenarbeit mit den Aufsichtsbehörden über die emittierenden Betriebe und Anlagen (Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat und Suva) sowie der Nationalen Alarmzentrale und den Kantonen. Das BAG beteiligt sich aktiv an diesem Programm, namentlich durch die permanente Messung der Radioaktivität in der Luft und im Flusswasser mit seinen automatischen Messnetzen. Darüber hinaus misst das BAG in seinem nach ISO 17025 akkreditierten Prüflabor jedes Jahr an die 2000 Umweltproben (Aerosole, Niederschlag, Gras, Böden, Lebensmittel).

Modernisierung der Messstation auf dem Jungfrauoch zur Überwachung der Radioaktivität in der Höhenluft

Das Dispositiv zur Messung der Radioaktivität in der Höhenluft der Forschungsstation auf dem Jungfrauoch entspricht nicht mehr den heutigen Anforderungen. Der Bundesrat entschied daher an seiner Sitzung vom 13. April 2022, das System zu modernisieren. Die neue Station wird die kontinuierliche Messung der Radioaktivität in der Luft ermöglichen, aber auch eine spätere Analyse im Labor. Gemäss Planung hätte sie bis Ende 2024 den Betrieb aufnehmen sollen – durch neue Sicherheitserfordernisse sowie technische Probleme am Ansaugkopf kam es jedoch zu einer Verzögerung.

Der mechanische Teil wurde Ende 2023 vor Ort installiert, einschliesslich der Ansaugleitungen, der Sammelkammer, der Pumpe und der akustischen und thermischen Isolation (vgl. Abb. 22, 23, 24). 2024 konzentrierten sich die Arbeiten auf die Steuerung und die Automatisierung des Monitors mit der Umsetzung

der Elektrotechnik. Dies umfasste die Auswahl der Sensoren und der Aktoren, die Dimensionierung und Installation der Kabel, die Erstellung des Schaltplans und die Fertigung der Schalttafel. Zwei wichtige Entwicklungen erfolgten parallel dazu: Zum einen wurde eine Überwachungssoftware entwickelt, welche die Maschine überwacht und die Daten an das Netzwerk übermittelt, zum anderen erfolgte die Programmierung der automatischen Betriebssteuerung, mit der beispielsweise Volumenstrom und Temperatur reguliert werden können. Bevor die Messstation voraussichtlich 2025 in Betrieb gehen kann, müssen noch die Programmierung und die Elektroinstallationsarbeiten fertiggestellt werden.

Die neue Messstation auf dem Jungfrauoch soll auch die Lücke schliessen, die aufgrund der Einstellung der Sammelflüge mit Tiger-Kampfflugzeugen entstehen wird, nachdem die Schweizer Armee deren Ausserbetriebnahme per 2025 beschlossen hat. Das Parlament forderte im September 2022 allerdings den Weiterbetrieb der Tiger bis mindestens 2027. Der Armeestab hat dem BAG im Juli 2023 denn auch bestätigt, dass die Sammelflüge in grosser Höhe zur Messung der Radioaktivität mit den Tiger-Kampfflugzeugen noch bis Ende 2027 fortgesetzt werden können.



Abb. 22:
Die neue Messstation auf dem Jungfrauoch von innen, mit
Ansaugleitung und Sammelkammer

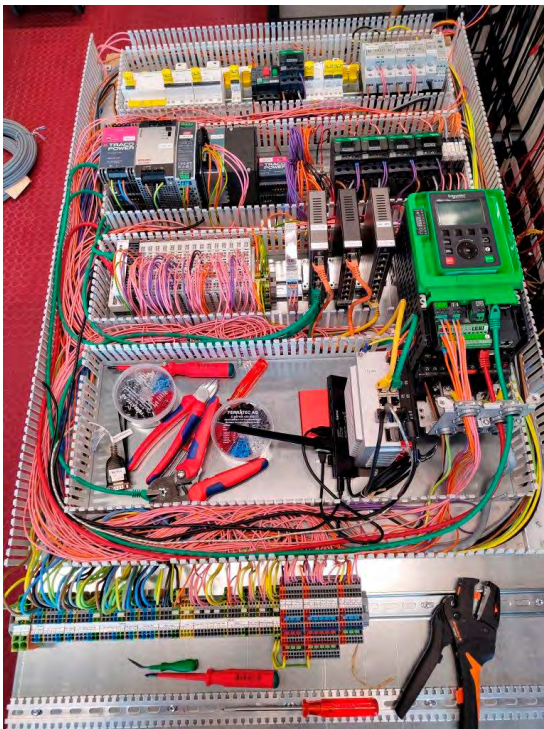


Abb. 23:
Die Schalttafel für die Systemautomation

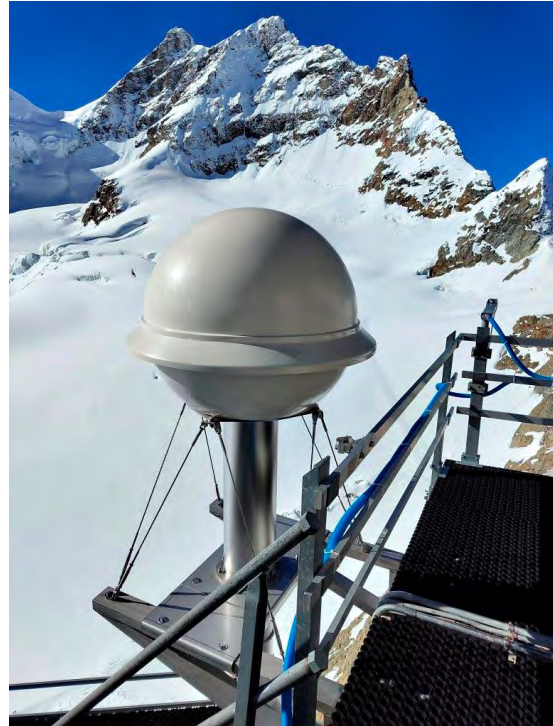


Abb. 24:
Der mit einer Heizung ausgestattete Ansaugkopf für die
Aerosolprobenahme

Wichtigste Ergebnisse der Überwachung 2024

Die vom BAG betriebenen automatischen Messnetze zur Überwachung der Radioaktivität in der Luft und im Flusswasser (URAnet aero und URAnet aqua) ergaben 2024 keine anormalen Werte. Die 15 URAnet-aero-Messstationen übermitteln alle fünf Minuten Resultate, und bei zu hohen Werten wird automatisch ein Alarm erzeugt. Das BAG veröffentlicht diese

Messergebnisse alle zwölf Stunden auf www.radenviro.ch.

Die im Rahmen des nationalen Überwachungsprogramms der Radioaktivität zu den verschiedenen Umweltkompartimenten im Labor nachgewiesenen Spuren von Radioaktivität entsprachen weiterhin den erwarteten Ergebnissen: Sie sind die Folge von Altlasten oder belegen den Normalbetrieb der Unternehmen oder Institute mit einer Genehmigung zur Abgabe radioaktiver Stoffe in die Umwelt.

In den Schweizer Böden überwiegt die natürliche Radioaktivität klar (Isotope aus den Zerfallsreihen von Uran und Thorium sowie Kalium-40), mit regionalen Unterschieden, die hauptsächlich auf geologische Eigenheiten zurückzuführen sind. Das Vorhandensein von Strontium-90 und Actinoiden (Plutonium und Americium) ist hauptsächlich auf den Fallout der atmosphärischen Atomtests der 1960er-Jahre zurückzuführen. Die Ablagerung am Boden wurde damals durch Niederschläge verursacht. Aus diesem Grund zeigen regenreiche Regionen wie die Berggebiete die höchsten Aktivitäten. Im Fall von Caesium-137 ist die Situation komplexer: Die Ablagerung am Boden als Folge der Atomtests zeigt eine ähnliche Verteilung wie jene von Strontium-90 und Actinoiden; der Durchzug der radioaktiven Wolke, die beim Unfall von Tschernobyl 1986 entstand, verursachte hingegen eine zusätzliche Ablagerung, die geografisch nicht gleichmässig verteilt ist. Weil es während des Durchzugs der radioaktiven Wolke im Tessin heftig regnete, war die Ablagerung in dieser Region am stärksten und es werden dort auch heute noch die höchsten Aktivitäten gemessen.

Die in der Schweiz in der Luft gemessene Radioaktivität künstlichen Ursprungs stammt in der Regel aus der Aufwirbelung von kontaminierten Bodenpartikeln und nicht von neuerlichen atmosphärischen Niederschlägen. So werden in den Aerosolfiltern der Hochvolumen-Aerosolsammler (HVS) des BAG, insbesondere im Tessin (Station Cadenazzo), immer noch Spuren von Caesium-137 nachgewiesen. Dieses Phänomen ist bei trockenem Wetter im Winter besonders ausgeprägt. Im September 2024 wurden in der Schweiz jedoch minimale Mengen von Caesium-137 aus der Ukraine gemessen, dies im Nachgang zu heftigen Waldbränden, die Ende August in der Sperrzone von Tschernobyl ausbrachen. Unter dem Einfluss einer antizyklonalen Wetterlage verbreiteten sich Rauchgase in Richtung Westukraine und anschliessend nach Polen, Skandinavien und in einen grossen Teil Nordeuropas (vgl. Artikel des IRSN¹). Ab dem 12. September gab es im Norden der Ukraine wieder Niederschläge, welche die Intensität

der Waldbrände deutlich milderten. In der Schweiz haben die sechs HVS (CERN, Güttingen, Cadenazzo, Liebefeld, Klingnau und Posieux) während der Sammelperiode vom 16. bis 23. September schwache Aktivitäten dieses Radionuklids nachgewiesen (Werte zwischen 0,2 und 0,9 microBq/m³).

Lebensmittel

Obwohl die Konzentrationen von Caesium-137 seit 1986 stetig abnehmen, können in einigen Lebensmitteln immer noch höhere Werte gemessen werden, etwa in Wildpilzen (einheimisch oder importiert) und in Honig oder Heidelbeeren. Auch 2024 wurden in Wildschweinfleisch aus dem Tessin Überschreitungen des Höchstwerts für Lebensmittel festgestellt. Dieser Höchstwert ist in der Tschernobyl-Verordnung bei 600 Bq/kg festgelegt. Seit mehreren Jahren kontrolliert der kantonale Veterinärdienst des Kantons Tessin systematisch die Radioaktivität aller auf Kantonsgebiet gejagten Wildschweine. Die Ergebnisse der Kampagne 2024 zeigten, dass bei 38 von 785 kontrollierten Wildschweinen der zulässige Höchstwert überschritten war. Die betreffenden Wildschweine wurden vom Kantonstierarzt beschlagnahmt. Abgesehen vom Wildschweinfleisch wurde 2024 in der Schweiz keine Überschreitung des Grenzwerts für Caesium-137 in Lebensmitteln festgestellt.

Kernkraftwerke, Forschungszentren und Unternehmen

Die bei der Überwachung der Kernkraftwerke und der Forschungszentren (PSI, CERN) 2024 durchgeführten Messungen wiesen Spuren von Luftemissionen nach. Feststellbar waren namentlich erhöhte Kohlenstoff-14-Werte in Blättern in der Umgebung der Kernkraftwerke sowie erhöhte Konzentrationen von Isotopen mit kurzer Halbwertszeit (Natrium-24, Argon-41 und Iod-131), welche die Beschleuniger der Forschungszentren produzieren.

1 [Détection de traces de 137Cs dans l'air en Europe consécutives à des incendies dans la zone d'exclusion de Tchernobyl, fin août / début septembre 2024 | IRSN](#)

Spuren von Aktivierungsprodukten aus flüssigen Abgaben wurden sporadisch in den Sedimenten der Aare und des Rheins nachgewiesen, insbesondere während der Revision der Kraftwerke. Nach der Revision des Kernkraftwerks Gösgen wurden im April auch in der Aare (bei Brugg) leicht erhöhte Tritiumwerte (ca. 10 Bq/l) gemessen. Im gleichen Zeitraum betrugen die monatlichen Tritiumkonzentrationen im Rhein (bei Weil am Rhein) 3 Bq/l. Zum Vergleich sei erwähnt, dass die natürlich in Schweizer Flusswasser vorkommenden Tritiumkonzentrationen unter der Nachweisgrenze von 2 Bq/l liegen. Die Abgaben dieser künstlichen Radionuklide an die Umwelt blieben aber immer deutlich unter den erlaubten Werten.

In der unmittelbaren Umgebung von Unternehmen, die Tritium verwenden, ergab die Überwachung, wie schon in der Vergangenheit, eine signifikante Kontamination der Umwelt (Niederschläge, Lebensmittel) mit diesem Radionuklid im Vergleich zu den üblicherweise in der Schweiz gemessenen Werten. Am 5. Februar 2024 hat ein auf die Entwicklung und Herstellung von Tritium-Produkten spezialisiertes Schweizer Unternehmen aufgrund eines Produktionsfehlers 2 TBq Tritium (HTO) mit der Abluft freigesetzt. Weitere Informationen zu diesem radiologischen Ereignis sind auf Seite 33 dieses Berichts zu finden. Die kontinuierliche Überwachung der Tritiumkonzentrationen in der Umwelt durch das BAG zeigte, dass die Tritiumkonzentrationen in zwischen dem 2. und 8. Februar in der Umgebung des Unternehmens entnommenen Niederschlags- und Luftfeuchtigkeitsproben deutlich höher lagen als die an diesen Orten normalerweise gemessenen Werte (bis zu 200 Bq/l im Niederschlag, während der Jahresdurchschnitt 2023 bei 22 Bq/l lag, und bis zu 39 Bq/m³ in der Luftfeuchtigkeit, während die üblichen Werte unter 1 Bq/m³ liegen), der Effekt auf die Gesundheit der Bevölkerung jedoch vernachlässigbar geblieben war. Die anhand der Messergebnisse berechneten Strahlendosen bewegten sich in der Grössenordnung von höchstens einigen Microsievert (µSv) für die am stärksten exponierten Personen aus der Bevölkerung.

2024 bewegten sich die in den alle zwei Monate in unmittelbarer Nähe des Unternehmens mb Microtec in Niederwangen (BE) entnommenen Niederschlagsproben gemessenen Tritiumwerte zwischen 5 und 790 Bq/l, das heisst bei höchstens 4 % des in der Strahlenschutzverordnung (StSV) festgelegten Immissionsgrenzwerts für öffentlich zugängliche Gewässer. Bei den Lebensmitteln lagen die gemessenen Tritiumkonzentrationen in Destillaten von Milch-, Obst- und Gemüseproben (Äpfel, Birnen, Pflaumen, Rhabarber usw.), die der Kanton Bern Ende August 2024 in der Nähe des Unternehmens gesammelt hatte, zwischen 5 und 80 Bq/l und gehören damit zu den tiefsten Werten, die in den letzten zehn Jahren erfasst wurden.

Kläranlagen und Verbrennungsanlagen

Im Rahmen der Umweltüberwachung werden wöchentlich Abwasserproben aus den Kläranlagen der grossen Ballungsgebiete entnommen und im Labor auf die Konzentrationen von Gammastrahlern (Iod-131, Lutetium-177) analysiert, die hauptsächlich aus Ausscheidungen von in nuklearmedizinischen Betrieben behandelten Patientinnen und Patienten stammen. Diese Radionuklide werden zwar selten in den monatlich gesammelten und im Labor gemessenen Flusswasserproben nachgewiesen (aufgrund ihrer kurzen Halbwertszeit und der Zeit zwischen Probenahme und Messung), Spuren davon sind jedoch in Sedimenten zu finden, wo sie oftmals in höheren Konzentrationen vorhanden sind. So werden Spuren von Iod-131, Lutetium-177 und Radium-223 regelmässig in Schwebstoffen aus dem Rhein bei Weil am Rhein nachgewiesen. Dank der kontinuierlichen Messungen mit Wassersonden können diese Radionuklide auch regelmässig im Wasser der Kläranlagen nachgewiesen werden. Selbst wenn die Überwachung der Radioaktivität im Flusswasser basierend auf der Beprobung grosser Mengen und der Messung im Labor also erlaubt, sehr schwache Konzentrationen von Radionukliden mit langer Halbwertszeit nachzuweisen, stösst sie bei in der Medizin verwendeten Radionukliden – die alle eine kurze Halbwertszeit aufweisen – an Grenzen. Aus diesem Grund sind derzeit Überlegungen im Gange,

ob ab 2025 ein Teil der Wasserprobensammler durch Wassersonden ersetzt werden soll.

Seit dem Inkrafttreten der revidierten StSV im Jahr 2018 sind die KVA dazu verpflichtet, die angelieferten Abfälle mit einem geeigneten Verfahren vor der Verbrennung auf das Vorhandensein von Gammastrahlern zu prüfen. Damit sollen die Risiken für Personal und Umwelt reduziert werden. Die systematische Installation von Portalmonitoren deckt diese Anforderung ab, verhindert jedoch nicht die versehentliche

Verbrennung von Tritium, einem reinen Betastrahler, der von diesen Portalen nicht detektiert werden kann. Zu solchen Vorfällen kam es in den letzten Jahren immer wieder, insbesondere in Basel und Zürich. Deren Ursache konnte aber nach wie vor noch nicht aufgeklärt werden. Aus diesem Grund werden im Rauchgaswaschwasser von KVA in grossen Ballungsgebieten Tritiummessungen durchgeführt. 2024 wurde dem BAG allerdings keine unbeabsichtigte oder illegale Verbrennung von Tritium in KVA gemeldet.

Die vollständigen Ergebnisse der Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt werden jedes Jahr im Bericht «Umweltradioaktivität und Strahlendosen in der Schweiz» veröffentlicht (verfügbar unter Jahresberichte Umweltradioaktivität), ebenso auf dem Portal www.radenviro.ch des BAG.

Intervention in einem radiologischen Notfall

2024 standen zwei bedeutende Notfallschutzübungen im Fokus des BAG: Die von der Internationalen Atomenergie-Agentur (NEA) organisierte Übung konzentrierte sich auf die Wiederherstellung der Normalität etwa ein Jahr nach einem radiologischen Ereignis. Bei der Schweizer Gesamtnotfallübung URANOS wurde erstmals die vorsorgliche Evakuierung der Bevölkerung nach einer Kernkraftwerks-havarie simuliert. Das BAG ist auch für den Wissenserhalt zur Behandlung von Strahlenopfern verantwortlich und arbeitet dabei mit anderen Behörden zusammen. Im Jahr 2024 wurden die seit 2022 laufenden Besuche bei grossen hämatologischen Zentren und Institutionen in der Schweiz abgeschlossen. Diese Besuche dienten der gezielten Fortbildung und Sensibilisierung der Mitarbeitenden für die Thematik. Zudem wurde ein Behandlungskonzept für strahlenverletzte Personen erstellt.

6th International Nuclear Emergency Exercise INEX-6

Die NEA organisiert regelmässig sogenannte INEX-Übungen (*International Nuclear Emergency Exercise*). Die mittlerweile sechste Übung dieser Art (INEX-6) fand Anfang 2024 in mehreren Staaten statt. Der inhaltliche Fokus lag erstmals auf dem Thema der langfristigen Wiederherstellung, also der Rückkehr zur Normalität (*recovery phase*) nach einem nuklearen oder radiologischen Notfall. Speziell betrachtet wurde die Situation ein Jahr nach einem schweren Transportunfall mit radioaktivem Material. Dies entspricht dem Zeitraum kurz vor oder nach Ende der Notfallexpositionssituation. Es stand den teilnehmenden Staaten frei, welche Expositionssituation (siehe Abbildung 25) sie der Bewältigungsphase zu Grunde legten.

Die INEX-6 war als Tabletop-Übung konzipiert und umfasste verschiedene Themengebiete, wie die Auswirkungen auf die Gesundheit, die Lebensmittelsicherheit sowie die Sanierung, die Dekontamination oder auch das Abfallmanagement.

Das BAG ist für die Vorbereitung von langfristigen Massnahmen zuständig, um die Auswirkungen nach einem radiologischen Ereignis zu bewältigen. Entsprechend organisierte es diese Übung in der Schweiz. Sie bot eine hervorragende Gelegenheit, zusammen mit den Partnern von Bund und Kantonen, wichtige Erkenntnisse für diese späte Ereignisphase zu gewinnen. National war das Interesse sehr gross: 50 Vertreterinnen und Vertreter von Bund, den Kantonen, dem Gesundheitswesen, aber auch aus der Wirtschaft sowie aus unserem Nachbarstaat, dem Fürstentum Liechtenstein, nahmen teil.

Die Übung fand im Januar 2024 im Eidgenössischen Ausbildungszentrum Schwarzenburg mit Unterstützung der Abteilung Zivilschutz und Ausbildung des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz (BABS) statt. In angeregten und erkenntnisreichen Gruppendiskussionen setzten sich die Teilnehmenden mit den verschiedenen Herausforderungen ein Jahr nach einem Ereignis auseinander. Man war sich einig, dass die Phase der Rückkehr zur Normalität in allen Bereichen frühzeitig und gemeinsam angegangen werden muss. Vergangene Krisen wie Tschernobyl und Fukushima, aber auch die Coronapandemie liefern dafür wertvolle Erkenntnisse. Aus der Diskussion ergaben sich aber auch Lücken und wichtige Schwerpunkte für die weitere Arbeit: Abläufe und Konzepte der frühen Phasen eines Ereignisses sind gut etabliert, in der Phase der Wiederherstellung fehlen solche Kenntnisse aber grösstenteils. So sind beispielsweise die Rahmenbedingungen für die Etablierung eines Programms zum Gesundheitsmonitoring der betroffenen Bevölkerung sowie für die Dosiserfassung zu prüfen. Auch die Kriterien für die Freigabe von landwirtschaftlichen Produktionsflächen und Produkten sowie von möglichen Kriterien für die Priorisierung bei der Dekontamination sind zu diskutieren und erarbeiten.

Diese und weitere offene Punkte werden in einem nächsten Schritt den zuständigen Stellen zur vertieften Bearbeitung zugewiesen. Hier soll vor allem mit bestehenden nationalen Arbeitsgruppen in den Bereichen Lebensmittel und Landwirtschaft sowie Dekontamination und Abfallmanagement gearbeitet werden. Die Gesundheitsthemen werden unter anderem vom Schweizerischen Behandlungsnetzwerk für Strahlenunfälle, dem BAG und weiteren Partnern abgedeckt.

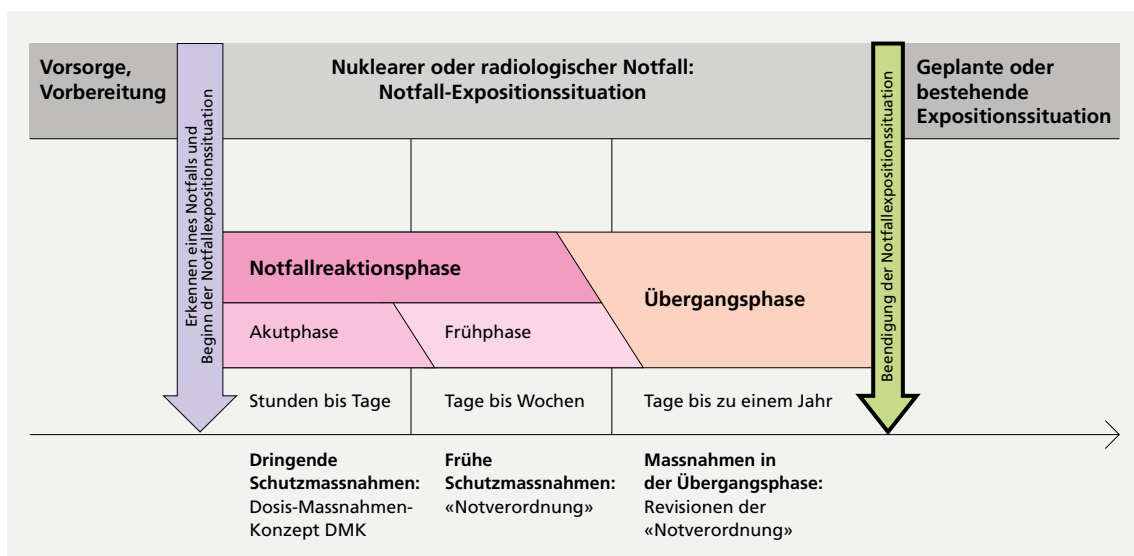


Abb. 25:
Das Thema der INEX-6 Übung der NEA war die Rückkehr zur Normalität (recovery phase) nach einem nuklearen oder radiologischen Notfall.

Gesamtnotfallübung URANOS 2024

In der Schweiz findet alle zwei Jahre eine Gesamtnotfallübung (GNU) mit einem schweizerischen Kernkraftwerk statt. Damit wird der Notfallschutz sowie die Zusammenarbeit der involvierten Notfallorganisationen und beteiligten Stellen des Bundes, der Kantone, Regionen und Gemeinden überprüft.

Die GNU 2024 mit dem Namen URANOS fand anfangs November statt und dauerte drei Tage (vgl. Abb. 26). Im Zentrum des Szenarios stand das Kernkraftwerk Gösgen (KKG): Hier sollte es infolge eines schweren Unwetters und eines Dammbrochs in der Aare zu einer ungefilterten Freisetzung von Radioaktivität kommen. Ein besonderer Fokus lag auf der vorsorglichen Evakuierung der Bevölkerung durch den Kanton in der Umgebung des KKG.

In den frühen Morgenstunden des ersten Übungstages wurde die Notfallorganisation des Eidgenössischen Nuklearsicherheitsinspektorats (ENSI) alarmiert. Anschliessend wurden auch die weiteren Notfallorganisationen aufgeboten und eine Information der Behörden herausgegeben.

Das BAG erhielt ebenfalls Bescheid und traf sich gemäss seinen Ablaufplänen bei Krisensituationen zu einer ersten Lagesitzung. In den darauffolgenden Stunden verfolgte es die Lage im Werk eng mit, konnte an Telefonkonferenzen der NAZ mit dem Werk und den Kantonen teilnehmen und war so bereits frühzeitig über die geplanten Massnahmen informiert.

Wie auch schon an vergangenen GNU übte die Abteilung Strahlenschutz die Prozesse in der Notfallphase. Die Alarmierung und das Hochfahren der BAG-internen Organisationen funktionierten sehr gut. Die Taskforce des BAG konnte ihre Aufgaben erfüllen. Bewährt haben sich hierfür vor allem die gut strukturierten Sitzungen sowie auch die verwendeten Tools für die Ablage und den Austausch innerhalb der Taskforce. Die Möglichkeiten für die Unterstützung durch Künstliche Intelligenz sollten für zukünftige Übungen geklärt werden, beispielsweise für das Medienmonitoring und die Bürgeranfragen. Auch hat sich die Bedeutung einer frühzeitigen Ablöseplanung zur Abdeckung von Nachtschichten und Unterstützung der Abteilung gezeigt. Denn im Falle einer tatsächlichen Krise stellt die sehr begrenzte Anzahl von Experten, die in die Task Force aufgenommen werden können, eine Herausforderung dar, um dauerhaft einsatzfähig zu sein.

Der zweite Übungstag entsprach der ersten Nacht nach dem Ereignis. Dieser ungewöhnliche Zeitsprung verwirrte die Übungsteilnehmenden zunächst, aber die Phase der vorsorglichen Evakuierung konnte trotzdem rasch ausgelöst werden. Verantwortlich hierfür war der Kanton Solothurn, für das BAG bestand in dieser Phase kein Handlungsbedarf. Es hat die Gelegenheit genutzt, um die Notfallverordnung und die damit verbundenen Regelungen auszuarbeiten, die in einer solchen Situation erforderlich wären.

An einer Tabletop-Übung am dritten Übungstag haben die Beteiligten die bei den Kantonen getroffenen Entschlüsse während den ersten



Abb. 26:
Die GNU 2024 mit dem Namen
URANOS fand anfangs
November statt und dauerte
drei Tage.



Abb. 27:
Im Zentrum der Gesamtnotfallübung URANOS 2024 stand das Kernkraftwerk Gösgen. Geübt wurde die vorsorgliche Evakuierung der Bevölkerung durch den Kanton in der nächsten Umgebung des Werks.

beiden Tagen überprüft. In vier Breakoutsessions wurden verschiedene Aspekte der vorsorglichen Evakuierung vertieft diskutiert (vgl. Abb. 27). Erkenntnisse dieser Tabletop-Übung, insbesondere zu den Themen wie Evakuierung und Nicht-Evakuierung von besonderen Institutionen sowie der Umgang mit Personen inner- und ausserhalb des betroffenen Gebiets werden direkt in den Schlussbericht der Übung einfließen. Dieser wird voraussichtlich im Februar 2025 vorgestellt und enthält konkret adressierte Empfehlungen für die Bearbeitung des erkannten Optimierungspotentials. Das BABS wird die Umsetzung mit einem geeigneten Monitoring überprüfen.

Noch bevor die GNU URANOS überhaupt begonnen hatte, fiel der Startschuss für die GNU 2026. Diese wird unter dem Namen VESTA im September 2026 stattfinden und sich auf das Kernkraftwerk Beznau fokussieren. Ein erster Workshop der Übungsleitung fand ebenfalls 2024 statt.

Vorbereitung für ein mögliches nukleares Ereignis in der Ukraine

Das BAG hat auch in diesem Jahr die seit 2022 begonnenen Vorbereitungen auf ein mögliches nukleares Ereignis in der Ukraine fortgeführt (siehe Jahresberichte 2022 und 2023). Mit dem Ziel, die Arbeiten bis Ende Jahr abzuschliessen, sowie sie von den ordentlichen Geschäften

besser abtrennen zu können, wurde in der Abteilung Strahlenschutz eine Task Force gebildet. Diese traf sich alle zwei Wochen, um sich über die aktuelle Lage und den Stand der Arbeiten auszutauschen, Fachdiskussionen zu führen und Entscheidungen zu treffen. Die Effizienz der Zusammenarbeit konnte dadurch deutlich gesteigert werden.

Die bereits seit Ende 2023 etablierte Arbeitsgruppe «Dekontamination und Abfall bei A-Ereignis» aus Mitgliedern von Bund und Kantonen hat sich intensiv mit der Ausarbeitung eines Grundlagendokuments zu den Massnahmen im Bereich Gesundheitsschutz befasst. Neben den Möglichkeiten zur Dekontamination wurden auch für die Entsorgung der in allen Massnahmenbereichen (Gesundheitsschutz, Lebensmittel und Landwirtschaft) entstehenden Abfälle Lösungen erarbeitet. Das Grundlagendokument der Arbeitsgruppe «Lebensmittel und Landwirtschaft bei A-Ereignis» konnte bereits im Sommer abgeschlossen werden. Und auch die Arbeiten am Konzept zur «Überprüfung von Fahrzeugen und Gütern bei deren Ein- und Durchfuhr sowie von Personen bei der Einreise für den Fall eines nuklearen Ereignisses in der Ukraine» und an den Kommunikationsprodukten wurden weiter vorangetrieben. Zur besseren Übersicht wurde zudem eine Vollzugshilfe mit Prozessgrafiken erarbeitet.

Im November konnte mit den überarbeiteten Dokumenten, insbesondere mit der aktualisierten Notfallverordnung Ukraine (d. h. die

«Schubladenverordnung» für den Fall eines nuklearen Ereignisses in der Ukraine) eine letzte informelle Konsultationsrunde bei den Bundesstellen, Kantonen und weiteren Interessengruppen durchgeführt werden. Die verschiedenen Rückmeldungen fliessen in die Abschlussarbeiten ein, so dass ab Anfang 2025 das Dossier Ukraine fertiggestellt werden kann.

Die verschiedenen Arbeitsgruppen werden bestehen bleiben und ihren Fokus nun auf die Planung und Vorbereitung weiterer Szenarien wie den Kernkraftwerksunfall Schweiz legen.

Wissenserhalt bei der Behandlung von Strahlenopfern

Das BAG wird in der Strahlenschutzverordnung beauftragt, für den Wissenserhalt bei der Behandlung stark bestrahlter Personen zu sorgen (Artikel 135 Absatz 5). Seit 2019 besteht zusammen mit der Suva sowie dem Eidg. Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI eine enge, wertvolle Zusammenarbeit mit dem Universitätsspital Zürich (USZ) (vgl. Abb. 28). Zwischen 2022 und 2024 haben Mitarbeitende des BAG und des USZ 16 der grössten Kliniken in allen Regionen der Schweiz, darunter auch alle fünf Universitätsspitäler, besucht. Das Ziel war, den Auf- und Ausbau eines schweizerischen Behandlungnetzwerks für Strahlenunfälle zu besprechen und zu fördern (vgl. Abb. 29).

Urs Schanz (USZ), Delegierter des BAG für den Wissenserhalt, nutzte die Weiterbildungsveranstaltungen der Kliniken, um zuerst über Strahlenunfälle und Nuklearkatastrophen zu berichten. Die Teilnehmenden waren sehr interessiert und erstaunt über die Behand-



Abb. 28:
Seit 2019 arbeiten das BAG, die Suva sowie das Eidg. Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI mit dem Universitätsspital Zürich (USZ) an der Thematik Behandlung stark bestrahlter Personen.

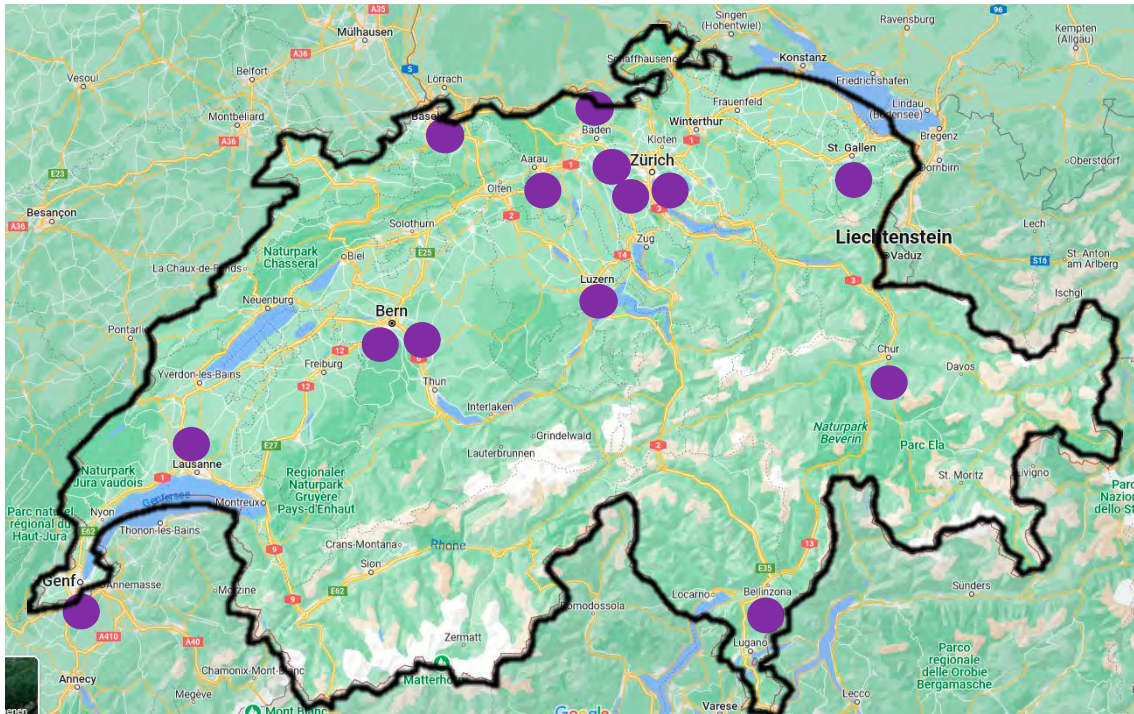


Abb. 29:

Insgesamt wurden 16 Kliniken der Schweiz besucht, mit dem Ziel, den Auf- und Ausbau eines Schweizerischen Behandlungsnetzwerks für Strahlenunfälle zu fördern.

lungsmöglichkeiten und Tools. Sie zeigten sich motiviert, sich am Netzwerk zu beteiligen, obwohl die Ressourcen immer sehr begrenzt sind und der Klinikbetrieb normalerweise keine Zeit für Zusatzaufträge zur Verfügung stellt.

Um das Wissen im Netzwerk sicherzustellen, hat Urs Schanz ein Schweizer Behandlungskonzept für die medizinische Behandlung von bestrahlten Personen erarbeitet. Dieses orientiert sich an internationalen Konzepten wie dem deutschen Handbuch für Strahlenunfallmedizin, konzentriert sich aber auf die spezifischen Gegebenheiten der Schweiz. Es fokussiert insbesondere auf die ersten Rettungsmassnahmen sowie die medizinische Behandlung bei einem Strahlenunfall, enthält aber auch Basiswissen und Ablaufdiagramme. Darüber hinaus sind Partnerorganisationen und Kontaktstellen aufgeführt.

Das Behandlungskonzept wird Anfang 2025 finalisiert und soll danach als Ausbildungsgrundlage des Netzwerks Strahlenunfall in der Schweiz dienen.

Das Netzwerk trifft sich ein bis zwei Mal pro Jahr für einen Wissensaustausch. Ergänzend dazu werden regelmässig Informationen in einem Newsletter versendet. Die vergangenen Ausgaben sind auf der Homepage [Newsletter Archiv - strahlenunfall.ch](https://www.strahlenunfall.ch) zu finden. Eine Registrierung für den Newsletter ist über STR@bag.admin.ch möglich.

Gesundheitsschutz vor nichtionisierender Strahlung und Schall

Das Bundesamt für Gesundheit (BAG) ist beauftragt, die Öffentlichkeit über gesundheitsrelevante Risiken von nichtionisierender Strahlung zu informieren (Artikel 6 NISSG). Im Rahmen des UV-Programms fördert es den Wissensaustausch und die Vernetzung unter Fachleuten aus Behörden und Wissenschaft (vgl. Abb. 30). 2024 organisierte das BAG gemeinsam mit der Krebsliga eine Fachtagung zu den Sonnen- und Schattenseiten von Sonnenstrahlung. Der Fokus lag dabei auf dem Auge, den Auswirkungen des Klimawandels und hartnäckiger Schönheitsideale auf das UV-Schutzverhalten sowie die Bedeutung von Sonnenbrillen und Textilien beim Sonnenschutz.

Die UV-Strahlung der Sonne schädigt ab einer gewissen Intensität die Haut und die Augen, ist gleichzeitig aber wichtig, damit der Körper das lebensnotwendige Vitamin D bilden kann. Die UV-Tagung vom 25. April 2024 stellte eine breite Palette von Fragestellungen zu den Risiken der Sonnen- und UV-Strahlung zur Diskussion, wie etwa (vgl. Abb. 31): Wie wirkt sich der Klimawandel auf unsere UV-Belastung und damit auf unser Hautkrebsrisiko aus? Wie unterscheidet sich Verhaltensprävention, die teilweise mit unseren Schönheitsidealen im Clinch steht, von der Verhältnisprävention? Wie steht es mit den Schädigungen des Auges durch UV? Gibt es neben dem «Zuviel an Sonne» auch ein «Zuwenig»? Klar wurde, dass der Aufenthalt im sonnigen Freien seine Schattenseiten hat, die es zu vermeiden gilt – dies aber ohne die Sonnenseiten der Sonnenstrahlung zu vergessen, die für die Gesundheit unverzichtbar sind. Einfache Verhaltensregeln helfen dabei, die positiven Eigenschaften der Sonnenstrahlen zu nutzen und ihre Risiken zu vermeiden.

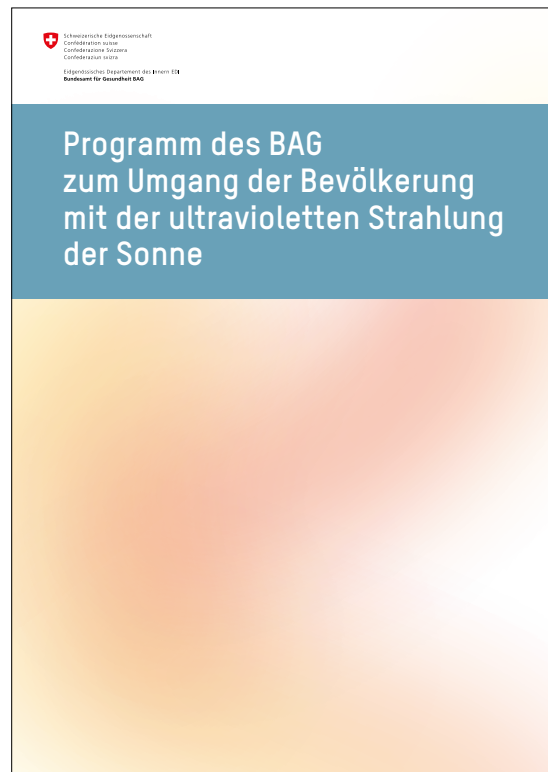


Abb. 30:
Das UV-Programm des BAG bildet den strategischen Rahmen, um die Information der Bevölkerung zur UV-Strahlung zu verbessern. Hauptziele des Programms sind: Förderung eines Lebensstils durch massvollen Umgang mit UV-Strahlung, Sensibilisierung bei der Verwendung geeigneter Sonnenschutzbrillen und Textilien, das Bewusstsein für die Schaffung effektiver Schattenplätze stärken.



Abb. 31:
Cornelia Brem, wissenschaftliche Mitarbeiterin am BAG, erläutert an der Tagung das UV-Programm des BAG.

Haut- und Augenschutz von Kindern

Zu Beginn stellten das BAG, die Krebsliga, die Schweizerische Gesellschaft für Dermatologie und Venerologie und die SUVA den rund 80 Tagungsteilnehmenden ihre Schwerpunkte für den UV-Schutz von Haut und Augen vor. Dann widmete sich die Tagung Themen, die zunehmend eine Rolle spielen oder oft im Hintergrund stehen:

Eines der Hauptthemen war der Haut- und Augenschutz von Kindern. Kinder bekommen die Folgen der Klimaveränderung und damit von durch UV-Strahlung verursachtem Hautkrebs am längsten zu spüren. Gründe dafür gibt es viele: die sich abbauende Ozonschicht über Mitteleuropa, eine längere Sonnenscheindauer, weniger Wolken und steigende Temperaturen. Als Folge davon halten sich Personen länger im Freien auf. Neben stärkerer UV-Belastung könnte verschärfend hinzukommen, dass höhere Temperaturen die körpereigenen Reparatursysteme für UV-Schäden bremsen.

Einfache Verhaltensregeln und verhältnispräventive Massnahmen

Steigende Temperaturen führen vielleicht auch dazu, dass Personen vermehrt den Schatten aufsuchen, wie dies Präventionsfachleute seit langem fordern. Der Aufenthalt im Schatten spielt eine grosse Rolle in der Verhaltensprävention. Trotz vieler Aufklärungsmassnahmen für alle Altersstufen ist es aber immer noch nicht umfassend gelungen, das tief eingeprägte Schönheitsideal der «gesunden braunen Haut» aus den Köpfen wegzubringen. Allerdings steht auch die Frage im Raum, ob es immer noch zu wenig Schatten gibt und die Verhältnisprävention, die unter anderem Schattenplätze fördern sollte, verbesserungsfähig ist.

Ein einfaches Mittel, wie Personen den eigenen mobilen Schatten in der Sonne mittragen können, sind ihre Kleider: Deren Schutzfaktor lässt sich mit verschiedenen Normen bestimmen, wovon eine besonders heraussticht: der UV Standard 801. Diese Norm berücksichtigt als einzige die Feuchtigkeit und die Alterung der Stoffe. Den besten Schutz bieten Stoffe, die speziell für den UV-Schutz gefertigt werden, gefolgt von dunklen oder dicken Stoffen.

Risiken für die Augen

Die UV-Strahlung ist zusätzlich mit mehreren Risiken für die Augen verbunden: Diese können die Binde- und Hornhaut betreffen, Katarakte erzeugen, weissen Hautkrebs in Augennähe auslösen oder mit dem gefürchteten Aderhautmelanom zusammenhängen. Auch hier gilt es, den Schatten zu nutzen, sei dies in Gebäuden oder aber mobil mit einem breitkrempigen Hut und der Sonnen- oder Skibrille. Interessanterweise schützen auch Kontaktlinsen die Teile des Auges vor UV-Strahlung, die sie bedecken.

Ob auch degenerative Augenkrankheiten im Alter auf UV zurückzuführen sind, ist momentan noch unklar. Es bestehen aber wissenschaftliche Erkenntnisse, dass etwa die gefährliche Makuladegeneration mit starker, sich im Kindesalter entwickelnder Kurzsichtigkeit zusammenhängt. Diese Kurzsichtigkeit kommt besonders bei Kindern vor, die sich nur wenig im Freien aufhalten und die ihre Augen vermehrt für die Nähe fokussieren, wenn sie beispielsweise Bildschirmgeräte benutzen. Neben optischen und pharmakologischen Therapien steht auch hier die Prävention im Vordergrund. Das heisst konkret, dass Kinder ihre Augen nicht während langer Zeit in die Nähe fokussieren und sich vermehrt im Freien aufhalten sollten. Nicht nur für Kinder, sondern auch für Erwachsene stellt der Aufenthalt im Freien eine unabdingbare Lebensgrundlage dar. Tageslicht steuert via Netzhaut die so genannte innere Uhr im Gehirn. Sie reguliert den Tagesgang einer Vielzahl von physiologischen Prozessen des Menschen und ist damit unabdingbar für die Gesundheit.

Fazit

Die UV-Tagung 2024 hat gezeigt, dass Sonnenbeziehungsweise UV-Strahlung sowohl Sonnen- als auch Schattenseiten hat. Die Information der Bevölkerung setzt eine umfassende und offene interdisziplinäre Zusammenarbeit aller Beteiligten voraus, wie sie an der diesjährigen UV-Tagung gelebt wurde. Das Schlusswort gehörte den Teilnehmenden der Tagung, bei denen das Programm auf viel Anklang gestossen ist. Sie regten an, die Sonnenschutzmittel, die an der diesjährigen Tagung nicht im Vordergrund standen, an künftigen Tagungen vermehrt zu thematisieren. Die Präsentationen der Veranstaltung finden Sie [hier](#).

Sachkundenachweis für kosmetische Behandlungen mit nichtionisierender Strahlung und Schall

Seit dem 1. Juni 2024 sind bei der Verordnung zum Bundesgesetz über den Schutz vor Gefährdungen durch nichtionisierende Strahlung und Schall (V-NISSG) auch die letzten Übergangsbestimmungen abgelaufen und die Verordnung ist damit nun umfassend in Kraft¹. Dies bedeutet, dass seitdem für 12 kosmetische Behandlungen mit nichtionisierender Strahlung und Schall ein Sachkundenachweis erforderlich ist. Das Eidgenössische Departement des Innern führt eine Liste von Prüfungsstellen, bei denen Interessierte die nötige Ausbildung und Prüfung absolvieren können, um den Sachkundenachweis zu erhalten. Nach erfolgreichem Abschluss der Prüfung wird der Nachweis ausgestellt.

Um die Qualität der Prüfungsstellen zu gewährleisten, steht das BAG in regelmässigem Austausch mit den Prüfungsstellen und organisiert jährlich einen Workshop. Zudem betreibt das BAG ein elektronisches Portal, in dem alle Inhaber eines Sachkundenachweises erfasst sind. Ende Dezember 2024 waren bereits mehr als 3000 Personen dort verzeichnet.

Die Verantwortung für die Kontrolle und Durchsetzung, ob eine Person über den erforderlichen Nachweis verfügt, liegt bei den kantonalen Vollzugsbehörden. Eine landesweite Vollzugskampagne zur Überprüfung ist für 2025/2026 vorgesehen. Im März 2024 wurden die Kantone im Rahmen der Koordinationsplattform NISSG umfassend über die Regelungen der V-NISSG informiert. Die Planung der Kampagne erfolgt in Zusammenarbeit mit den Kantonen ab Januar 2025.

¹ Der Umsetzungsplan zum NISSG und V-NISSG ist auf der BAG-Webseite verfügbar.

Strahlenexposition der Schweizer Bevölkerung

Der grösste Anteil an der Strahlenexposition der Bevölkerung stammt vom Radon in Wohnräumen sowie von medizinischen Untersuchungen. Die Bevölkerung ist von diesen Strahlungsquellen unterschiedlich stark betroffen.

Expositionskategorien

Im Strahlenschutz unterscheiden wir drei Kategorien von Strahlenexpositionen:

Die erste Kategorie umfasst die beruflich strahlenexponierten Personen. In der Schweiz wird bei über 100 000 Personen die Strahlenexposition bei der Berufsausübung überwacht; die einen tragen dazu ein Dosimeter, bei den anderen erfolgt eine Berechnung (z. B. beim Flugpersonal). Diese Exposition wird von den Arbeitgebern und den Behörden genau erfasst und kontrolliert und in einem separaten Bericht «Dosimetrie der beruflich strahlenexponierten Personen in der Schweiz» publiziert www.bag.admin.ch/de/jahresberichte-strahlenschutz-und-dosimetrie (weitere Informationen vgl. Kapitel «Überwachung strahlenexponierter Personen», S. 19 des vorliegenden Berichts).

Die zweite Kategorie ist die Strahlenexposition der allgemeinen Bevölkerung. Sie umfasst also alle Personen. Anders als bei der beruflichen Exposition werden die Dosen, die die Bevölkerung erhält, nicht individuell erfasst, sondern für die Gesamtbevölkerung ausgewertet. Dies erfolgt auf der Grundlage von Messungen der Radioaktivität in der Umwelt und in Wohnräumen, Umfragen und mathematischen Modellen. Das vorliegende Kapitel erläutert die Ergebnisse dieser Beurteilung der Strahlendosis für die Schweizer Bevölkerung.

Zur dritten Kategorie gehören die Patientinnen und Patienten, die sich einer medizinischen Diagnostik oder Behandlung mit ionisierender Strahlung unterzogen haben. Sie zählen natürlich ebenfalls zur Bevölkerung, aber die zusätzlichen Dosen aufgrund der medizinischen Exposition sind separat zu betrachten, denn

die medizinische Exposition ist gewollt und die Patientin oder der Patient hat einen direkten Nutzen für Gesundheit und Wohlbefinden. Es handelt sich hier um einen Spezialfall: Die Person, die einer Strahlenexposition ausgesetzt ist, profitiert gleichzeitig direkt davon, beispielsweise von einer genaueren Diagnose.

Ursachen der Strahlenexposition

Die ganze Schweizer Bevölkerung ist permanent ionisierender Strahlung natürlichen und künstlichen Ursprungs ausgesetzt. Wenn wir oft zwischen natürlichen und künstlichen Quellen unterscheiden, dann nicht, weil erstere weniger schädlich sind als letztere, sondern generell, weil sie überall vorhanden sind und wir sie nicht beeinflussen können. Es gibt jedoch Ausnahmen, namentlich im Fall von Radon-222. Radongas und seine radioaktiven Folgeprodukte sind zwar natürlichen Ursprungs – verantwortlich für die hohen Strahlendosen von Hausbewohnerinnen und Hausbewohnern ist aber ihre Akkumulation in Innenräumen aufgrund einer ungünstigen Bauweise. Ähnlich verhält es sich etwa mit dem Rauchen oder dem Fliegen, wo die Strahlung natürlichen Ursprungs ist, die von einer bestimmten Person erhaltene Dosis aber direkt mit ihrem Verhalten zusammenhängt.

Aus Sicht der öffentlichen Gesundheit ist es daher sinnvoller, die Expositionsquellen nicht nach ihrer natürlichen oder künstlichen Ursache, sondern danach zu unterscheiden, welche Möglichkeiten es für den Einzelnen und die Gesellschaft gibt, auf die von diesen verursachte Belastung zu reagieren.

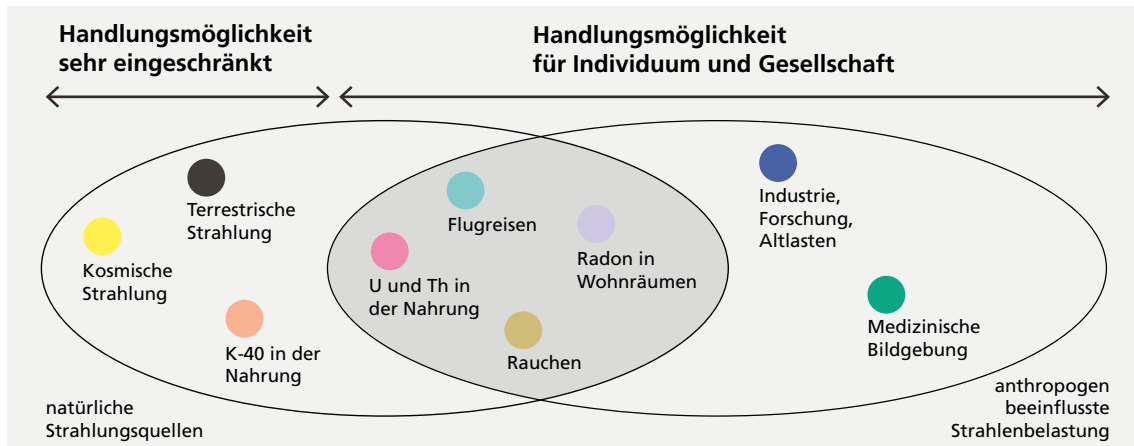


Abb. 32:

Die wichtigen Beiträge zur Strahlenexposition der allgemeinen Bevölkerung. Linkes Oval: natürliche Strahlungsquellen. Rechtes Oval: anthropogene Strahlenbelastungen. Überlappender Bereich (dunkler Hintergrund): Die Strahlungsquelle ist natürlich, die Exposition hängt aber von menschlicher Tätigkeit ab. Sie kann also durch das Verhalten einer Person oder der Gesellschaft beeinflusst werden. Nicht überlappender Bereich links: Möglichkeiten zur Verminderung dieser Expositionen sind sehr beschränkt. Nicht überlappender Bereich rechts: künstliche Strahlungsquellen, die ohne menschliche Tätigkeit nicht existieren würden.

Abbildung 32 illustriert die hauptsächlichen Quellen der Strahlenexposition, der die Schweizer Bevölkerung ausgesetzt ist (ohne Berücksichtigung der beruflich strahlenexponierten Personen). Die Untersuchungen und Berechnungen zur Abschätzung der durchschnittlichen jährlichen Dosis der Schweizer Bevölkerung, aufgeteilt nach Quelle, und ihre Schwankungsbreiten sind im Jahresbericht «Umweltradioaktivität und Strahlendosen in der Schweiz» ausführlich beschrieben, vgl. www.bag.admin.ch/ura-jb.

Strahlenexposition der allgemeinen Bevölkerung

Exposition gegenüber terrestrischer und kosmischer 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 von der Zusammensetzung des Untergrundes ab. Die Dosis durch kosmische Strahlung beträgt im Mittel ebenfalls etwa 0,35 mSv pro Jahr. Das BAG schätzte 2022 die mittlere Dosis durch kosmische Strahlung neu ab, basierend auf einem modernen Modell (EXPACS), unter Berücksichtigung der Bevölkerungsstatistik und des Höhenmodells im Raster von 200 × 200 m. Die neue Abschätzung des Mittelwerts ist etwas niedriger als der frühere Wert von 0,38 mSv pro Jahr. Die kosmische Strahlung nimmt mit der

Höhe zu. Deshalb beträgt sie beispielsweise auf 1500 m über Meer 0,6 mSv pro Jahr. Die Dosen bei Flugreisen in grosser Höhe werden separat behandelt, da sie direkt durch das individuelle Verhalten beeinflusst werden.

Strahlenbelastung durch Nahrungsmittel

Bei der durch Nahrungsmittel verursachten Exposition ist zu unterscheiden zwischen Kalium-40 und den anderen Radionukliden. Kalium-40 ist ein natürliches Radionuklid, das sich im homöostatischen Gleichgewicht befindet: Die Selbstregulierung des Körpers führt zu einer konstanten Konzentration von Kalium-40. Eine Person ist somit unabhängig von ihren Ernährungsgewohnheiten immer gleich stark exponiert. Da Kalium-40 sich vor allem im Muskelgewebe festsetzt, hängt die Dosis durch dieses Nuklid (rund 0,2 mSv pro Jahr) in erster Linie von der Muskelmasse einer Person ab. Weitere Radionuklide in der Nahrung können natürlichen Ursprungs sein (z. B. Radionuklide der natürlichen Zerfallsreihen von Uran und Thorium wie Polonium-210 und Blei-210) oder künstlichen Ursprungs (z. B. Caesium-137 und Strontium-90). Anders als bei Kalium-40 hängt hier die Exposition direkt von den Ernährungsgewohnheiten ab.

In gewissen Fischen und Meeresfrüchten kann beispielsweise Polonium-210 und Blei-210 angereichert sein, was zu signifikanten zusätzlichen Dosen führen kann. Laut dem französischen Institut für Strahlenschutz und nukleare Sicherheit (IRSN) beträgt die durchschnittliche effektive Dosis der französischen Bevölkerung aufgrund des Konsums von Fisch und Meeresfrüchten 0,13 mSv/Jahr, kann aber bei speziellen Ernährungsgewohnheiten bis zu 2 mSv/Jahr gehen. Es ist anzumerken, dass aus gesundheitlicher Sicht, trotz der zusätzlichen Dosen, eine Empfehlung zur Einschränkung des Verzehrs dieser Art von Nahrungsmitteln schwer zu rechtfertigen ist, angesichts ihrer unbestrittenen Ernährungsqualitäten. Auf die Strahlenbelastung durch natürliche Radionuklide wie Polonium-210, Blei-210 und Radium-Isotope in der Nahrung wird im Kapitel 5 des Jahresberichts «Umweltradioaktivität und Strahlendosen in der Schweiz 2023» genauer eingegangen.

Die Dosen durch die Aufnahme von Strontium-90 und/oder Caesium-137 aus dem Fallout der atmosphärischen Atomtests der 1960er-Jahre und im Falle von Caesium-137 auch aus dem Unfall von Tschernobyl sind heute sehr gering. Die regelmässigen Ganzkörpermessungen an Schulklassen ergeben Dosen durch Inkorporation von Caesium-137 von weniger als einem Tausendstel mSv pro Jahr. Die Dosis aufgrund des Konsums von Trinkwasser ist auf natürliche Radionuklide zurückzuführen (hauptsächlich Radiumisotope) und liegt deutlich unter 0,1 mSv.

Im Durchschnitt beträgt die Dosis der Schweizer Bevölkerung durch die Aufnahme von Radionukliden über die Nahrung (ohne den Beitrag von Kalium-40) rund 0,2 mSv pro Jahr.

Strahlenbelastung durch Radon in Wohnräumen

Radon-222 und seine Folgeprodukte in Wohnräumen liefern den grössten Dosisbeitrag für die Bevölkerung. Diese Nuklide gelangen über die Atemluft in den Körper.

Die internationale Strahlenschutzkommission (ICRP) hat in ihrer Publikation 115 (2010) das Lungenkrebsrisiko aufgrund von Radon neu eingeschätzt und deutlich nach oben korrigiert. In ihrer Publikation 137 (2017) schlägt die ICRP

einen neuen Dosiskoeffizienten für Personen am Arbeitsplatz vor, der auch für die Radonexposition der Bevölkerung in Wohnräumen anwendbar ist und mit der Einschätzung aus ICRP 115 (2010) übereinstimmt. Der neue Dosiskoeffizient wurde auf der Basis eines dosimetrischen Modells bestimmt und dient in der Schweiz als Referenz für die Bevölkerung sowie für die Personen am Arbeitsplatz. Folglich beträgt die durchschnittliche «Radondosis» für die Schweizer Bevölkerung mit dem neuen Dosiskoeffizienten etwa 3,3 mSv pro Jahr. Der angegebene Mittelwert leitet sich aus der durchschnittlichen Radonkonzentration in Gebäuden von 75 Bq/m³ ab (diese wird zukünftig neu berechnet). Jedoch ist die Radonbelastung der Bevölkerung nicht einheitlich bzw. der Bereich der gemessenen Werte sehr gross. Es sind z. B. Spitzenwerte von mehreren Tausend Bq/m³ gemessen worden.

Der wissenschaftliche Ausschuss der Vereinten Nationen für die Auswirkungen radioaktiver Strahlung (UNSCEAR) empfiehlt allerdings nach seiner jüngsten Bewertung die Beibehaltung eines Dosiskoeffizienten, der deutlich niedriger ist als derjenige der ICRP. Diese Koeffizienten werden im Rahmen des UNSCEAR-Mandats zu Vergleichszwecken bei der Bewertung der weltweiten Bevölkerungsexposition verwendet. Die durchschnittliche «Radondosis» der Schweizer Bevölkerung mit dem UNSCEAR Dosiskoeffizient würde bei etwa 1,9 mSv pro Jahr liegen.

Strahlenbelastung durch Rauchen

Während die gesundheitsschädigende Wirkung des Tabakkonsums allgemein bekannt ist, ist vielen Menschen nicht bewusst, dass Rauchen auch eine zusätzliche Exposition gegenüber ionisierender Strahlung darstellt. Bei Raucherinnen und Rauchern führt das Inhalieren von natürlichen Radionukliden, wie Polonium-210 und Blei-210, die in den Tabakblättern enthalten sind, zu einer zusätzlichen Strahlendosis, verglichen mit Nichtraucherinnen und Nichtrauchern. Gemäss neueren Studien liegt der Mittelwert für die effektive Dosis beim Rauchen von 20 Zigaretten täglich bei 0,3 mSv pro Jahr.

Im Jahr 2017 rauchten 27 % der Schweizer Bevölkerung über 15 Jahre im Durchschnitt 10 Zigaretten/Tag (Schweizerische Gesundheitsbefragung 2017, BFS). Das entspricht im Durchschnitt 2,7 Zigaretten pro Tag und Einwohner/-in und somit einer durchschnittlichen effektiven Dosis von 0,04 mSv/Jahr pro Einwohner/-in über 15 Jahre wegen Rauchens.

Strahlenbelastung durch Flugreisen

Da die kosmische Strahlung mit der Höhe zunimmt – in 10 000 m Höhe ist sie rund 100-mal stärker als auf 500 m über Meer – sind Personen, die mit dem Flugzeug reisen, einer zusätzlichen Strahlenexposition ausgesetzt. Im Gegensatz zur permanenten Exposition im Lebensraum am Boden hängt diese zusätzliche Exposition direkt mit dem Verhalten einer Person zusammen und wird hier deshalb separat behandelt. Im Jahr 2015 (neueste verfügbare Daten) legten die Schweizerinnen und Schweizer im Schnitt 9000 km im Flugzeug zurück. Die daraus resultierende Dosis pro Einwohner/-in liegt zwischen 0,03 und 0,07 mSv/Jahr, je nach absolvierten Strecken.

Die Dosen sind bei Routen, die in der Nähe der Pole verlaufen, höher als bei Routen in Äquatornähe. Für das Flugpersonal kann die zusätzliche Dosis durch kosmische Strahlung mehrere mSv pro Jahr erreichen.

Exposition gegenüber Abgaben aus Industrie, Forschung und Medizin und gegenüber radiologischen Altlasten (Kernwaffentests und Reaktorunfälle, Radium aus der Uhrenindustrie)

Zu den bisher erwähnten Strahlendosen kommt ein geringer Beitrag von $\leq 0,1$ mSv pro Jahr aus den Expositionen gegenüber Abgaben radioaktiver Stoffe an die Umwelt durch Kernkraftwerke, Industriebetriebe, Forschungszentren und Spitäler sowie gegenüber künstlichen Radionukliden in der Umwelt. Die Emissionen radioaktiver Stoffe über Abluft und Abwasser aus Kernkraftwerken, Industriebetrieben

und Forschungszentren ergeben bei Personen, die in unmittelbarer Nähe wohnen, Dosen von höchstens einem Hundertstel mSv pro Jahr. Der Dosisgrenzwert für die Bevölkerung in geplanten Expositionssituationen liegt bei 1 mSv pro Jahr und gilt hauptsächlich für diese Komponente der Exposition. Zu den radiologischen Altlasten gehört der radioaktive Fallout als Folge des Reaktorunfalls von Tschernobyl im April 1986 und der oberirdischen Kernwaffenversuche in den frühen 1960er-Jahren; diese Beiträge verursachen heute nur noch eine Dosis von wenigen Hundertstel mSv pro Jahr. Die Dosis durch die Ausbreitung von radioaktiven Stoffen nach dem Reaktorunfall in Fukushima 2011 ist in der Schweiz vernachlässigbar. Im Rahmen des Aktionsplans Radium 2015–2023 wurden 161 radiumkontaminierte Liegenschaften saniert, wodurch im Schnitt eine zusätzliche Dosis von mehreren mSv pro Jahr für die Bewohnerinnen und Bewohner vermieden wird (vgl. Seite 45).

Exposition von Patientinnen und Patienten

Strahlenbelastung durch medizinische Diagnostik

Die Dosis aufgrund medizinischer Anwendungen (medizinische Bildgebung) beträgt gemäss Auswertung der Erhebung von 2018 auf die gesamte Bevölkerung umgerechnet 1,49 mSv/Jahr pro Person (einschliesslich des Beitrags der nuklearmedizinischen Diagnostik von 0,11 mSv). Im Vergleich zur Zwischenerhebung von 2013 hat sich die Dosis stabilisiert. Mehr als zwei Drittel der Strahlendosis in der Röntgendiagnostik sind durch computertomografische (CT) Untersuchungen verursacht. Wie beim Radon ist die Belastung durch die medizinische Diagnostik ungleichmässig verteilt: So wird geschätzt, dass 1,7 Patienten pro 1000 Einwohnerinnen und Einwohner über einen Zeitraum von fünf Jahren eine kumulierte effektive Dosis von mehr als 100 mSv¹ durch CT-Untersuchungen erhalten. Dabei ist aller dings zu erwähnen, dass die Mehrheit der Patientinnen und

1 Berechnungsmethode nach: Rehani MM, Hauptmann M, Estimates of the number of patients with high cumulative doses through recurrent CT exams in 35 OECD countries; Physica Medica 76 (2020); <https://doi.org/10.1016/j.ejmp.2020.07.014>

Patienten diese hohen Dosen in fortgeschrittenem Alter bekommt.

Bilanz der Strahlenexposition der Schweizer Bevölkerung

Durchschnittliche Exposition

Die durchschnittlichen Beiträge der oben aufgeführten Expositionsquellen sind in Abbildung 33 zusammengefasst. Die durchschnittliche effektive Dosis, die die Schweizer Bevölkerung aus allen Expositionsquellen zusammen erhält, beläuft sich auf rund 6 mSv/Jahr.



Abb. 33:
Durchschnittliche Beiträge zur effektiven Dosis pro Jahr und Einwohnerin bzw. Einwohner der Schweiz in mSv.

Variabilität der Exposition

Die Mittelwerte der Exposition geben alleine kein repräsentatives Bild der realen Exposition der Einwohnerinnen und Einwohner der Schweiz, da bestimmte Beiträge zur Strahlenbelastung von Person zu Person sehr stark variieren können. Am ausgeprägtesten ist dies bei der medizinischen Exposition von Patientinnen und Patienten der Fall. Beispielsweise beträgt die durchschnittliche effektive Dosis der häufigsten CT-Untersuchungen an Abdomen und Oberbauch ungefähr 12 mSv. Die durchschnittliche Dosis der Patientenexposition von 1,49 mSv ist folglich wenig repräsentativ für die individuell erhaltenen Dosen der betroffenen Patienten.

Um ein Gesamtbild der Strahlenbelastung der Schweizer Bevölkerung zu erhalten, ist es folglich wichtig, die individuellen Voraussetzungen, beispielsweise Wohnort, Lebens- und Ernährungsgewohnheiten und erhaltene medizinische Untersuchungen, zu berücksichtigen. Dies ermöglicht es bei den Strahlenschutzmassnahmen für die Bevölkerung gezielt Prioritäten zu setzen. Auch ist so für jede und jeden besser nachvollziehbar, inwiefern ein Verhalten oder eine besondere Situation die eigene Strahlenbelastung beeinflussen kann.

Um diese Unterschiede in der Strahlenbelastung darzustellen, wurden einige fiktive, aber realistische Expositionsszenarien definiert und dafür die Beiträge der verschiedenen Expositionquellen zur effektiven Dosis beurteilt. Die resultierenden Gesamtdosen für die jeweilige fiktive Person sind in Abbildung 34 dargestellt.

Die Fälle 1 bis 5 entsprechen der Mehrheit der Bevölkerung, die sich während eines Jahres keiner Untersuchung mit medizinischem Bildgebungsverfahren unterziehen muss:

- Fall 1: jährliche Dosis einer Person, die nicht raucht, nicht im Flugzeug reist, in einer Wohnung mit schwacher Radonkonzentration und schwacher terrestrischer und kosmischer Strahlung lebt und wenig Lebensmittel konsumiert, die reich sind an natürlichen Radionukliden

- Fall 2: jährliche Dosis einer Person wie im Fall 1, ausser dass die Radonkonzentration in der Wohnung dem schweizerischen Durchschnitt entspricht (75 Bq/m³)
- Fall 3: jährliche Dosis einer Person, die in einer Gemeinde mit mittlerer Radonkonzentration und mittlerer terrestrischer und kosmischer Strahlung wohnt, die durchschnittlich oft Lebensmittel konsumiert, die reich sind an natürlichen Radionukliden, täglich 2,5 Zigaretten raucht und jedes Jahr einmal Zürich–Doha retour (9000 km) fliegt; die Person im Fall 3 erhält damit eine jährliche effektive Dosis, die der durchschnittlichen Dosis der Schweizer Bevölkerung (ohne Beitrag der Medizin) entspricht
- Fall 4: jährliche Dosis einer Person wie im Fall 3, in deren Wohnung die Radonkonzentration jedoch hoch ist
- Fall 5: jährliche Dosis einer Person, die in einer Wohnung mit hoher Radonkonzentration und hoher terrestrischer und kosmischer Strahlung lebt, täglich 1 Paket Zigaretten raucht, sehr viele Lebensmittel, die reich an natürlichen Radionukliden sind, konsumiert und zudem häufig im Flugzeug reist

Die Fälle 6 und 7 entsprechen den Dosen von Personen, die zusätzlich als Patientin oder Patient durch medizinische Röntgendiagnostik exponiert sind:

- Fall 6: jährliche Dosis einer Person wie im Fall 3, die pro Jahr eine radiografische Untersuchung mit einer Dosis von 1,49 mSv erhält (was der durchschnittlichen Dosis der Bevölkerung infolge medizinischer Anwendungen entspricht)
- Fall 7: jährliche Dosis einer Person wie im Fall 5, bei der zusätzlich ein Bauch- und Beckenscan durchgeführt wurde (2 Durchgänge)

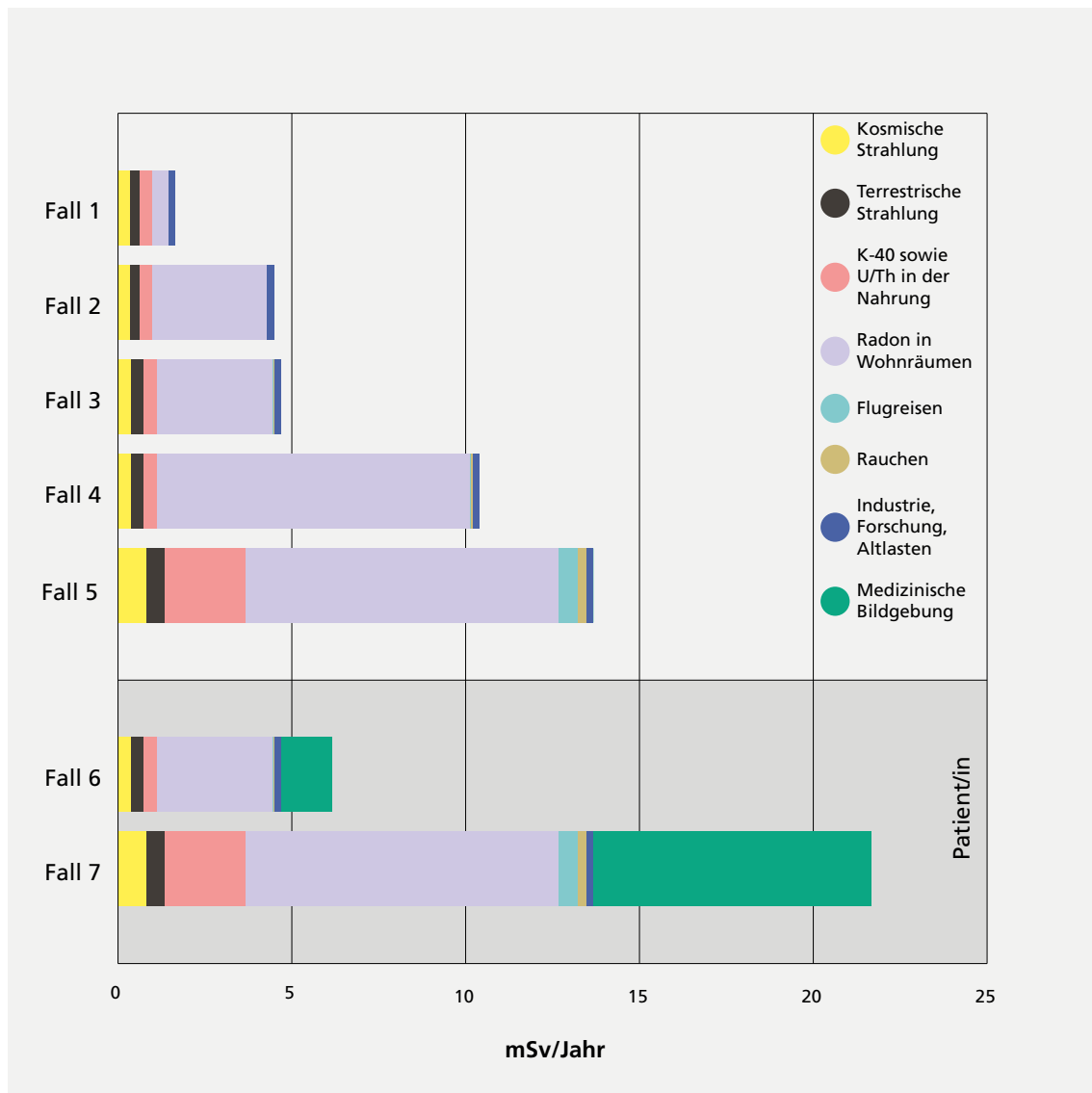


Abb. 34:
Variabilität der Exposition der Schweizer Bevölkerung:
effektive Dosis für eine Person in mSv/Jahr für sieben standardisierte Szenarien.

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.

Kooperationszentrum der Weltgesundheitsorganisation (WHO)

Seit 2014 ist das Bundesamt für Gesundheit (BAG) Kooperationszentrum der WHO für Strahlenschutz und öffentliche Gesundheit. Es engagiert sich hier für den Gesundheitsschutz in Notfallsituationen mit Strahlenexposition, in Situationen mit bestehender Strahlenexposition (insbesondere mit Radon) oder mit geplanter Strahlenexposition im medizinischen Bereich sowie bei Expositionen mit nichtionisierender Strahlung. Anlässlich der 74. Tagung des WHO-Regionalkomitees für Europa wurde im Herbst 2024 der *Country Impact Report* vorgestellt. Im Rahmen

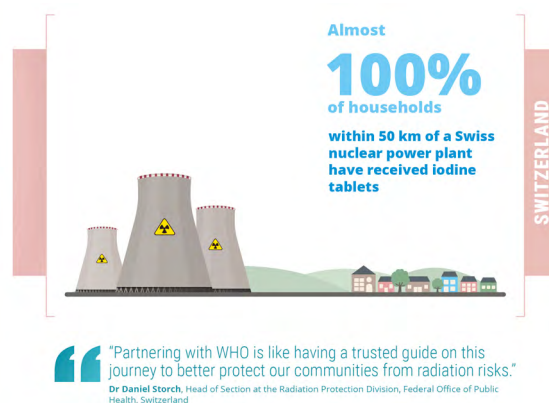
von Interviews wurde eine Sammlung von Geschichten der 53 Mitgliedstaaten der Europäischen Region erstellt, die die Auswirkungen der Zusammenarbeit mit der WHO beschreiben (vgl. Abb. 35). Das BAG hat einen Beitrag über die Verteilung von Jodtabletten in der Umgebung der Schweizer Kernkraftwerke beigesteuert.

Wissenschaftlicher Ausschuss der UNSCEAR

Die 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



Abb. 35:
Im Country Impact Report finden sich Geschichten von 53 Mitgliedstaaten zu den Auswirkungen der Zusammenarbeit mit der WHO.



bereitzustellen. Sie legt der UN-Generalversammlung in regelmässigen Abständen Berichte vor. Seit 2016 umfasst die deutsche Delegation einen Vertreter des BAG. Im Mai 2024 hat die 71. UNSCEAR Generalversammlung den neuen Bericht zur Strahlenbelastung der Bevölkerung weltweit («*Evaluation of Public Exposure to Ionizing Radiation*») angenommen. Für diese umfassende Neubeurteilung hat das BAG über die letzten 4 Jahre im Themenbereich «natürliche Strahlung» einen wesentlichen Beitrag geleistet. Der Bericht erscheint Anfang 2025.

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. Das BAG hat sich verpflichtet, die ICRP von 2023 bis 2027 zu unterstützen, insbesondere um die Vorbereitungsarbeiten zur Überarbeitung und Verbesserung des Strahlenschutzsystems im Hinblick auf die Aktualisierung der «Allgemeinen Empfehlungen» der ICRP durchzuführen. In diesem Kontext beteiligt sich das BAG auch an den Arbeiten der Task Group 114 – Reasonableness and Tolerability in the System of Radiological Protection.

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 internationaler (zum Beispiel Europäische Union) oder nationaler Ebene. In diesem Zusammenhang ist das BAG insbesondere an den Aktivitäten des Ausschusses für Normen zur Strahlenschutzsicherheit (Radiation Safety Standards Committee RASSC) interessiert.

Das BAG nahm an der IAEA-Konferenz ICONS 2024 in Wien teil, die unter dem Motto *Shaping the Future* stand (20.–24. Mai 2024). Die Konferenz bot sowohl hochrangige politische Diskussionen als auch technische Fachsessions zu aktuellen Herausforderungen der nuklearen Sicherung. Besonders wertvoll war der Austausch zu den Best Practices wie das Erstellen einer Bedrohungsanalyse, Radioaktivitätskontrollen an der Grenze wie auch der Ersatz hoch radioaktiver Quellen durch fortschrittlichere Technologie – ein zentraler Bestandteil des Aktionsplans Radiss. Die Teilnahme ermöglichte dem BAG, von globalen Entwicklungen zu profitieren und gleichzeitig Schweizer Erfahrungen in diesem Bereich einzubringen.

Das BAG nahm zudem am Technical Meeting der IAEA zu High Background Radiation Areas (HBRA) teil (30.9.2024–03.10.2024): Rund 15 Länder und internationale Organisationen (WHO, ICRP) haben über Gebiete diskutiert, in denen die Bevölkerung aufgrund geologischer oder anderer Eigenschaften einer hohen Strahlenbelastung ausgesetzt ist. Die bekanntesten Gebiete im Iran, in China, Brasilien und Indien wurden speziell vorgestellt. Die Frage war, ob es für diese Gebiete spezifische Definitionen und Regulierungen oder Empfehlungen braucht. Die Schweiz könnte aufgrund der Radonbelastung solche Gebiete im Tessin oder im Jura bezeichnen. Die Teilnehmer kamen zum Schluss, dass HBRA keine eigene Art, bestehender Expositionssituationen sind, sondern eine Kombination verschiedener bestehender Expositionssituationen darstellen und hauptsächlich von Radon dominiert werden. Spezifische Regelungen für diese Gebiete sind nicht notwendig, sondern sollten sich wie bis anhin an den entsprechenden Quellen der Belastung orientieren.

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. 2024 hat die Schweiz, unter der Leitung des BAG, bei der INEX6-Übung mitgewirkt, vgl. Seite 56 dieses Berichts.

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, insbesondere dem Arbeitskreis der nichtionisierenden Strahlung (AK NIR), sowie mit der Association romande de radioprotection (ARRAD).

Expertengruppe «Artikel 31 Euratom-Vertrag»

Seit 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. Das BAG nahm 2024 an der *Working Party on Natural Radiation Sources* und der *Working Party on Medical Exposures* teil.

Vereinigung europäischer Strahlenschutzbehörden (HERCA)

In der HERCA sind nahezu 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. Das BAG engagierte sich im Berichtsjahr weiterhin stark in diversen HERCA Working Groups WG. Insbesondere organisierte es für die HERCA WG «Medical Application» das Herbsttreffen in Bern, an dem ca. 20 Nationen vertreten waren. Mitarbeitende des BAG sind in den Arbeitsgruppen *Nuklearmedizin* und *Patientenschutz* besonders aktiv. Neue Schwerpunkte werden die Teilnahme an «europäischen Awareness Campaigns», zum Informationsaustausch über neue Technologien und der Anwendung der Künstlichen Intelligenz in der radiologischen Medizin sein.

Mit Beginn des Krieges in der Ukraine hat die HERCA rasch eine Taskforce gebildet, um einen informellen Kontakt mit der Ukraine und den Nachbarländern herzustellen. Das BAG und die Nationale Alarmzentrale NAZ konnten an mehreren Videokonferenzen teilnehmen. Der informelle Austausch wurde auch 2024 weitergeführt, insbesondere im Rahmen der Untergruppe zu Vorbereitungen hinsichtlich Nuklearwaffeneinsatz.

European ALARA Network (EAN)

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). Im Jahr 2024 hat die EAN zwei Newsletter zu ALARA-Themen veröffentlicht, die unter Newsletters (www.eu-alara.net) verfügbar sind. Die EAN hat sich 2024 zudem mit der Organisation des nächsten Workshops

beschäftigt, der im April 2025 in Petten (NL) stattfinden wird zum Thema *Transport von radioaktivem Material und ALARA*.

Bilaterale Zusammenarbeit mit den Nachbarstaaten Deutschland, Frankreich und Österreich

Zwischen dem BAG und den deutschen Strahlenschutzbehörden, d. h. dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) und dem Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) sowie auch dem BAG und der Autorité de sûreté nucléaire (ASN) in Frankreich findet regelmässig ein Austausch statt. Ausserdem beteiligt sich das BAG mit den Strahlenschutzbehörden ENSI und Suva am Erfahrungsaustausch zu Betrieb, Sicherheit, Überwachung und Umweltauswirkungen von Kernanlagen sowie weiteren Aspekten 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 radio-protection*, sowie unter der Leitung des BFE mit den österreichischen Kollegen im Rahmen der bilateralen Nuklearexpertentreffen.

Rechtsgrundlagen

Der Strahlenschutz in der Schweiz basiert auf zwei gesetzlichen Grundlagen: dem Strahlenschutzgesetz (StSG) von 1991 sowie der 2019 in Kraft getretenen Gesetzgebung über den Schutz vor nicht-ionisierender Strahlung und Schall (NISSG) (vgl. Abb. 36). Im Jahr 2021 lancierte das BAG im Auftrag des Bundesrates ein Projekt zur Teilrevision des StSG.

Die ionisierende Strahlung ist mit einer umfassenden Gesetzgebung geregelt, die Vollzugsaufgaben sind hauptsächlich Sache des Bundes. Sie beruht auf Artikel 118 Absatz 2 Buchstabe c der Bundesverfassung, die dem Bund die Kompetenz zum Erlass von Vorschriften über ionisierende Strahlung überträgt. Die wichtigsten Erlasse der Strahlenschutzgesetzgebung sind das Strahlenschutzgesetz vom 22. März 1991 (StSG) und die Strahlenschutzverordnung vom 26. April 2017 (StSV). Ergänzend dazu

existieren weitere Verordnungen, die spezifische technische Aspekte regeln. Der Geltungsbereich dieser umfassenden Gesetzgebung erstreckt sich auf sämtliche Situationen, in denen Mensch und Umwelt ionisierender Strahlung ausgesetzt sind. Sie deckt alle relevanten Bereiche ab (Ausbildung, Bewilligung, Aufsicht, Dosimetrie, Abfälle, Umwelt, Forschung, Notfälle usw.) und basiert für alle Gebiete (Medizin, Forschung, Industrie, Kernanlagen) auf einheitlichen Konzepten.

Teilrevision des StSG:

Im Auftrag des Bundesrates hat das BAG 2021 ein Projekt zur Teilrevision des Strahlenschutzgesetzes vom 22. März 1991 (StSG) initiiert, um das Verursacherprinzip (Art. 4 StSG) im Hinblick auf die Finanzierung von Jodtabletten-Kampagnen an die Bevölkerung zu konkretisieren. Dazu wird auch die Kostentragung bei Sanierungen von radioaktiv belasteten Standorten (z. B. Radium-Altlasten), der Entsorgung von radioaktiven Abfällen und der Immissionsüberwachung in der Umgebung von Betrieben mit einer Bewilligung zur Abgabe von Radioaktivität an die Umwelt im Normalbetrieb geregelt. Zusätzlich soll das StSG mit Artikeln über den Datenschutz und einer Strafbestimmung bei Bagatelldfällen ergänzt werden. Eine öffentliche Vernehmlassung zur Vorlage fand zwischen März und Juni 2024 statt. Am 27. November hat der Bundesrat den Erlassentwurf und die Botschaft gutgeheissen und an das Parlament überwiesen, das in den Sessionen von 2025 über die Vorlage berät.

Der Gesundheitsschutz bei NIS und Schall ist seit dem 1. Juni 2019 mit der Verordnung zum Bundesgesetz über den Schutz vor Gefährdungen durch nichtionisierende Strahlung und Schall (V-NISSG) verbessert. Die Verordnung regelt die Verwendung von Solarien, sieht eine Ausbildung für kosmetische Behandlungen vor, verbietet gefährliche Laserpointer und enthält Bestimmungen zu Veranstaltungen mit Schall und Laserstrahlung. Der Vollzug liegt mehrheitlich bei den Kantonen, der Bund unter-

stützt die Kantone mit Vollzugshilfen. Im Bereich von Veranstaltungen mit Laserstrahlung ist der Bund seit dem 1. Dezember 2020 für den Vollzug zuständig.

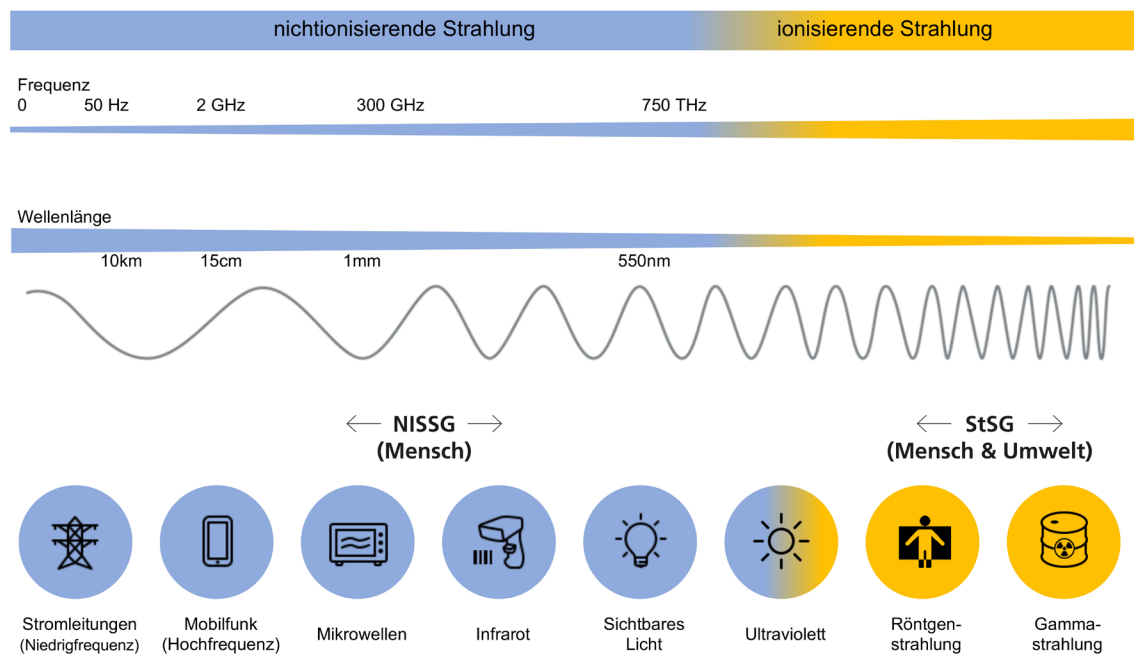


Abb. 36:
Handlungsrahmen der Schweizer Strahlenschutzgesetzgebung:
Das Strahlenspektrum und seine rechtliche Regulierung durch
StSG und NISSG

Abteilung Strahlenschutz – Aufgaben und Organisation

Strahlung ist allgegenwärtig. Ihrem Nutzen in Medizin, Forschung und Industrie oder im täglichen Leben stehen Risiken für Mensch und Umwelt gegenüber. Starke Expositionen gegenüber Strahlung, Radioaktivität, Radon oder Schall bergen Risiken – sei es für Arbeitnehmende, für Patientinnen oder Privatpersonen. Es ist Aufgabe des Bundesamts für Gesundheit (BAG), die Bevölkerung vor den Wirkungen und Risiken ionisierender und nichtionisierender Strahlung zu schützen, nützliche Anwendungen zu ermöglichen und Informationen bereitzustellen. Zudem ist es für den medizinischen und beruflichen Strahlenschutz zuständig, überwacht die Umweltradioaktivität und bereitet den radiologischen Notfallschutz vor.

Das BAG ist die Bewilligungsbehörde für den Umgang mit ionisierender Strahlung in Medizin, Industrie und Forschung (ausser KKW). Die Aufsicht über die rund 26 000 Bewilligungen für die Verwendung ionisierender Strahlung in Medizin, Lehre und Forschung ist deshalb eine zentrale Aufgabe der Abteilung Strahlenschutz. Das BAG überwacht zudem die Umweltradioaktivität und betreibt dafür nebst schweizweiten Messnetzen ein akkreditiertes Labor. Es setzt drei umfangreiche Aktionspläne um: Radon, Radium und Radiss (radiologische Sicherung und Sicherheit) und wirkt bei der Vorbereitung radiologischer Notfallsituationen mit. Im nichtionisierenden Bereich informiert das BAG die Öffentlichkeit über den strahlungsarmen Umgang mit Produkten, die nichtionisierende Strahlung (NIS) und Schall aussenden. Seit dem 1. Juni 2019 vollzieht das BAG zusammen mit den Kantonen die neue Gesetzgebung zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung und Schall. Über 40 Mitarbeitende verschiedener Berufsgruppen wie Physikerinnen, Geologen, Biologinnen, Radiochemiker oder Ingenieure arbeiten in der Abteilung Strahlenschutz. Erste Priorität haben Massnahmen, die Störfälle verhindern und hohe Strahlendosen bei Bevölkerung, Patientinnen und Patienten sowie beruflich strahlenexponierten

Personen vermeiden. Partnerschaften mit Fachgremien im In- und Ausland ermöglichen es dem BAG, gesundheitliche Risiken von Strahlung laufend nach dem neusten Stand von Wissenschaft und Technik zu beurteilen.

Das Aufgabenportfolio der Abteilung Strahlenschutz umfasst:

- Bewilligungen und Aufsicht in Strahlentherapie, Nuklearmedizin und radiologischer medizinischer Diagnostik und in Forschungsanlagen wie CERN und PSI
- Koordination der 2020 eingeführten klinischen Audits im Hochdosisbereich
- Vollzug der Gesetzgebung zum Schutz vor NIS und Schall, gemeinsam mit den Kantonen
- Überwachung beruflich strahlenexponierter Personen (ca. 113 300 Personen inkl. 9500 Personen beim Flugpersonal) und Führen des zentralen Dosisregisters
- Stellungnahme zu Strahlenschutzaspekten bei klinischen Studien mit Geräten, die ionisierende Strahlung erzeugen, und mit Radiopharmaka (an Ethikkommission oder Swissmedic)

- Zustimmung des BAG zur Zulassung von Radiopharmazeutika an Swissmedic (unter Berücksichtigung der Empfehlung der Fachkommission für Radiopharmazeutika)
- Qualitätskontrolle von Radiopharmazeutika auf dem Schweizer Markt
- Bewilligung und Typenprüfung radioaktiver Strahlenquellen
- Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt
- Betrieb eines akkreditierten Radioaktivitätslabors und Betrieb von Messnetzen
- Evaluation der Strahlenexposition der Schweizer Bevölkerung und Langzeitmonitoring
- Umsetzung der Aktionspläne Radon, Radium, Radon
- Anerkennung von Strahlenschutz-Ausbildungen, Dosimetriestellen und Radonmessstellen
- Mitwirkung bei der Vorbereitung radiologischer Notfallsituationen
- Information der Bevölkerung zu Exposition und Gesundheitsrisiken von Strahlung (Röntgen, Radioaktivität, Elektromog, UV, Licht usw.)

Vision:

Die Schweiz verfügt über einen umfassenden, nachhaltigen und hochstehenden Strahlenschutz.

Mission:

Das BAG sorgt als kompetente Behörde für den Schutz der Bevölkerung und der Umwelt vor gesundheitsgefährdender Strahlung.

