

Strahlenschutz und Überwachung der Radioaktivität in der Schweiz **Ergebnisse 2014**

Radioprotection et surveillance de la radioactivité en Suisse **Résultats 2014**



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
Bundesamt für Gesundheit BAG

Liebe Leserin, lieber Leser

2014 hat uns die Zeit, als in Schweizer Uhrenateliers Radium-Leuchtfarbe benützt wurde, eingeholt. Die Berichterstattung der Medien zu diesem Thema stellte das BAG vor eine unerwartete Herausforderung. Die Expertinnen und Experten unserer Abteilung mussten ihre Flexibilität unter Beweis stellen und an den zahlreichen ehemaligen Standorten intervenieren sowie auf die Ängste der Bevölkerung reagieren. Nur eine Messung vor Ort kann wirklich zeigen, ob eine Wohnung von einer Radium-Kontamination betroffen ist oder nicht.

Zur nachhaltigen Bewältigung dieser Altlasten erarbeitet das BAG einen Aktionsplan Radium, den es dem Bundesrat 2015 vorlegen wird. Das grosse Medienecho zu diesem Thema haben wir ausserdem dazu genutzt, unsere Praxis der Öffentlichkeitsarbeit beim Thema Strahlenrisiken zu überdenken. Fazit: Unsere Kommunikationspolitik muss proaktiver werden und künftig neben den Gesundheitsrisiken auch die Dimension des öffentlichen Interesses vermehrt berücksichtigen.

Zahlreiche weitere Herausforderungen und Aktivitäten haben unsere Abteilung 2014 beschäftigt. Der vorliegende Bericht soll Ihnen die wichtigsten Ereignisse des Jahres näher bringen. Insbesondere ist hervorzuheben, dass gegenwärtig die schweizerische Strahlenschutz-Gesetzgebung revidiert wird. Im Zentrum stehen dabei Anpassungen an die aktuellen Entwicklungen im Strahlenschutz und insbesondere an die internationalen Rechtsvorschriften. Insgesamt sind zehn Verordnungen in Revision, die 2015 in die Vernehmlassung gehen.

Laserpointer, medizinische Laser und Solarien sind Quellen nichtionisierender Strahlung (NIS), die bei unsachgemässer Anwendung gesundheitsschädlich sein können. 2014 eröffnete das BAG das Vernehmlassungsverfahren für den Vorentwurf über ein Gesetz zum besseren Schutz der Bevölkerung vor den Gefahren von NIS und Schall.

Auf internationaler Ebene ist unsere Abteilung im Januar 2014 von der Weltgesundheitsorganisation zum «Collaborating Center» für Strahlenschutz und öffentliche Gesundheit ernannt worden. Ein weiterer Höhepunkt für den Schweizer Strahlenschutz war der Erfolg des 4. europäischen IRPA-Kongresses in Genf mit fast 570 Teilnehmenden im Juni 2014. Das BAG war massgeblich an diesem Anlass beteiligt, unser Direktor hielt die Eröffnungsrede.

Schliesslich nutze ich mit meinem ersten Editorial die Gelegenheit, meinem Vorgänger, Werner Zeller, für sein Engagement bei der «Stabübergabe» zu danken. Ich bedanke mich auch bei allen Mitarbeitenden der Abteilung und des Amtes für die wohlwollende Aufnahme. Ich selber freue mich auf die zahlreichen Herausforderungen im Strahlenschutz, die mir in den kommenden Jahren bestimmt begegnen werden.

Sébastien Baechler



Bild: Brigitte Batt & Klemens Huber

Inhalt

3	Editorial
5	Interview mit Sébastien Baechler: «Die Zukunft erfordert Kompetenzen in vielen Disziplinen»
8	Strahlenschutz in Medizin und Forschung
16	Reportage: Forschung in der Radiopharmazie
18	Radiologische Ereignisse
20	Reportage: Radium-Leuchtfarbe: schweres Vermächtnis der Vergangenheit
22	Überwachung der Umwelt
24	Reportage: Radioaktives Jod als Lebensretter
26	Aktionsplan Radon 2012 – 2020
29	Intervention bei erhöhter Radioaktivität
30	Gesundheitsschutz vor nichtionisierender Strahlung und Schall
32	Strahlenbelastung der Bevölkerung 2014
34	Internationale Zusammenarbeit
35	Publikationen, weiterführende Informationen
36	Strahlenschutz: Aufgaben und Organisation
37	Organigramm
38 ff.	Französische Texte / Version française
76	Impressum

Die Zukunft erfordert Kompetenzen in vielen Disziplinen

Der promovierte Physiker Sébastien Baechler leitet seit Mai 2014 die Abteilung Strahlenschutz im Bundesamt für Gesundheit. Rund ein halbes Jahr nach Amtsantritt hat er sich im Interview zu seinen überraschendsten Eindrücken sowie zu Themen wie Krisenbewältigung und Kommunikation geäußert – der mediale und politische Aufruhr um die Radium-Altlasten aus der Schweizer Uhrenindustrie haben bei ihm Spuren hinterlassen.

Herr Baechler, Sie sind zum Zeitpunkt dieses Gesprächs gut 6 Monate in Ihrem neuen Amt als Abteilungsleiter. Was hat Sie an Ihrem neuen Job am meisten beeindruckt?

Am überraschendsten hier war für mich die politische, aber auch die mediale Dimension unseres Tuns – sowie der Einfluss der Medien auf die Politik. Es ist äusserst faszinierend, neu nun an einer Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Politik zu stehen. Im Prinzip habe ich einen Wechsel vom Risk Assessment zum Risk Management vollzogen: Bei meiner vorherigen Tätigkeit standen Expertisen zu Risiken im Fokus, jetzt bin ich «auf der anderen Seite», muss Expertenmeinungen analysieren und auf dieser Basis Empfehlungen für die Politik abgeben.

Was hat Sie an dieser Aufgabe in der Verwaltung gereizt? Sie haben bisher im Spitalumfeld und als Wissenschaftler gearbeitet: Wirkte der Kulturwechsel in die Verwaltung nicht abschreckend?

Das habe ich nie so gesehen! Für mich stand immer das Engagement für den Strahlenschutz im Zentrum. Ich war schon bisher als Experte in Strahlenschutz-Kommissionen tätig, aber in meiner neuen Position kann ich – als Generalist – die zahlreichen zukünftigen Herausforderungen im Strahlenschutz viel direkter angehen.

Wird die wissenschaftliche Arbeit in der Abteilung Strahlenschutz in Zukunft stärker gewichtet?

Kompetenzenerhalt und Weiterbildung der Mitarbeitenden in der Abteilung sind für mich auf jeden Fall zentral, und ich lege grossen Wert auf den fachlichen Austausch intern. Strahlenschutz

ist ein Thema, bei dem man als Behörde tatsächlich nahe an Wissenschaft und Forschung bleiben sollte, da die Entwicklung rasch voranschreitet. Als Behörde kann man zudem ja gewisse Forschungsschwerpunkte fördern und vorantreiben. Ausserdem möchte ich persönlich weiterhin einen Fuss in der Tür von Forschung und Lehre behalten.

Man sagt, dass die ersten 100 Tage ausschlaggebend sind für den Erfolg einer neuen Führungskraft. Haben Sie in den ersten 100 Tagen etwas Spezielles getan, um diesen Erfolg zu gewährleisten?

Als neue Führungskraft wollte ich in der Abteilung – aber auch gegen aussen – in erster Linie Kontinuität gewährleisten: Das bedeutete Evolution und nicht Revolution – und damit weder eingreifende strategische Richtungswechsel noch grosse Worte beim Start. In der Lernphase standen für mich das Zuhören und die Schaffung eines Vertrauensklimas im Zentrum. Glücklicherweise wurde mir das im Strahlenschutz-Team leicht gemacht. Strategien können wir auf dieser Basis zukünftig gemeinsam entwickeln. Die Radium-Krise hat mir zusätzlich gezeigt, wie gut Teamarbeit und Solidarität in der Abteilung auch im Ernstfall funktionieren.

Sie hatten als frisch gekürter Abteilungsleiter bereits nach einem Monat eine riesige mediale Herausforderung zu bewältigen. Wie war es für Sie, durch die Radium-Krise so rasch im Rampenlicht der Öffentlichkeit zu stehen und sich mit massiver Kritik seitens Medien, Bevölkerung und Politik konfrontiert zu sehen?

Wir haben viel gelernt und mussten z.B. unser Kommunikationskonzept für solche Ereignisse überarbeiten. Es war aber auch die Gelegenheit, die radiologischen Altlasten aus der Uhrenindustrie abschliessend zu regeln. Glücklicherweise war uns das Thema bestens vertraut, wegen der als nicht absolut prioritär eingestuften Risiken und aus Ressourcengründen stand es bis dahin aber nie im Vordergrund.

Positiv für mich war auch, dass das Team gemeinsam mit meinem Vorgesetzten trotz Druck und Ermüdungssymptomen so aussergewöhnlich und beeindruckend zusammengehalten hat. Ich war bis dahin nie so direkt mit medialen Krisen konfrontiert, konnte im BAG jedoch jederzeit auf eine erfahrene Equipe zählen. Amüsant war, dass sogar exakt während meines persönlichen Medientrainings in dieser Zeit dringende Anfragen der Presse an mich gelangten.

Wenn Sie die kommenden fünf Jahre überschauen: Wo möchten Sie gerne Pflöcke einschlagen und wo sehen Sie die grössten gesundheitlichen Risiken im ionisierenden und nichtionisierenden Bereich?

Von aussen gesehen haftet der Abteilung Strahlenschutz die Etikette Tschernobyl und Fukushima an – dieses Bild ist falsch und das möchte ich ändern! Prioritär dadurch, dass wir den Schweizer Strahlen- und Notfallschutz durch die Revision der Strahlenschutzverordnung an internatio-

nale Standards angleichen. Dafür ist es natürlich unabdingbar, dass wir eng in internationalen Gremien mitarbeiten. Zentral ist auch der Strahlenschutz in der Medizin, mit dem Ziel, die Patientensicherheit zu verbessern. Dosisoptimierung bei Patienten ist ohnehin ein Dauerthema. Wir wollen gute und nicht schöne Bilder, die zudem medizinisch gerechtfertigt sind. Dies müssen wir verstärkt kommunizieren und durch klinische Audits verbessern.

Im Bereich Radon können wir unter Nutzung interner Synergien im Verbraucherschutz zukünftig mehr erreichen, wenn wir dieses Problem im Kontext der Innenraumluft-Qualität angehen sowie die multiplen Risiken mit dem Tabakkonsum bewusst machen. Beim Umweltschutz werden wir die allfällige Umsetzung der ICRP-Empfehlung in der Schweiz, die mehr Schutz für Fauna und Flora fordert, prüfen und die Konsequenzen evaluieren (ICRP = International Commission on Radiological Protection). In der nicht-ionisierenden Strahlung werden wir angesichts neuester Technologien angemessene Gesundheitsschutzmassnahmen ergreifen müssen. Ein Meilenstein, der uns hierin unterstützt, wird hoffentlich ein neues Gesetz zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung und Schall sein, das wir zusammen mit den Kantonen vollziehen werden.

Das Aufgabenportfolio im Strahlenschutz wächst stetig und die Komplexität der Aufgaben nimmt zu, aber die finanziellen und personellen Ressourcen stagnieren. Wie wollen Sie diesen Spagat meistern?

Wir müssen in dieser tatsächlich angespannten Situation einen «graded approach» verfolgen, d.h. unsere Ressourcen nach Risiken abgestuft einsetzen und Aufgaben priorisieren. Auf politischer Ebene müssen wir verstärkt daran erinnern, dass der Bund annähernd allein für Gesetzgebung und Vollzug des Strahlenschutzes verantwortlich ist, dies im Unterschied zu vielen anderen Bereichen des Gesundheitswesens. Dafür stehen uns nur beschränkte Mittel zur Verfügung. Bei ausserordentlichen und aufwändigen Projekten möchte ich deshalb befristete Unterstützung beantragen. Zudem kann man bei komplexen Themen auch vom Austausch mit externen Experten – national und international – profitieren. Weitere Entlastungsmöglichkeiten für das Strahlenschutzteam sehe ich zudem in einer noch verbesserten Synergienutzung im BAG intern und in der Bundesverwaltung.



Abb. 1: Medienkonferenz in Biel, 14.10. 2014: Christophe Murith (l.) und Sébastien Baechler (Mitte) vom BAG sowie Michel Hammans, Suva (r.), informieren zu den Radiummessungen (Quelle: Aargauer Zeitung | Oliver Menge)

Ihre Abteilung ist zurzeit mit einer Totalrevision der Strahlenschutzgesetzgebung sowie der Ausarbeitung eines Gesetzesentwurfs im Bereich nichtionisierende Strahlung beschäftigt. Ist der Strahlenschutz von Regulierungswut befallen?

Es geht mitnichten um Regulierungswut, zentral ist für mich im ionisierenden Bereich die Harmonisierung mit der EU, wobei wir aber keinesfalls übertreiben und so kompliziert werden wollen, wie es beispielsweise die ADR-Bestimmungen sind (= Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Strasse), die nur noch Spezialisten verstehen. In gewissen Bereichen, z.B. beim grenzüberschreitenden Verkehr von radioaktiv belasteten Abfällen, braucht es aber unbedingt gemeinsame Werte. Zudem gibt es keine kantonalen Regelungen im Strahlenschutz, deshalb müssen wir viele Bestimmungen auf Bundesebene definieren. Und: Trotz der grundsätzlichen Schutzphilosophie, die wir im ionisierenden Bereich durch Bewilligungserteilung und Aufsicht verfolgen, haben wir auch viel Verantwortung delegiert, beispielsweise an die Sachverständigen in den Betrieben.

Die aktuelle Gesetzesvorlage im nichtionisierenden Bereich, die Produkte regelt, die NIS oder Schall erzeugen, ist sehr moderat und basiert primär auf der Selbstverantwortung aller Beteiligten. Sie ergänzt, dort wo Schutz für die Gesundheit der Bevölkerung notwendig ist, die bestehenden gesetzlichen Regelungen. Ein Verbot ist zurzeit nur im Bereich der sehr gefährlichen Laserpointer vorgesehen, für die es aufgrund von Gesetzeslücken keine Handhabe gibt.

Der promovierte Physiker Sébastien Baechler leitet die Abteilung Strahlenschutz seit Mai 2014. Zuvor war er während über zehn Jahren Leiter der Gruppe Strahlenschutz am Institut de radiophysique am Universitätsspital Lausanne. Dort befasste er sich schweremässig mit Themen wie Personendosimetrie, Patientendosen, Strahlenschutz im Spital, Radonmessung in Gebäuden und Radioaktivitätsmessungen. Zudem war und ist er in der Lehre tätig. Herr Baechler ist verheiratet und Vater einer Tochter.

Das Vertrauen der Bevölkerung in unsere Arbeit ist essentiell. Wie wollen Sie dieses Vertrauen im Bereich Strahlung sicherstellen, wo die Kluft zwischen der Risikowahrnehmung durch die Bevölkerung und dem tatsächlichen Risiko oft sehr gross ist?

Es ist richtig: Als Behörde müssen wir glaubwürdig sein und Vertrauen erwecken. Die Aufgabe Kommunikation im Strahlenschutz ist für mich deshalb sehr zentral. Es gehört zu meinen erklärten Zielen, die Bevölkerung verständlich und schnell zu informieren, auf jeden Fall immer via Internetseite. Als Experte verfolge ich auf keinen Fall einen paternalistischen Ansatz, sondern bemühe mich, Laien ernst zu nehmen und Sachverhalte adäquat und richtig zu erklären. Leider ist es so, dass der Physikunterricht in der obligatorischen Schulzeit oft beim Apfel von Newton aufhört und ein Grossteil der Bevölkerung überhaupt keine Kenntnis von Radioaktivität, Röntgenstrahlen oder Strahleneffekten hat. Um diese Experten-Laien-Diskrepanz zu überwinden, müssen wir bei Strahlenschutzausbildungen verstärkt Aspekte wie Psychologie, Risikowahrnehmung und -kommunikation sowie Sozialkompetenz thematisieren.

Krisen können meiner Ansicht nach bis zu einem gewissen Grad antizipiert werden: Viele Antworten auf potenzielle Probleme lassen sich in ruhigen Zeiten optimal vorbereiten. Die Rolle der Medien könnte verstärkt werden, wenn sie in nationale Notfallübungen direkt eingebunden wären, denn die Thematik Strahlung stellt auch für viele Journalisten eine echte Herausforderung dar.

Strahlenschutz in Medizin und Forschung

Patientinnen und Patienten sowie Personal in Medizin und Forschung sollen bestmöglich vor Strahlenschäden geschützt sein – das ist eine Hauptaufgabe des Strahlenschutzes. Der enorme technologische Fortschritt bei bildgebenden Verfahren bringt zwar viele Vorteile, hat aber auch zu einer Erhöhung der durchschnittlichen Strahlenbelastung der Bevölkerung geführt. Im Rahmen von Aufsichtsschwerpunkten optimieren das BAG und die Betriebe gemeinsam den Einsatz ionisierender Strahlung: Im Grossen und Ganzen sind die Resultate positiv, wie Aufsichtsschwerpunkte in der Mammographie sowie in Arztpraxen oder auch die Zusammenarbeit mit den Forschungszentren CERN und PSI ergeben haben.

Strahlenschutz in der Medizin

Technologischer Fortschritt und wachsende Anzahl komplexer Anlagen erfordern hohes Strahlenschutzniveau

Seit dem Inkrafttreten der Strahlenschutzverordnung vor 20 Jahren (1994) hat sich die Landschaft bei Anwendungen ionisierender Strahlung eindrücklich verändert. Die Medizin hat sich die enormen technologischen Fortschritte bei Hochdosis-Anwendungen für Diagnostik und Therapie zunutze gemacht, was zu einer signifikanten Zunahme der Anzahl Bewilligungen in diesen Bereichen geführt hat. Genau dort setzt das BAG seit einigen Jahren mit Aufsichtsschwerpunkten an und trägt so zu einem hohen Strahlenschutzniveau bei.

Insgesamt waren in der Schweiz 2014 rund 20 000 Anlagen für die medizinische Anwendung ionisierender Strahlung bewilligt (Zunahme seit 2007: rund 2000), 60% davon gehören in den Bereich der dentalen Radiologie. Dort und in der konventionellen Radiologie finden die häufigsten Untersuchungen statt, nämlich 88%. Nicht zuletzt aufgrund etlicher Optimierungsmassnahmen während der letzten 50 Jahre erhalten Patienten durch Untersuchungen dieser Art relativ kleine Dosen.

Die Technologien in den übrigen Bereichen der diagnostischen Radiologie, der Nuklearmedizin und Radioonkologie haben sich, wie erwähnt, sehr rasch entwickelt. Von den enormen Fortschritten können die Patientinnen und Patienten zwar stark profitieren, der vermehrte Einsatz dieser komplexen Anwendungen führt jedoch zu einer kontinuierlichen Zunahme der durchschnittlichen Strahlenbelastung der Bevölkerung. In der Schweiz hat diese aufgrund medizinischer Anwendungen innerhalb von zehn Jahren um 20% zugenommen und liegt momentan bei 30% der gesamten durchschnittlichen jährlichen Strahlenbelastung (Erhebung 2008, vgl. Artikel Strahlenbelastung der Bevölkerung 2014, S. 32). Dieser Anstieg ist vorwiegend auf die massive Zunahme von Computertomographie (CT)-Untersuchungen zurückzuführen. Dies hängt nicht nur mit höherer Lebenserwartung und Bevölkerungswachstum zusammen: Die CT-Untersuchungen sind in der Medizin zum Mittel der ersten Wahl geworden sind, da sie sehr schnell, wenig störungsanfällig und benutzerfreundlich sind. Waren 1994 lediglich 136 CT-Anlagen in Betrieb, so waren es 2014 bereits 296. Zwar sind nur 6% aller in der Schweiz durchgeführten röntgendiagnostischen Untersuchungen überhaupt CT-Untersuchungen, diese verursachen jedoch mehr als zwei Drittel (68%) der jährlichen kollektiven Strahlendosis in der Medizin.

Auch andere Anwendungen im Hochdosisbereich nehmen überaus deutlich zu: Die Anzahl PET/CT-Anlagen ist in den letzten zehn Jahren von 3 auf 30, die der SPECT-CT-Anlagen von 1 auf 43 (zwischen 2004 und 2013) und die Anzahl Beschleuniger von 47 auf 73 (zwischen 2006 und 2014) angestiegen.

Angesichts dieser Entwicklung rücken die Strahlenschutzprinzipien Optimierung und Rechtfertigung stark in den Fokus, da die Gefahr unnötiger bzw. unbeabsichtigter Strahlenexposition der Patienten besteht sowie der Schutz des Personals gewährleistet sein muss. Mangelndes Fachwissen, ungenügendes Bewusstsein für Strahlenschutz und fehlendes Training des medizinischen Personals stellen wichtige Faktoren dar, die im aktiven Austausch des BAG mit den Betrieben evaluiert und optimiert werden können.

Aufsichtsschwerpunkt Mammographie

In einer neuen technischen Weisung zur Qualitätssicherung an Mammographie-Anlagen hat das BAG 2012 minimale Anforderungen für die Abnahmeprüfung, die jährliche Zustandsprüfung und die wöchentliche Konstanzprüfung festgelegt. Der Bedarf für die Neuerungen entstand durch die Digitalisierung moderner Mammographie-Anlagen, die veränderte Prüfpunkte und auch neue Prüfkörper für die Testaufnahmen bedingte. Gleichzeitig passte man die Anforderungen an das Europäische Protokoll EPQC an. Die Qualitätssicherung ist nun für alle Anlagen gleich, ungeachtet ob sie in einem Brustkrebs-Screeningprogramm eingebunden sind oder ausschliesslich zur klassischen Diagnostik verwendet werden.

Alle medizinischen Betriebe mit Mammographie-Anlagen durchlaufen seitdem im Rahmen eines Aufsichtsschwerpunkts des BAG ein Audit. 2013 und 2014 hat das BAG 95 von insgesamt 236 bewilligten Anlagen auditiert und dabei die tatsächlichen Gegebenheiten vor Ort mit den Angaben in der Bewilligung verglichen. Ein Audit umfasst die Überprüfung der Verantwortlichkeiten für den Strahlenschutz und der Qualifikation des Bedienpersonals, die Konformität der Anlage und deren Qualitätsmanagement, den baulichen Strahlenschutz, die Dosimetrie des Personals, sowie die Registrierung der Patientendosis. Als wichtig erachtet das BAG, inwieweit tatsächlich eine Strahlenschutz-Kultur ge-



Abb. 2: Messungen zur Qualitätssicherung an einem mobilen Durchleuchtungssystem

lebt wird: Sind die Kenntnisse des Personals ausreichend? Ist ein angemessenes Verständnis für den Strahlenschutz im Betrieb entwickelt? Im Rahmen des Audits begleitet eine Fachperson des BAG das Bedienpersonal bei der Durchführung der wöchentlichen Konstanzprüfung und lässt sich den Ablauf im Patientenbetrieb demonstrieren. So können noch während des Audits Rückmeldungen erfolgen und Verbesserungsmöglichkeiten vorgeschlagen werden. Anlässlich der Audits kann das BAG zudem über gute Praxis aus anderen medizinischen Betrieben berichten und Anliegen sowie Anregungen der Fachleute direkt aufnehmen. Die Audits sämtlicher Mammographie-Anlagen sollen bis Ende 2015 abgeschlossen sein.

Eine erste Auswertung der bisherigen Audits ergibt ein sehr positives Bild: Die Qualitätssicherung durch die Firmen ist überwiegend sehr gut. Die Protokolle werden befolgt und die Prüfungen sind gut dokumentiert. Einige Probleme zeigten sich im baulichen Strahlenschutz, wo die Bauzeichnungen nicht immer mit den realen Gegebenheiten übereinstimmten, die Anlage nicht am vorgesehenen Ort installiert wurde oder die Kennzeichnung der kontrollierten Zone mit dem Strahlenschutz-Warnzeichen fehlte. Weitere Mängel sind die spezifische Dokumentation der Strahlenexposition der Patientinnen und Patienten und die Fachkenntnisse bei den Angaben zur Strahlenbelastung. Hier sind vertiefte Fortbildungen angezeigt.



Abb. 3: Messungen der Ortsdosisleistung an einem CT-Scanner

Im Anschluss an das BAG-Audit erhält jeder medizinische Betrieb einen Bericht mit den vorgeschlagenen Massnahmen zur Verbesserung der Strahlenschutz-Situation. Erfreulicherweise ist die Akzeptanz der BAG-Empfehlungen überwiegend sehr gross.

Aufsichtsschwerpunkt Digitale Radiologie in Arztpraxen

In der Schweiz sind rund 3500 Röntgenanlagen für Aufnahmen in Arztpraxen bewilligt (Stand Oktober 2014). Wie viele Ärzte dabei moderne digitale Bildempfangssysteme anstelle der bisherigen analogen Film-Folientechnik einsetzen, ist nicht bekannt, da die bildverarbeitenden Komponenten der Systeme kein Bestandteil der Bewilligung sind. Um einen Überblick zum Stand der Digitalisierung zu erhalten, hat das BAG 2012/2013 64 dieser Betriebe im Sinne eines Aufsichtsschwerpunktes auditiert. Weiter bot sich in diesem Rahmen die Gelegenheit, die Anwenderinnen und Anwender bezüglich wichtiger Strahlenschutzaspekte und Sicherung der Bildqualität gezielt zu sensibilisieren. Die im Dialog mit den Anwendern geführten Audits umfassten folgende Themenbereiche: Umsetzung von baulichen, operationellen und technischen Strahlenschutz-Massnahmen, Organisation/Administration, Qualitätssicherung durch Fachfirmen und Anwender, Indikationsstellung und Überweisungskriterien sowie die Ausbildung.

Die Analyse der Erhebungen zeigte im Bereich der technischen Qualitätssicherung einen weitgehend guten Stand. Bei den Befundmonitoren wurden allerdings bezüglich der Durchführung und Dokumentation der Konstanzprüfungen teilweise Mängel festgestellt. Im administrativen Bereich fielen die lückenhafte Nachführung der persönlichen Dosisdokumente und die fehlende Registrierung dosisintensiver Strahlennwendungen auf. Ein grosser Nachholbedarf besteht im Bereich der Weiterbildung medizinischer Praxisassistentinnen zur Anfertigung von Aufnahmen für erweiterte konventionelle Aufnahmetechniken (sog. dosisintensives Röntgen). Neuere regulative Bestimmungen im Bereich der periodischen Überprüfung von Schutzmitteln (Bleischürzen) und die Anwendung von nationalen Diagnostischen Referenzwerten (DRW) als effektive und einfach anzuwendende Optimierungsmassnahmen müssen noch verstärkt in die Arbeitsroutine einfliessen. Das BAG konnte anlässlich der Audits vor Ort situationsgerechte Hilfestellungen aufzeigen.

Die detaillierten Ergebnisse der Audits werden demnächst den teilnehmenden Praxen, den involvierten Fachfirmen und den betroffenen Standesorganisationen kommuniziert.

Konzept zur Überprüfung der baulichen Strahlenschutzmassnahmen für CT-Räume

Im Rahmen der Aufsichtstätigkeit an Computertomografie (CT)-Anlagen überprüft das BAG die korrekte Ausführung der baulichen Strahlenschutzmassnahmen. Es vergleicht dafür den Strahlenschutzplan aus der Bewilligung mit der tatsächlichen baulichen Situation vor Ort und misst die Ortsdosisleistung in angrenzenden Räumlichkeiten. Ob die baulichen Strahlenschutzmassnahmen ausreichen, damit die vorgeschriebenen Ortsdosisgrenzwerte in den angrenzenden Räumlichkeiten eingehalten sind, lässt sich jedoch nur mit Hilfe einer rechnerischen Abschätzung der maximal zulässigen Ortsdosisleistungen beurteilen.

Zu diesem Zweck hat das BAG einen Berechnungsalgorithmus für zulässige Ortsdosisleistungen neu entwickelt. In diese Berechnung fliessen folgende Faktoren ein: die bewilligte Betriebsfrequenz, die Eigenschaften der Phantome, die bei den Testmessungen bei CT-Anlagen verwendet werden, die am CT eingestellten Untersuchungsparameter sowie die zulässigen Ortsdosisgrenzwerte. Der Berechnungsalgorithmus wurde einerseits messtechnisch an einer 4-Zeilen CT-Anlage sowie andererseits mittels Monte Carlo-Simulationen getestet und überprüft. Diese Messungen und Simulationen zeigen, dass der Berechnungsalgorithmus hinreichend genau funktioniert und somit eine konservative Abschätzung für die maximal zulässigen Ortsdosisleistungen bei CT-Anlagen erlaubt.

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

Mit dem Ziel, das Schweizer Gesundheitssystem optimal auf die kommenden Herausforderungen auszurichten und gleichzeitig bezahlbar zu halten, hat der Bundesrat die Gesamtschau «Gesundheit2020» verabschiedet. Eines der Ziele von Gesundheit2020 ist, die Bevölkerung in der Schweiz vor unnötiger Strahlenbelastung zu schützen. Diese Belastung hat in den letzten zehn Jahren vor allem im medizinischen Bereich zugenommen, weil sich die Technologien rasant entwickeln und in Bereichen wie der Radiologie, der Radio-Onkologie und der Nuklearmedizin immer öfter zum Einsatz kommen. Die Patientinnen und Patienten profitieren zum einen davon, weil die Diagnosen und die Behandlungen präziser und effektiver werden, zum anderen müssen sie aber noch sorgfältiger vor unnötigen und schädlichen Strahlendosen geschützt werden. Um dies zu erreichen, hat eine vom BAG eingesetzte und geleitete Expertengruppe mit Vertretern aller wichtigen Stakeholder ein Konzept für die Implementierung klinischer Audits erarbeitet. Durch diese sollen nicht gerechtfertigte medizinische Untersuchungen und Therapien erkannt und minimiert sowie Prozesse und Ressourcen optimiert werden, was sich auch positiv auf die Gesundheitskosten auswirken dürfte. Bei den klinischen Audits handelt es sich nicht um Kontrollen oder Inspektionen der Aufsichtsbehörde, sondern um «peer reviews», in denen Vertreter der betreffenden Fachbereiche die Arbeitsprozesse ihrer Kolleginnen und Kollegen auf eine gute Praxis hin überprüfen und, falls nötig, Verbesserungen vorschlagen.

Die vom BAG eingesetzte Expertengruppe wirkte auch bei der Erarbeitung der rechtlichen Grundlagen für die klinischen Audits mit, welche in die revidierte Strahlenschutzverordnung einfließen werden. Zurzeit läuft die Planung für die Durchführung von Pilotaudits. Für jedes der drei medizinischen Fachgebiete wurde eine themenspezifische Arbeitsgruppe gebildet, die aus Medizinerinnen, Fachpersonen für Medizinisch-Technische Radiologie (MTRA) und Medizinphysikern besteht. Deren Mitglieder haben in enger Zusammenarbeit mit dem Vorstand der jeweiligen Fachgesellschaften Checklisten und Inhalte der Qualitätshandbücher ausgearbeitet, die die Grundlagen für die Audits bilden. Thematisch stehen in der Radiologie die Abläufe und Arbeitsprozesse bei CT-Untersuchungen im Fokus, in der Nuklearmedizin diejenigen bei onkologischen PET-CT-Untersuchungen und in der Radio-Onkologie soll der gesamte Patientenpfad verschiedener Anwendungen auditiert werden. In allen drei Fachbereichen hat die Ausbildung von Auditoren bereits begonnen und freiwillige Betriebe wurden rekrutiert. Die ersten Pilotaudits sind für die zweite Hälfte 2015 geplant. Nach der Pilotphase sollen die Resultate analysiert und die Auditinhalte überprüft und angepasst werden, sowie der finanzielle und zeitliche Aufwand für die künftigen Klinischen Audits abgeschätzt werden. Es ist vorgesehen, dass die ersten offiziellen Klinischen Audits 2017 nach dem geplanten Inkrafttreten der revidierten Strahlenschutzverordnung durchgeführt werden. Sofern sie sich bewähren, könnten sie auch auf andere medizinische Fachbereiche ausgeweitet werden, um auch dort die Versorgungsqualität zu erhöhen.

Entlassung von Jod-Therapiepatienten in der Schweiz

In der Schweiz bieten 15 Spitäler die stationäre Radiojodtherapie an, um Schilddrüsenkrebs und Schilddrüsenüberfunktionen zu behandeln. Aufgrund der Aktivitäten des eingesetzten radioaktiven Jods I-131 von 200 MBq bis 11 GBq unterliegt die Therapie dem Strahlenschutzgesetz, der Strahlenschutzverordnung und der Verordnung über den Umgang mit offenen radioaktiven Quellen. Konkret bedeutet dies, dass sich Patientinnen und Patienten in speziell abgeschirmten Therapiezimmern aufhalten müssen,

bis die von ihnen ausgehende Strahlung in einem Meter Abstand kleiner als $5 \mu\text{Sv/h}$ ist. Je nach Art ihrer Erkrankung, ihrer Physiologie und der applizierten Aktivität erreichen Patientinnen und Patienten diesen Wert nach einer Hospitalisations- bzw. Verweildauer zwischen 2 und 14 Tagen (siehe Abb. 4). Der Entlassungswert ist im Vergleich zum europäischen Ausland strenger. So gilt zum Beispiel in Deutschland ein Entlassungswert von $3.5 \mu\text{Sv/h}$ gemessen in 2 m Abstand, was angepasst auf die Schweizer Methode etwa einem Wert von $10\text{--}14 \mu\text{Sv/h}$ in 1 m gleichkommt und somit gut zwei- bis drei Mal weniger streng ist.

Bei der Revision der Strahlenschutzverordnung steht deshalb zur Diskussion, dass die Schweiz weniger strenge Werte für die Entlassung von Jod-Therapiepatienten übernimmt. Um die Auswirkungen eines weniger strengen Entlassungswertes auf den Strahlenschutz und die Verweildauern abzuschätzen, hat das BAG mit Inspektionen vor Ort und einer umfassenden Umfrage den aktuellen Stand der Radiojodtherapie genauer untersucht. Gegenstand der Umfrage waren insbesondere die Praktiken in den verschiedenen Spitälern, die applizierten Aktivitäten, die täglichen Dosisleistungsmessungen mit Patientinnen und Patienten, die Krankheiten sowie die Verweildauern. Aus den Messungen

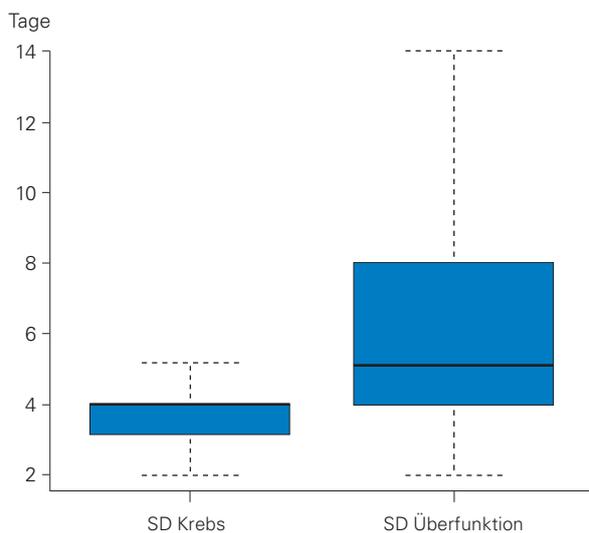


Abb 4: Markant unterschiedliche Verweildauern im Spital bei Schilddrüsenkrebs und Schilddrüsen-Überfunktion, (Erreichen des Entlassungskriteriums von $5 \mu\text{Sv/h}$ in 1m)

liess sich für jeden Patient die effektive Halbwertszeit bestimmen, also die Zeit, in der sich die im Körper gespeicherte Radioaktivität halbiert. Würde nun das Entlassungskriterium von 5 auf $10 \mu\text{Sv/h}$ verdoppelt, könnten die Patienten durchschnittlich um diese effektive Halbwertszeit früher entlassen werden. Die Studie zeigt, dass bei den Schilddrüsenkrebspatienten bei einer mittleren Verweildauer von 4 Tagen die effektive Halbwertszeit etwa 0.7 Tage beträgt. Bei Schilddrüsenüberfunktionsbehandlungen verläuft die Ausscheidung langsamer, da die Schilddrüse nicht herausoperiert wird und somit mehr Gewebesvolumen für die Iod-Aufnahme vorhanden ist. Die mittlere Verweildauer beträgt 5 Tage bei einer effektiven Halbwertszeit von zwischen 4 und 8 Tagen. Bei Überfunktionsbehandlungen würde ein erhöhter bzw. weniger strenger Entlassungswert zu deutlich kürzeren Verweildauern im Spital führen. Bei Schilddrüsenkrebsbehandlungen wäre dieser Effekt auf die Verweildauer wegen der schnelleren Jod-Ausscheidung allerdings kleiner.

Patientinnen und Patienten erhalten bei ihrer Entlassung Strahlenschutz-Verhaltensmassnahmen, die sie insbesondere gegenüber Kindern und Schwangeren treffen müssen. Falls diese Information korrekt geschieht und Patientinnen und Patienten diese Massnahmen während genügend langer Zeit einhalten, lässt sich die Strahlenbelastung für Drittpersonen auch bei einem weniger strengen und höheren Entlassungswert in den gewünscht tiefen Grenzen halten. Eine Untersuchung am Centre hospitalier universitaire vaudois (CHUV) hat zudem gezeigt, dass die Dosisleistung des persönlichen Abfalls nicht mit der Dosisleistung der Patienten korreliert. Aufgrund dieser Resultate beabsichtigt das BAG deshalb, den Entlassungswert im Rahmen der Revision der StSV anzuheben.

Erhebung zur Frequenzbestimmung von radiologischen Untersuchungen

Seit den 50er-Jahren erhebt man in der Schweiz regelmässig Daten zur Bestimmung der Dosis, die durch die Exposition bei radiologischen Untersuchungen entsteht. Seit 1998 arbeiten das BAG und das Institut de Radiophysique (IRA) des CHUV dafür eng zusammen. Alle zehn Jahre erfolgen gesamtschweizerische Umfragen zur Frequenzbestimmung von radiologischen Untersuchungen. Die letzte solche Umfrage

wurde 2008 durchgeführt. Diese gross angelegten Erhebungen werden durch kleinere Zwischenumfragen alle fünf Jahre ergänzt. Die erhobene Anzahl radiologischer Untersuchungen wird mit der durchschnittlichen Strahlenbelastung der entsprechenden Untersuchungsart kombiniert, um die Kollektivdosis der medizinischen Strahlenexposition für die Schweizer Bevölkerung zu erhalten.

Des Weiteren dienen die erhaltenen Dosen und Frequenzen dazu, dem *United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Emissions* (UNSCEAR) Informationen zu wissenschaftlichen Zwecken und zu deren Umfragen zu liefern.

Um verwertbare Daten für das Jahr 2013, eine Zwischenumfrage, zu erhalten, wurde die Plattform für die Dateneingabe für Leistungserbringer, www.raddose.ch, vollständig überarbeitet und vereinfacht. Auf dieser Plattform geben Ärzte, Zahnärzte, Chiropraktiker sowie private Röntgeninstitute ihre Daten ein. Daten von Spitälern und Spitalverbänden erhielt man mittels einer Umfrage, die auf Fakturierungscodes basiert. Dadurch war der Aufwand für die teilnehmenden Zentren kleiner und der Detaillierungsgrad der erfragten Daten besser. Für die Teilnahme wurden alle dem Verband H+ - Spitäler der Schweiz angehörigen Zentren (ca. 300), sämtliche Röntgeninstitute (ca. 110) und Chiropraktiker (ca. 100) sowie eine repräsentative Anzahl von Haus- und Zahnärzten, jeweils acht pro Kanton, aufgebeten. Die Resultate der Umfrage werden 2015 erscheinen.



Abb. 5: Der Large Hadron Collider (LHC) wird auf die zweite Betriebsperiode vorbereitet (Bild: CERN)

Forschung am CERN und am Paul Scherrer Institut

CERN: Lange Abschaltung des LHC und Vorbereitung der zweiten Betriebsphase

In den ersten drei Betriebsjahren erreichte der Large Hadron Collider (LHC) eine Kollisionsenergie von 7 bis 8 TeV. Seine Teilchenstrahlen wurden für Kollisionen im Rahmen der vier grossen Experimente ATLAS, CMS, ALICE und LHCb genutzt.

Zwischen 2013 und 2014 wurde beim LHC ein Unterhalts- und Verbesserungsprogramm durchgeführt, ebenso beim Rest des CERN-Beschleunigerkomplexes, zu dem auch Komponenten gehören, die seit 1959 in Betrieb sind. Rund 10 000 Verbindungen der supraleitenden Magneten wurden verstärkt, um den Beschleuniger auf seine Nominalenergie vorzubereiten, die beinahe doppelt so hoch ist wie die Energie zu Beginn des Betriebs. Während der Abschaltungsphase mussten die Aspekte des Strahlenschutzes besonders sorgfältig beachtet werden. So wurden bestimmte Unterhaltsarbeiten in Bereichen mit hohen Dosisleistungen ausgeführt. Aufgrund des Umfangs der Arbeiten waren ausserdem viele externe Leistungserbringer involviert. Diese mussten verschiedene technische und organisatorische Massnahmen umsetzen, um die Exposition ihrer Mitarbeitenden minimal zu halten. Zu diesem Zweck organisierte das CERN Weiterbildungskurse, in denen die Besonderheiten der Anlagen und Strahlenschutzfragen behandelt wurden. Die Planung

und Durchführung der Arbeiten erfolgten unter der Aufsicht des CERN. Für das Management der Abfälle verwendete das CERN ein Informatiksystem zur Nachverfolgung und Dokumentation der anfallenden radioaktiven Abfälle.

Im September 2011 trat die tripartite Vereinbarung zwischen dem CERN, der französischen Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN) und dem BAG in Kraft. Bei einem gemeinsamen Besuch im Januar 2014 besichtigten die Experten von ASN und BAG die Verkabelungsarbeiten im «langen geraden Abschnitt 1» (Long Straight Section 1 oder LSS1) des SPS-Teilchenbeschleunigers (Super Proton Synchrotron). Bei dieser Gelegenheit konnten sie sich vor Ort von der Qualität der Umsetzung der geplanten Strahlenschutzmassnahmen überzeugen.

Die Kette von Beschleunigern, die den Teilchenstrahl für den LHC erzeugen, wurde im Juni 2014 wieder in Betrieb genommen. Beim LHC selber wurden zahlreiche Tests als Vorbereitung auf die für Anfang 2015 vorgesehene Wiederaufnahme der Teilchenstrahlen-Kollisionen durchgeführt. Ab diesem Zeitpunkt beginnt die zweite Periode des LHC-Betriebs, die drei Jahre dauern wird.

Paul Scherrer Institut (PSI): zwei neue Grossanlagen bis 2016

Das Paul Scherrer Institut (PSI) in Villigen (AG) gehört zu den grössten Forschungszentren der Schweiz. Es betreibt grosse Beschleunigeranlagen wie die Protonen-Ringbeschleunigeranlage mit den dazugehörigen Strahllinien und Experimenten (u.a. die Spallations-Neutronenquelle SINQ), den medizinischen Protonenbeschleuniger COMET oder die Swiss Light Source (SLS). Das BAG überprüft im Rahmen seiner Aufsichtstätigkeit, dass die Grenzwerte für ionisierende Strahlung am PSI eingehalten werden, um die Sicherheit der Bevölkerung, des Personals am PSI und der Umwelt zu garantieren. 2014 gab es keine Grenzwertüberschreitungen.

Zurzeit konstruiert das PSI zwei neue Grossanlagen: die neue Protonentherapieanlage «Gantry 3» sowie den Freie-Elektronen-Röntgenlaser «SwissFEL». Beide Anlagen nehmen den Betrieb voraussichtlich 2016 auf. Der SwissFEL wird extrem kurze und intensive Blitze aus Röntgenlicht in Laserqualität erzeugen und neuartige Einblicke in das Innere von Materialien erlauben.

Die Arbeiten am Gebäude des SwissFEL und insbesondere an seinen Abschirmungen liefen 2014 plangemäss, die zwei Beamdumps für die beiden Strahllinien sind bereits eingebaut. Das BAG hat die Baustelle 2014 mehrmals besucht und keine gravierenden Mängel festgestellt. Auch die Bauarbeiten an den Räumlichkeiten der Gantry 3 sind 2014 planmässig und ohne Zwischenfälle vorangeschritten.

2013 hat das Zentrum für Protonentherapie den Bau der neuen Protonentherapieanlage «Gantry 2» abgeschlossen. Der erste Patient wurde im November 2013 therapiert. Seit ihrer regulären Inbetriebnahme 2014 lief die Anlage ohne meldepflichtige Ereignisse.

Zwischen Dezember 2013 und Mai 2014 stand der Protonen-Ringbeschleuniger still, um die jährlichen Revisionsarbeiten in sonst nicht zugänglichen Bereichen durchführen zu können. Da für die Mitarbeitenden des PSI und externer Firmen während dieser Zeit jeweils die dosisintensivsten Arbeiten anfallen, hat das PSI vorgängig einen detaillierten Strahlenschutzplan verfasst, um die zu erledigenden Aufgaben zu optimieren. Das BAG hat diesen Strahlenschutzplan gutgeheissen und die Anlage während der Revision mehrmals inspiziert. Die Kollektivdosis für die 172 beteiligten Personen betrug 36.85 Personen-mSv und lag damit 30% unter dem erwarteten Wert. Während der Revision fielen gut 20 Tonnen Abfall an, davon liessen sich rund 19 Tonnen gemäss den gesetzlichen Bestimmungen freimessen und als inaktiv entsorgen. Weitere 470 kg radioaktiven Materials konnten zum Abklingen eingelagert werden.

Illegale und unbeabsichtigte Ein- und Ausfahren radioaktiver Stoffe

Erfolgreicher Praxistest des mobilen Messportals

Funde von radioaktiv kontaminiertem Edelstahl sowie Einfuhren kontaminierter Container nach dem Reaktorunfall in Fukushima haben gezeigt, dass der Warenverkehr auf mögliche illegale und unbeabsichtigte Ein-/Ausfahren radioaktiver Stoffe überwacht werden muss. Das BAG hat dafür ein mobiles Messportal beschafft, um den Warenverkehr ereignisorientiert oder stichprobenmässig kontrollieren zu können. Durch das Messportal, das sich in zwei Stunden an einer Zollstelle oder einem Schwerverkehrskontrollzentrum aufbauen lässt, passieren Fahrzeuge mit einer Geschwindigkeit von bis zu 15 km/h. Wird dabei die Alarmschwelle für Radioaktivität überschritten, muss das Fahrzeug anhalten, um die Strahlenquelle mit einem empfindlichen Dosisleistungsmessgerät lokalisieren und ihr Radionuklid spektrometrisch identifizieren zu können.

Um die Praxistauglichkeit des Messportals sowie das Vorgehen beim Überschreiten der Alarmwerte zu testen, hat das BAG zusammen mit dem PSI und der Suva am Schwerverkehrszentrum Erstfeld während einer Woche über 5500 nach Süden fahrenden Lastwagen auf illegale radioaktive Stoffe überprüft. Bei 44 Fahrzeugen, bei denen das Messportal eine erhöhte Strahlung mass, konnte die Strahlenquelle lokalisiert, das Radionuklid identifiziert und Frachtpapiere überprüft werden. Alle Fahrzeuge transportierten Waren, die bekannte und zulässige natürliche radioaktive Stoffe enthielten (Dünger, Baumaterialien, Dämmstoffe, Chemikalien). Die Fahrzeuge konnten deshalb ihre Fahrt nach ca. 15 Min. fortsetzen. Der Test hat gezeigt, dass das Messportal schwache, natürliche radioaktive Stoffe detektiert. Daraus lässt sich schliessen, dass es auch gefährliche, illegal oder unbeabsichtigt beförderte Strahlenquellen aufspüren kann.

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



Abb.6: Testlauf am Messportal: Messung eines Lastwagens auf illegale radioaktive Stoffe



Abb.7: Auswertung am Monitor

Forschung in der Radiopharmazie

Wie lässt sich Krebs früher erkennen? Wie kann Krebs lokal bestrahlt werden, ohne das restliche Gewebe zu stark in Mitleidenschaft zu ziehen? Solchen Fragen geht das Zentrum für Radiopharmazeutische Wissenschaften (ZRW) nach, das von Paul Scherrer Institut, ETH Zürich und Universitätsspital Zürich getragen wird. Die drei Institutionen teilen sich die Arbeit auf: Das ZRW entwickelt die Radiopharmazeutika, PSI und ETH stellen sie her und testen sie und das Universitätsspital setzt sie am Ende in Studien ein. Am Beispiel eines mit Folat verbundenen Tracers wird nachfolgend geschildert, wie das ZRW ein Radiopharmazeutikum für die Frühdiagnose von Eierstock- oder Lungenkrebs entwickelt.

In weisse Overalls eingepackt arbeiten die Forschenden des ZRW am Paul Scherrer Institut an so genannten «Heiss-Zellen». Diese mit Blei und Bleiglas ummantelten Arbeitsbereiche erlauben es – vor Strahlung gut geschützt und unter aseptischen Bedingungen – neue Medikamente für die therapeutische und diagnostische Nuklearmedizin zu entwickeln.



Abb.8: Ein Forscher der ETH Zürich bereitet im Reinluft-Labor das Synthesemodul für die Herstellung neuer Radiopharmaka vor, welches sich innerhalb einer verbleiten Heiss-Zelle befindet

Das Beispiel eines mit Folat verbundenen Tracers zeigt, wie das ZRW ein Radiopharmazeutikum für die Frühdiagnose von Eierstock- oder Lungenkrebs entwickelt. Um eine Krebszelle überhaupt erkennen zu können, müssen die Forschenden als erstes die Frage beantworten, wie sie sich metabolisch von einer gesunden Zelle unterscheidet. Ein gutes Unterscheidungsmerkmal in unserem Beispiel ist der so genannte Folatrezeptor, ein Protein, das auf der Oberfläche von Krebszellen viel häufiger vorkommt. Gesucht ist nun ein Molekül, das an diesen Folatrezeptor andocken bzw. ihn speziell markieren kann. Ein mögliches Molekül stellt die Folsäure dar. Die Forscher wollen deshalb herausfinden, wie gut und spezifisch sich die Folsäure an die Krebszellen bindet. Diese Tests werden üblicherweise noch ohne radioaktiven Tracer durchgeführt. Bei Eignung wird die Folsäure mit dem Tracer bestückt, um so die Krebszellen direkt ansteuern und «sichtbar» machen zu können. In unserem Beispiel handelt es sich beim Tracer um das radioaktive Fluor-18 (F-18), das den grössten Anteil der in der PET-CT-Diagnostik eingesetzten Tracer ausmacht.

Es stammt aus dem eigenen Teilchenbeschleuniger (Zyklotron) der ETH Zürich, der sich hinter dicken Strahlenschutzmauern befindet. Um Personal und Umwelt zu schützen, gelten ab diesem Stadium auch die vom BAG veranlassenen Strahlenschutzmassnahmen. So muss die Synthese des Radiopharmazeutikums in den Heisszellen stattfinden. Das Personal muss Ganzkörperdosimeter und auch Ringdosimeter tragen, da die Hände beim Hantieren mit den radioaktiven Substanzen am stärksten belastet sind. Die Dosimeter werden monatlich ausgewertet, um Massnahmen ergreifen zu können, falls ein Grenzwert überschritten wird.

Der nächste Schritt erfolgt im Tierversuch. Mäuse, die an implantierten Tumoren mit den zu detektierenden Tumorzellen leiden, erhalten das Radiopharmakon gespritzt. Kleinformatige PET-CT-Geräte dienen dazu, dessen Verteilung und Aktivität im Körper der Maus zu detektieren. Im Idealfall würde seine ganze Aktivität in die Tumorzellen fließen. Da dies noch nicht möglich ist, setzen sich die Forschenden momentan das Ziel, dass nicht zu viel Aktivität die falschen Organe erreicht, um gesundes Gewebe nicht unnötig zu bestrahlen. Im konkreten Beispiel wurde bei ersten Tests die Aktivität des Radiopharmakons nicht nur im Tumor, sondern auch übermässig im Magen-Darm-Trakt der Mäuse detektiert. Basierend auf diesen Resultaten und weiteren Tests wurde das Trägermolekül chemisch verändert, um die gewünschte Verteilung des Radiopharmakon im Körper zu erhalten und einen guten Kontrast zwischen gesundem und krankem Gewebe zu erzielen.

Eine externe Firma prüft anschliessend die Toxizität des neuen Radiopharmakons, bevor es erstmals im Universitätsspital an Studienprobanden angewendet wird. Hier kommt wieder das BAG ins Spiel, das überprüft, wie stark das zu behandelnde Organ (sog. Organdosis) beziehungsweise der ganze Körper (sog. effektive Dosis) während der Untersuchung mit Radioaktivität belastet sein werden. Das Universitätsspital arbeitet dabei mit anderen Spitälern zusammen, um verschiedene Aspekte des neuen Radiopharmakons zu studieren und die Probandenzahl zu erhöhen.

Nach diesem so genannten Phase-1-Test muss das Radiopharmakon in Phase-2- und Phase-3-Tests an einer grösseren Anzahl Probanden ausgetestet werden. Diese Tests laufen bei

Radiopharmazeutika erlauben es, mit geeigneten Scannern die Physiologie und den Metabolismus des Menschen abzubilden. Sie bestehen aus einem Trägermolekül, das mit einem so genannten Tracer, einem Radionuklid, verbunden ist. Auf Grund ihrer Charakteristik reichern sich diese Moleküle in den zu untersuchenden Körperregionen oder Organen an. Ihre Strahlung, die mit sogenannten PET-CT- oder SPECT-CT-Geräten detektiert wird, erlaubt es, beispielsweise Tumore und insbesondere auch kleine Metastasen genau zu lokalisieren.

Pharmafirmen, die an den Forschungsergebnissen des ZRW interessiert sind. Für die eigentliche Marktzulassung, die 5 bis 10 Jahre nach Projektstart erfolgt, müssen Swissmedic und die Fachkommission für Radiopharmazeutika zustimmen, die sich auch auf die Meinung des BAG abstützen. Das ZRW erforscht neben Krebs auch andere Krankheiten wie beispielsweise amyotrophe Lateralsklerose, bei der Entzündungsherde mit neuen Tracern detektiert werden sollen.

Insgesamt deuten die heutigen Trends in Richtung Anwendung langlebigerer Tracer, die allerdings nicht unbedingt heutigen Strahlenschutzprinzipien entsprechen. Sie haben den Nachteil, dass sie eine grössere effektive Dosis verursachen, falls die behandelten Personen sie nicht genügend schnell ausscheiden können. Ihre längeren Lebensdauern bieten aber auch den Vorteil, die Radiopharmazeutika in weiter entfernte Spitälern zu transportieren und somit dezentral spezifische nuklearmedizinische Untersuchungen anbieten zu können.

Radiologische Ereignisse

Das BAG hat den Auftrag, die Bevölkerung, insbesondere auch Patientinnen und Patienten und beruflich strahlenexponiertes Personal, sowie die Umwelt vor ionisierender Strahlung zu schützen. Kommt es trotz den Vorsichts- und Schutzmassnahmen zu meldepflichtigen Ereignissen mit ionisierender Strahlung oder tauchen radiologische Altlasten auf, werden diese durch das BAG untersucht und bewertet.

Jedes meldepflichtige Ereignis mit ionisierender Strahlung wird vom BAG sorgfältig analysiert. Das BAG evaluiert insbesondere die möglichen Folgen, prüft die vorgeschlagenen Korrekturmassnahmen und entscheidet über die Durchführung einer Inspektion vor Ort. Wenn die Schwere des Ereignisses es rechtfertigt, wird die Öffentlichkeit informiert.

2014 betrafen vier meldepflichtige Ereignisse Patientinnen und Patienten bei Anwendungen in der Radiotherapie. Es handelte sich dabei ausschliesslich um Fehlbestrahlungen. Das BAG hat die Ereignisse in den betroffenen Spitälern untersucht und Massnahmen angeordnet. Im Bereich Nuklearmedizin gab es zwei Meldungen von Überdosierungen bei der Injektion von Radiopharmazeutika für Diagnosezwecke (F-18 FDG). Nach diesen zwei Ereignissen wurden technische und organisatorische Massnahmen ergriffen.

Betreffend beruflich strahlenexponierte Personen wurden dem BAG 2014 drei Ereignisse mit Grenzwertüberschreitungen gemeldet. Nach Auswertung sämtlicher Fakten handelt es sich lediglich in einen Fall um eine echte Personendosis, nämlich die Strahlenexposition eines Röntgentechnikers (vgl. Kurzbericht unten). In den anderen beiden Fällen kann eindeutig nachgewiesen werden, dass das Dosimeter bei der Patientenumlagerung auf den Untersuchungstisch gefallen und die registrierte Dosis so entstanden ist. Die detaillierten Ergebnisse werden im Sommer 2015 im Dosimetriebericht des BAG publiziert.

Zu den Ereignissen, die Auswirkungen auf die Bevölkerung bzw. die Umwelt haben können, gehören z.B. die Meldung von radioaktiven Altlasten auf Deponien, der Verlust von Quellen oder die unkontrollierte Abgabe radioaktiver

Abfälle bzw. Abwässer über die Kanalisation, z.B. aus der Nuklearmedizin, sowie weitere technische Störfälle. Die Radiumfunde auf der Deponie Lischenweg in Biel waren 2014 das bedeutendste Ereignis mit weit reichenden Folgen für die kommenden Jahre (vgl. Kurzbericht «Radiumfunde Deponie Lischenweg Biel», S. 19, und Reportage «Radium-Leuchtfarbe: schweres Vermächtnis der Vergangenheit», S. 20 sowie den Artikel «Altdeponie Lischenweg in Biel», S. 22). Ein weiteres Ereignis wurde aus dem Kantonslabor Basel-Stadt gemeldet: Im



Abb.9: Radioaktivitäts-Messungen vor Ort beim Abtransport des Deponie-Gutes

Waschwasser der Abgase einer Kehrichtverbrennungsanlage (KVA) von Basel wurden im Juni, August und September 2014 hohe Werte von I-131 und Tritium gemessen. Die erreichten Werte deuten darauf hin, dass radioaktive Abfälle in nicht-vorschriftsgemässer Weise entsorgt wurden. Die SUVA und das BAG ermitteln noch zu diesen Vorfällen. Die Folgen für Mensch und Umwelt waren allerdings vernachlässigbar.

Drei relevante Ereignisse aus dem Jahr 2014 sind in den nachfolgenden Kurzberichten beschrieben:

Radiumfunde Deponie Lischenweg Biel

Im Jahr 2014 haben Bauarbeiter bei der Bieler Autobahn A-5-Baustelle auf der ehemaligen Deponie Lischenweg radioaktive Leuchtfarbe gefunden, welche die Uhrenindustrie bis in die 60er-Jahre verwendet und entsorgt hat.

Um diese radiumhaltigen Altlasten erkennen und sicherstellen zu können, verordneten das BAG und die Suva ein Mess- und Triagekonzept. Es sieht vor, dass das Personal beim Aushub und vor dem Abtransport des Deponiegutes Radioaktivitäts-Messungen vor Ort durchführt und radioaktives Material gegebenenfalls aussortiert. Die SUVA überwacht und dosimetriert das dabei potenziell strahlenexponierte Personal. Zeigen die Messungen stark erhöhte Radioaktivität, kommen auch Strahlenschutzexperten der Suva und des BAG zum Zug, um die radioaktive Leuchtfarbe zu beurteilen und sicherzustellen. Sie wird später als radioaktiver Abfall im Bundeszwischenlager in Würenlingen entsorgt.

Technische Störfälle beim Betrieb von I-131 Abklingtankeinrichtungen

Kontaminiertes Abwasser von Therapieeinrichtungen, die Patienten mit Jod-131 an der Schilddrüse behandeln, wird nicht direkt in die Kanalisation geleitet, sondern in speziell konzipierten Tankanlagen solange zwischengelagert, bis seine Radioaktivität auf das Niveau der Immissionsgrenzwerte abgeklungen ist.

Im Berichtsjahr hat eine defekte WC-Spülung in einem Spital einen Tank über Nacht vollständig gefüllt und ein Leck verursacht, aus dem 1500 Liter radioaktiv kontaminiertes Abwasser in ein Auffangbecken ausliefen. Das ausgelaufene Abwasser wurde am kommenden Morgen entdeckt und von der Feuerwehr in leere Tanks gepumpt. Auf Grund seiner beschränkten Aktivität konnte das verbleibende Abwasser im leeren Tank mit Zustimmung des BAG in die Kanalisation geleitet werden. Nachträgliche Jod-131-

Messungen im Faulschlamm der angeschlossenen Kläranlage haben gezeigt, dass die Immissionsgrenzwerte trotz dieser unplanmässigen Abwasserabgabe eingehalten waren. Das BAG wird auf Grund des Störfallberichtes Massnahmen verlangen, um solche Störfälle zu vermeiden.

Ein anderes Spital führte eine Jod-131-Therapie durch, ohne das radioaktive Abwasser aus dem Patientenzimmer (Dusche, WC) in den Abklingtank zu leiten. Der Vorfall wurde nach zwei Tagen entdeckt. Während dieser Zeit floss die ausgeschiedene Radioaktivität des Patienten direkt ins normale Abwasser, so dass die für die Therapiestation bewilligte wöchentliche Abgabeaktivität überschritten wurde. Um diese Überschreitung zu kompensieren, wurde in der Folgezeit das radioaktive Abwasser der Therapiestation länger in den Tanks gelagert, um so auf tiefere Werte abzuklingen. Um ähnliche Störfälle zu vermeiden, startet das Spital die Jod-131-Kapsel künftig erst dann, wenn die Öffnung der Abklinganlage schriftlich bestätigt ist.

Strahlenexposition eines Röntgentechnikers während der Reparatur einer Durchleuchtungsanlage

Während Reparaturarbeiten an einer Durchleuchtungsanlage schob ein Röntgentechniker eine mobile Bleiwand auf das Bodenpedal der Anlage und schaltete diese dadurch unbeabsichtigt ein. Die obere Körperhälfte des Technikers wurde daraufhin während rund fünf Minuten bis zur Alarmauslösung bestrahlt. Der Techniker trug während der Exposition eine Bleischürze, jedoch kein Dosimeter. Zwei Stunden später bemerkte der Techniker Erytheme im Gesicht, am Hals und an weiteren Körperstellen, die durch die Bleischürze nicht geschützt waren. Er meldete den Unfall am nächsten Tag den zuständigen Behörden, die ihn daraufhin in einer spezialisierten Spitalabteilung hospitalisierten. Die zu diesem Zeitpunkt verfügbaren Informationen deuteten auf eine hohe Ganzkörperdosis hin, was die engmaschige nachträgliche Kontrolle des Blutbildes aber nicht bestätigt hat. Das Hauterythem verschwand nach wenigen Tagen. Das BAG stellte den Vorfall an der Anlage mit einem Phantom nach, dabei konnte die Ganzkörperdosis des Technikers auf 5 mSv, die Hautdosis auf 200 mSv und die Extremitätendosis auf 700 mSv geschätzt werden, wobei letztere den Jahreshgrenzwert von 500 mSv überschritt.

Radium-Leuchtfarbe: schweres Vermächtnis der Vergangenheit

Nach der Entdeckung von Radium in der Altdeponie Lischenweg-Biel veröffentlichte die Sonntagspresse im Juni 2014 die Adressen von 85 ehemaligen Uhrenateliers, wo früher mit Radium-Leuchtfarbe gearbeitet wurde. Recherchen im Bundesarchiv hatten zu dieser Adressliste geführt. Infolge der Pressemeldungen hat das BAG eine Taskforce eingesetzt, die in den betroffenen Liegenschaften diagnostische Radium-Messungen durchführt. Ein Aktionsplan, der die Problematik des Radium-Erbes definitiv regelt, wird gegenwärtig ausgearbeitet.

Foto: Keystone



Abb. 10: Uhrenatelier in den 1950ern in Mont Lucelle, damals Kanton Bern

Radiumfarbe wurde bis in die 60er Jahre verwendet, um Zeiger und Zifferblätter auf Uhren zum Leuchten zu bringen. Viele Bewohner der Jura-Region, insbesondere Familienfrauen, betrieben solche Radium-Setzateliers in Heimarbeit. Der Einsatz von Radiumfarbe nahm mit dem Inkrafttreten der ersten Strahlenschutzverordnung nach 1963 stark ab. Marktregeln sowie die Möglichkeit, das deutlich weniger radiotoxische Tritium zu gebrauchen, haben dazu geführt, dass Radium nach und nach gar nicht mehr benutzt wurde. In den meisten der ehemaligen Radium-Uhrenateliers fand nach der Schliessung keine systematische Kontrolle statt. Infolge der Veröffentlichung der Adressliste

ehemaliger Standorte in der Sonntagspresse setzte das BAG eine Taskforce für diagnostische Radium-Messungen in den betroffenen Liegenschaften ein. Drei Teams führen die Messungen durch und wenden dabei ein von der Eidgenössischen Kommission für Strahlenschutz und Überwachung der Radioaktivität (KSR) validiertes Protokoll an. Dieses Protokoll erfordert ein lückenloses Scannen der Räumlichkeiten und der Aussenflächen der Parzelle, um alle Radium-Restkontaminationen nachzuweisen.

Beispiel einer Radiumuntersuchung in Biel

Wir haben Fabio Barazza und Thomas Flury, zwei Mitarbeiter der Abteilung Strahlenschutz des BAG, bei den Messungen in einem Bieler Mietshaus begleitet. Gemäss einem Bericht des Eidgenössischen Fabrikinspektorats aus dem Jahr 1957 hatte damals eine Heimarbeiterin an dieser Adresse Radiumfarbe verwendet.

Die beiden Experten halten sich lange in einem Raum im dritten Stock des Gebäudes auf. Das Protokoll schreibt vor, dass der Wert für die Dosisleistung Meter für Meter genau gemessen wird, falls der Grenzwert von 100 Nanosievert pro Stunde für die Dosisleistung das Hintergrundrauschen überschreitet. Auf dem alten Parkett liegt ein relativ neuer Laminatboden. «Es sind einzig einige Latten des alten Parketts offensichtlich kontaminiert. Das Problem wird sich einfach lösen lassen, indem die Latten entfernt werden», erklärt Fabio Barazza (Abb. 11). Im selben Raum wurden weitere Radium-Spuren

auf der Türschwelle nachgewiesen. Thomas Flury stellt einen Wischtest her (Abb. 12), der im Labor analysiert werden soll. «Wir müssen sicherstellen, dass die Bewohner kein Radium aufnehmen», bemerkt er, «der gegenwärtige Mieter nutzt den Raum nur als Abstellkammer, zukünftige Mieter könnten ihn aber durchaus als Kinderzimmer verwenden.»

F. Barazza und Th. Flury beginnen nun mit der Kontrolle des zweiten Stocks, wo sich zwei Wohnungen befinden. Die beiden Mieter sind abwesend und nur einer hat seinen Schlüssel beim Hauswart hinterlegt. Aufgrund der Messungen in der rechten Wohnung entdecken die beiden Experten mit Erstaunen, dass eine andere, vom Eidgenössischen Fabrikinspektorat nicht erfasste Person in diesem Gebäude mit Radiumfarbe gearbeitet haben muss. Um die Quelle genau zu lokalisieren, wird ein weiterer Besuch unumgänglich sein, um auch die linke, heute nicht zugängliche Wohnung zu kontrollieren.

Künftiger «Aktionsplan Radium»

Schätzungen aufgrund spontaner Meldungen von Privatpersonen und Nachforschungen der Suva haben ergeben, dass in der Schweiz in der Vergangenheit in rund 500 Gebäuden mit radiumhaltiger Leuchtfarbe gearbeitet wurde. Zur definitiven Bewältigung dieses Radium-Erbes hat das BAG einen Aktionsplan für den Zeitraum 2015–2019 ausgearbeitet, den es demnächst dem Bundesrat vorlegen wird. Wichtigstes Anliegen ist es, die Wohnbarkeit der betroffenen Gebäude sicherzustellen, indem die Strahlenbelastung durch Radium-Rückstände reduziert wird, falls die Jahresdosis über dem Grenzwert von 1 mSv/Jahr liegt. Der Aktionsplan soll auch den Schutz der Arbeitnehmenden und der Umwelt vor Risiken im Zusammenhang mit kontaminierten Abfällen gewährleisten. Vorgesehen sind die Prüfung von potenziell mit Radium kontaminierten Standorten, Radium-Messungen in den Gebäuden, die Evaluation der daraus resultierenden jährlichen Strahlenbelastung der Bewohnenden und – bei einer Überschreitung des Grenzwerts – eine Sanierung. Ein gesonderter Bestandteil des Aktionsplans umfasst die Überwachung potenziell kontaminierter Abfälle.

Stadt Biel besonders stark betroffen

Das BAG hat entschieden, in Biel mit dem Radium-Diagnostik-Programm zu starten, da sich 28 Gebäude der Adressliste dort befinden. Zwischen September und Dezember 2014 wurden zwanzig Gebäude untersucht. In der Hälfte der Fälle konnten mit den Messinstrumenten Spuren einer Radiumkontamination gemessen werden. Eine genauere Prüfung der Dosis ist jedoch nur bei sechs Gebäuden erforderlich, zu denen auch das oben beschriebene gehört.

Die Messergebnisse werden darauf mit verschiedenen Szenarien für die Aufenthaltszeiten in Relation gesetzt: So erfolgt die Prüfung der Dosis. Auf Grundlage dieser Schlussfolgerungen wird saniert, wenn der Wert von 1 Millisievert pro Jahr (mSv/Jahr) überschritten wird – dieser Wert entspricht dem für die Schweizer Bevölkerung geltenden zulässigen Grenzwert für die Jahresdosis bei Expositionen gegenüber künstlichen Strahlenquellen.

Anfang 2015 müssen weitere fünf Gebäude in Biel kontrolliert werden. Bei drei abgerissenen Gebäuden sieht das BAG Messungen der Parzellen vor, da es in der Vergangenheit leider Usus war, kontaminierte Objekte einfach im Garten zu vergraben. Das Radium-Diagnostik-Programm wird zunächst in La Chaux-de-Fonds fortgesetzt, anschliessend in den übrigen Gemeinden des Juras.



Abb. 11: Messung der Dosisleistung



Abb. 12: Wischtest für die Laboranalyse

Überwachung der Umwelt

2014 hat das BAG ein Messprogramm in der Altdeponie Lischenweg, Biel umgesetzt, nachdem bei den Bauarbeiten für die A5 mit Radium kontaminierte Abfälle entdeckt worden waren. Aufgrund dieser Messungen liessen sich Gesundheitsrisiken für die Anwohner dieser Zone ausschliessen. Im Rahmen des Projekts URAnet wurden drei neue Messstationen mit Wassersonden in Betrieb genommen. Abgesehen von einigen im Tessin konfiszierten Wildschweinen hat man keine weiteren Überschreitungen der gesetzlich festgelegten Grenzwerte festgestellt.

Altdeponie Lischenweg in Biel

2014 hat das BAG eine Kampagne mit Radioaktivitätsmessungen am Standort der Altdeponie Lischenweg in Biel umgesetzt. Dieses Vorgehen wurde gewählt, nachdem bei den Bauarbeiten für die A5 im nicht erschlossenen Bereich des Standorts Rückstände von Radium-Farbe festgestellt worden waren. Radiumleuchtfarbe fand früher in der Uhrenindustrie Verwendung (vgl. Seite 20 dieses Berichts). Da auf einem Teil der Fläche der Altdeponie Lischenweg später Wohngebäude errichtet worden sind, leitete das BAG nach den Radium-Funden eine Messkampagne ein, um sicherzustellen, dass die Bewohnerinnen und Bewohner keinem Gesundheitsrisiko ausgesetzt sind. Die Messung der Radioaktivität in diesem Wohnbereich durch die Experten des BAG erfolgte mit In-situ-Gammaspektroskopie. An sechs Stellen entsprachen die gemessenen Radium-226-Werte der natürlichen Radioaktivität im Boden. In einem Bereich ermittelten

die Experten eine zusätzliche Radioaktivität aufgrund einer künstlichen Radium-226-Quelle. Die Strahlungsdosis, die zwischen 5 und 9 Nanosievert pro Stunde betrug, stellt jedoch kein Gesundheitsrisiko dar, auch nicht für länger dort verweilende Personen. Tatsächlich entspricht der gemessene Wert nicht einmal 10 % der natürlichen Radioaktivität an dieser Stelle. Ausserdem wurden Radium-226-Messungen im Sickerwasser vorgenommen. Bei vier von zehn Proben ergab die Laboranalyse Spuren von Radioaktivität, die vermutlich auf Rückstände von Radium-226 zurückzuführen sind. Die betreffenden Werte lagen jedoch unter dem Grenzwert für Radium-226, der in der Fremd- und Inhaltsstoffverordnung (FIV) für Trinkwasser bei 1000 mBq/l festgelegt ist. Obwohl dieser Grenzwert nicht für Abwasser gilt, zeigt er, dass keine Gefahr im Zusammenhang mit Radium-226 im Trinkwasser besteht, selbst wenn das Sickerwasser ins Grundwasser gelangt. Im Übrigen

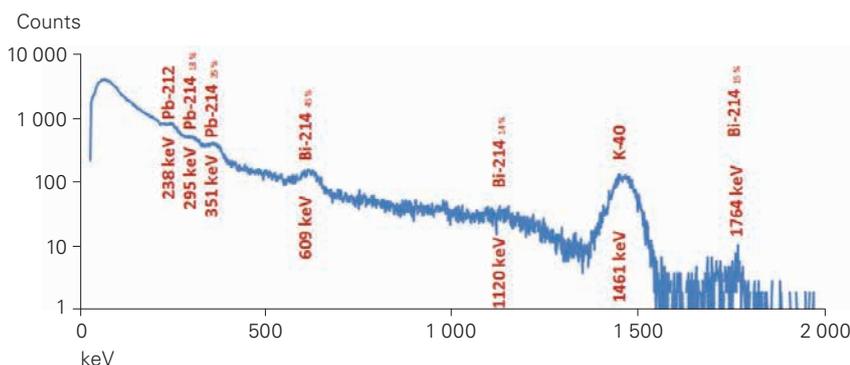


Abb. 13: Beispiel eines Spektrums mit gemessenen Radionukliden und Wassersonde «sara»

wird das Grundwasser im Bereich der Altdeponie Lischenweg nicht für die Trinkwasserversorgung genutzt.

Insgesamt zeigen diese Ergebnisse, dass für die Einwohnerinnen und Einwohner des Quartiers kein Gesundheitsrisiko wegen mit Radium kontaminierten Abfällen im nicht geöffneten Teil der Deponie besteht. Falls im bebauten Teil der Deponie in Zukunft jedoch Arbeiten ausgeführt werden sollten, wäre es angebracht, ein Programm zur Überwachung der Radioaktivität vor und während der Durchführung umzusetzen. Die Berichte zu den Messungen finden sich auf der Website des BAG.

URAnet – neues automatisches Messnetz

Das BAG betreibt ein Messnetz zur automatischen und kontinuierlichen Überwachung der Luft im Hinblick auf radioaktive Emissionen (RADAIR). Im Mai 2013 hat der Bundesrat entschieden, dass dieses Messnetz erneuert und auf die kontinuierliche Überwachung von Flusswasser ausgedehnt werden soll. Es ist geplant, Sonden in der Aare und im Rhein, insbesondere flussabwärts nach allen Schweizer Kernkraftwerken sowie in Basel zu installieren. Die Stadt Biel deckt 70 % ihres Trinkwasserbedarfs aus dem Bielersee. Das gesamte Trinkwasser der Stadt Basel stammt dagegen aus dem Rhein. Deshalb ist es wichtig, dass die Trinkwasserversorger selbst im Falle einer nur leichten Kontamination des Wassers schnell alarmiert werden, damit sie die Pumpen präventiv abschalten können, um eine Kontamination ihrer Anlagen zu verhindern. 2014 wurden drei neue Messstationen installiert, womit nun vier Wassersonden in Betrieb sind (in Niederried, Aarau, Laufenburg und Basel. Abbildung 13 zeigt die Wassersonde «sara» in Basel sowie ein Beispiel des Spektrums mit den gemessenen Radionukliden im Wasser. Die letzte Sonde wird 2015 installiert. Die Aerosolsonden sollen 2016 und 2017 ersetzt werden.

Wichtigste Ergebnisse der Überwachung

Die Messergebnisse aus der Umweltüberwachung zeigen, dass die natürliche Radioaktivität in der Schweiz überwiegt. Allerdings bestehen hauptsächlich aufgrund der Geologie regionale Abweichungen. Auch bei der künstlich erzeugten Radioaktivität gibt es regionale Unterschiede. In den Alpen und Südalpen sind beispielsweise die Werte von Cäsium-137 und Strontium-90 immer noch etwas höher als im Mittel-

land. Obwohl die Cäsium-137-Konzentrationen, die hauptsächlich vom Unfall in Tschernobyl stammen, seit 1986 stetig abnehmen, überschreiten sie in bestimmten Nahrungsmitteln noch immer die Toleranzwerte (z.B. Wildpilze, Honig oder Heidelbeeren). Das Tessin führte 2014 die systematischen Kontrollen bei erlegten Wildschweinen fort. Dabei wurden mehrere Überschreitungen des Grenzwerts für Cäsium-137 festgestellt (1250 Bq/kg, vgl. Fremd- und Inhaltsstoffverordnung).

Die 2014 durchgeführten Messungen bei Kernkraftwerken und Forschungszentren ergaben mit den Vorjahren vergleichbare Werte. Dank sehr empfindlicher Methoden liessen sich Spuren von Luftemissionen nachweisen, zum Beispiel erhöhte Kohlenstoff-14-Werte in Blättern (in der Umgebung des Kernkraftwerks Leibstadt: maximale Erhöhung in der Grössenordnung von zehn Promille gegenüber der Referenzstation). In den Flüssen wurden gelegentlich Spuren flüssiger Abgaben im Wasser und in den Sedimenten nachgewiesen, insbesondere Cobalt-Isotope flussabwärts des Kernkraftwerks Mühleberg. Im März 2014 zeigten die Plutonium-Messungen in Flusswasserproben aus Aare und Rhein unübliche Werte, jedoch ohne Gefahr. Nach der Revision des Kernkraftwerks Gösgen im Juni 2014 hat man in der Aare leicht erhöhte Tritium-Werte bis zu 16 Bq/l gemessen. Im Rhein blieben die Tritium-Konzentrationen unter 6 Bq/l. Insgesamt blieben die Abgaben, die zu erhöhten Werten künstlicher Radionuklide führten, deutlich unterhalb der erlaubten Werte. In der unmittelbaren Umgebung von Unternehmen jedoch, die Tritium verwenden, war klar eine Kontamination der Umwelt (Niederschläge, Lebensmittel) festzustellen. Die gemessenen Werte blieben allerdings deutlich unter den Grenzwerten (gemessene maximale Konzentration von 1070 Bq/l in den Niederschlägen bei Niederwangen, das heisst 9 % des Immissionsgrenzwerts für Tritium in den öffentlich zugänglichen Gewässern).

Die vollständigen Resultate werden im Bericht «Umweltradioaktivität und Strahlendosen in der Schweiz» publiziert, der auf der Website des BAG verfügbar ist.

Radioaktives Iod als Lebensretter

Das Berner Inselspital, das eine der modernsten Therapiestationen für Behandlungen von Schilddrüsenerkrankungen mit radioaktivem Iod betreibt, setzt die Strahlenschutzmassnahmen optimal um.

Von aussen verbreitet der terrakottafarbene und einladende Neubau im Areal des Berner Inselspitals keine Spitalatmosphäre. Das 2012 eröffnete Gebäude beherbergt die modernste nuklearmedizinische Therapiestation der Schweiz, in der hochdosierte radioaktive Medikamente eingesetzt werden. Michael Hentschel und Markus Fürstner, beides zuständige Medizinphysiker der Universitätsklinik für Nuklearmedizin, begleiten uns in eine kleine, abgeschottete und strahlende Welt. Bevor wir das Gebäude betreten, erklärt Michael Hentschel, dass auf der Station, die über sieben Patientenzimmer mit insgesamt zehn Betten verfügt, eine Reihe von nuklearmedizinischen Therapien zum Einsatz kommt. Im Vordergrund steht dabei radioaktives Iod-131, um Schilddrüsenkrebs und Schilddrüsenüberfunktionen zu behandeln. Dabei schlucken Patienten und Patientinnen das radioaktive Medikament, das anschliessend über den Blutstrom im ganzen Körper verteilt wird. Das Iod reichert sich in der Schilddrüse an, wo seine Strahlung entweder lokal Tumoren zerstört oder krankhaftes Gewebe bei Schilddrüsenüberfunktionen abbaut. Wegen der teilweisen hohen Strahlendosen erfolgt die Behandlung in einer so genannten kontrollierten Zone mit Zugangsbeschränkungen, was den normalen Spitalalltag erheblich beeinflusst.

Strahlenschutzmassnahmen im Therapiezimmer

Sobald Patientinnen und Patienten das Iod zu sich genommen haben, müssen sie sich für eine bestimmte Zeit in speziell abgeschirmten und grossräumigen Therapiezimmern aufhalten, um das Stationspersonal, andere unbeteiligte Personen wie auch die Umwelt vor zusätzlichen Strahlenbelastungen zu schützen. Die gesetzlichen Strahlenschutzbestimmungen regeln dabei, welche Vorsichtsmassnahmen und Einrichtungen zu diesem Zweck obligatorisch sind.

Diese Strahlenschutzmassnahmen sind bei der Berner Therapiestation bereits von Anfang an in die Planung eingeflossen: Wände und Böden enthalten Bleiplatten, um erhöhte Strahlung in Nebenräumen zu vermeiden. Die Raumluft mit leichtem Unterdruck sowie ein Schleusensystem zu den angrenzenden Räumen der Station haben zum Zweck, dass sich weder kontaminierte Abluft noch andere Kontaminationen verbreiten. Ein ausgeklügeltes Abwassersystem sammelt das gesamte radioaktiv belastete Abwasser der Station und lagert es solange in grossen Tanks, bis seine Radioaktivität auf ein ungefährliches Mass abgeklungen ist und es an die Kanalisation abgegeben werden kann. Gegenstände wie Bettwäsche, Handtücher, Essgeschirr, Speisereste und Abfälle, die mit den Patientinnen und Patienten in Kontakt waren, müssen ebenfalls solange zwischengelagert werden, bis die Kontamination durch den radioaktiven Zerfall des Iods auf das gesetzlich zulässige Mass abgeklungen ist. Mobile und schwenkbare Schutzwände aus Blei sowie geräumig ausgelegte Patientenzimmer sorgen für den notwendigen Schutz des Personals. Selbst die Badezimmer sind so konzipiert, dass sich möglichst wenig Radioaktivität festsetzen kann. Damit das speziell im Strahlenschutz ausgebildete Personal keine Kontaminationen aus den Patientenzimmern verschleppt, bewegt es sich innerhalb der Station nur in Über- und Handschuhen und Berufskleidung. Bevor es die kontrollierte Zone verlässt, überprüft es sich mit einem Hand-Fuss-Kontaminationsmonitor auf mögliche radioaktive Kontaminationen.

Isolationszeit für Patientinnen und Patienten

Die strengsten Massnahmen haben allerdings die Patientinnen und Patienten selber zu tragen: Sie werden je nach Behandlung zwischen 2 und 14 Tagen von der Aussenwelt isoliert und müssen während dieser Zeit komplett auf direkte Kontakte zu Familie und Freunden verzichten. Laut der stellvertretenden Oberärztin der Universitätsklinik für Nuklearmedizin bereitet dies den meisten Patientinnen und Patienten dank den vorhandenen modernen Kommunikationsmitteln allerdings wenig Mühe: «Situationen, bei denen wir beim BAG Ausnahmegenehmigungen für einen verkürzten Spitalaufenthalt oder eine engere Pflege beantragen müssen, sind sehr selten.» Patientinnen und Patienten würden vorgängig gut über den Spitalaufenthalt aufgeklärt, seien mehrheitlich selbstständig und hätten deshalb selten psychische Probleme während der Isolationszeit. Auch die reduzierten Kontakte zum Pflegepersonal und der eingeschränkte Zimmerservice würden kaum Mühe bereiten. Im Gegenteil, es entstünden neue Freiräume: «Wir hatten letzthin eine junge Patientin, die ihr Patientenzimmer in Kürze in ein Teenagerzimmer verwandelt hat.»

Optimierung der Strahlenbelastung

Das Inselspital bemüht sich nicht nur um einen vorbildlichen Schutz von Personal und Umgebung, sondern vor allem auch darum, dass Patientinnen und Patienten nur soweit wie medizinisch notwendig radioaktiv belastet werden. Laut der stellvertretenden Oberärztin konnte die Nuklearmedizin im Inselspital die eingesetzten Strahlendosen durch individuelle Therapieplanung in den letzten Jahren tendenziell reduzieren, ohne die Therapiewirkung einzuschränken. Auch hier kommt die Selbstverantwortung von Patientinnen und Patienten zum Tragen. Mit einem gewissen Stolz wird der Aufenthaltsraum der Therapiestation vorgeführt. Das Inselspital Bern ist momentan die einzige Therapiestation, die für sportliche Aktivitäten einen Hometrainer und ein Rudergerät in einer kontrollierten Zone anbietet. Patientinnen und Patienten, die dieses Angebot nutzen, nehmen mehr Flüssigkeit zu sich, aktivieren ihre Kreislauffunktionen, scheiden das radioaktive Iod deshalb schneller aus und können ihren Aufenthalt so aktiv verkürzen.

Neben der Sorge um ihre Krankheiten führt die Strahlung der radioaktiven Medikamente bei Patientinnen und Patienten zu zusätzlichen Unsicherheiten und teilweise auch Ängsten. Die neue Therapiestation im Inselspital hat die daraus entstehenden Bedürfnisse von Patientinnen und Patienten wie auch die erforderlichen Strahlenschutzmassnahmen optimal unter einen Hut gebracht. Resultat ist eine helle, geräumige Einrichtung auf dem neusten Stand des Strahlenschutzes, die Patientinnen und Patienten trotz strahlenschutzspezifischer Pflege eine freundliche Atmosphäre bietet.



Abb. 14: Aufenthaltsraum für Patientinnen und Patienten in kontrollierter Zone

Aktionsplan Radon 2012–2020

Der Bundesrat hat den Aktionsplan Radon 2012–2020 gutgeheissen, mit dem die neuesten Erkenntnisse und die neuen internationalen Standards in der Schweiz berücksichtigt werden sollen. In der laufenden Revision der Strahlenschutzverordnung (StSV) ist vorgesehen, den Grenzwert von 1000 Becquerel pro Kubikmeter (Bq/m^3) durch einen Referenzwert von $300 \text{ Bq}/\text{m}^3$ für Wohn- und Aufenthaltsräume zu ersetzen. Deshalb können künftig von den Massnahmen sämtliche Regionen der Schweiz betroffen sein. Um die Zahl der durch Radon verursachten Lungenkrebserkrankungen kontinuierlich und nachhaltig senken zu können, ist es entscheidend, Synergien mit bestehenden Programmen und Strukturen zu nutzen. 2014 hat das BAG auf dieses Ziel hin gearbeitet.

Tagung zu Radon: Unterschätztes Risiko im Wohnraum

Die Krebsliga Schweiz und das BAG haben in Partnerschaft mit dem Schweizerischen Ingenieur- und Architektenverein (SIA) am 4. Dezember 2014 in Bern eine Tagung zum Thema Radon organisiert. Fast 200 Fachpersonen aus den Bereichen Bau, Medizin und öffentliche Gesundheit sowie Behördenvertreter nahmen daran teil. Die Vielfalt der Teilnehmenden illustriert, wie interdisziplinär die Radonproblematik ist.

Die Veranstaltung umfasste ein breites Themenspektrum von der Medizin und der Epidemiologie bis zur Revision der Strahlenschutzverordnung (StSV) und der SIA-Norm 180 bis zu baulichen Aspekten des Radonschutzes. Ein besserer Radonschutz und die laufenden Entwicklungen auf gesetzlicher und baulicher Ebene wurden von sämtlichen Fachleuten begrüsst. Kontrovers diskutiert wurden die Kosten: Wie teuer darf der Schutz vor Radon sein? Prof. Dr. med. Jakob Passweg, Präsident der Krebsliga Schweiz, brachte es in der Schlussdiskussion auf den Punkt: Jedes Krebs-Schicksal ist eines zu viel. Für eine wirkungsvolle Krebsprävention ist es nun von grosser Bedeutung, dass die neuen Richtlinien in der Praxis umgesetzt werden. Eine zentrale Rolle spielen dabei die Baubranche und die kantonalen Behörden. Der Bericht und die Vorträge dieser Tagung stehen unter www.krebsliga.ch zur Verfügung. Ausserdem ist ein Artikel zu dieser Tagung in der Fachzeitschrift Tec21 des SIA erschienen (Referenz: Gandolla M., Krebsprävention beim Bauen, Gesundheitsgefahr Radongas, Tec21 46/2014).



Abb. 15: Podiumsdiskussion an der Krebstagung über Radon, von links nach rechts: S. Cadosch (SIA), T. Ammann (Hauseigentümerverband), R. Charrière (BAG), J. Passweg (Krebsliga Schweiz), K. Seiler (Kanton Schaffhausen) und M. Gandolla (Universität der italienischen Schweiz)

Lösung in den Händen der Baufachleute

Der neue Entwurf der StSV sieht vor, dass die verantwortlichen kantonalen Behörden die Bauherrschaft im Rahmen des Bewilligungsverfahrens für Neubauten und Renovationen auf die Anforderungen der StSV und auf bestehende präventive Bautechniken zum Schutz vor Radon aufmerksam machen. Die SIA-Norm 180 «Wärmeschutz, Feuchtschutz und Raumklima in Gebäuden» wurde in den letzten Jahren umfassend revidiert. Die neue Fassung ist seit Juli 2014 in Kraft. Das BAG hat sich intensiv am Konsultationsverfahren beteiligt und darauf gedrängt, dem Radonschutz in dieser Norm ein grösseres Gewicht beizumessen. Erfreulicherweise sind die meisten Vorschläge des BAG in die neue Version eingeflossen. So gilt Radon erstmals in einer SIA-Norm als Schadstoff. Zudem wird eine möglichst tiefe Radonkonzentration empfohlen, der Wert von 300 Bq/m^3 darf nicht überschritten werden; dies entspricht dem geplanten Referenzwert in der revidierten StSV. Als entsprechende Massnahmen werden eine dichte Gebäudehülle und eine ausreichende Kontrolle der Druckverhältnisse im Gebäude empfohlen. Zudem muss die Radonprävention bereits bei der Planung von Neubauten mitberücksichtigt werden, ein Lüftungskonzept vorliegen und nach dem Bezug des Neubaus eine Radonmessung durchgeführt werden. Schliesslich muss die SIA-Norm 180 neu auch bei Umbauten bestehender Gebäude eingehalten werden; bisher war dies nur bei Neubauten vorgeschrieben.

Für bestehende Gebäude ist ein abgestufter Ansatz sinnvoll, mit Massnahmen, die auf die Dringlichkeit und auf wirtschaftliche Aspekte abgestimmt sind. Das Projekt der prioritären Sanierungen möchte es den am stärksten betroffenen Gebäudeeigentümern von Einfamilienhäusern und Schulen ermöglichen, ein Gutachten einer Radonfachperson erstellen zu lassen. Ein solches Gutachten besteht aus einer Bestandsaufnahme der Radonsituation im Gebäude durch zeitaufgelöste Kontrollmessungen und dient der Vorbereitung eines Sanierungskonzepts. Die Kosten der Sanierung trägt weiterhin der Gebäudeeigentümer. Bisher umfasst das Projekt 119 hochbelastete Gebäude, davon 22 Schulen, in acht Kantonen. Das Projekt wird auch in den kommenden Jahren weitergeführt, wobei auch Kantone, die noch nicht daran beteiligt sind, bereits ihr Interesse angemeldet haben.

Ausbildung: eine Säule der Strategie

Mit dem Ziel, die Radonproblematik in der Grundausbildung der Bauberufe zu verankern, wird das BAG 2015 zwei Informationstage organisieren. Eine Tagung im März 2015, deren Organisation in Abstimmung mit dem Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation erfolgt, wird für die Branchenverbände durchgeführt. Vertreterinnen und Vertreter von mehr als 80 Berufen, die von der Radonproblematik betroffen sind, wurden zur Teilnahme eingeladen. Eine weitere Tagung, die für November 2015 geplant ist, richtet sich an die Fachhochschulen und Universitäten.



Abb. 16: Erster Lehrgang der EIA-FR-Weiterbildung für Raumluftqualität

Die Radon-Kompetenzzentren der drei Sprachregionen organisieren jedes Jahr Treffen mit Radonfachpersonen, um deren Wissen zu aktualisieren und einen Erfahrungsaustausch zu ermöglichen. Nach zwei von der SUPSI und der USI 2014 durchgeführten Weiterbildungen zählt die italienische Schweiz nun über 100 Radonfachpersonen (siehe Liste unter www.ch-radon.ch). Die Hochschule für Technik und Architektur Freiburg (EIA-FR) hat im Januar 2014 eine neue Ausbildung zur Raumluftqualität lanciert. Diese Weiterbildung, die 14 ECTS-Punkten entspricht, vermittelt den Beratenden Kompetenzen zur Raumluftqualität, insbesondere im Zusammenhang mit Radon, aber auch im Bereich Asbest sowie chemische und biologische Schadstoffe.

Weiterführende Informationen sind zu finden unter www.eia-fr.ch, Weiterbildung.

Radonmessungen

Im März 2014 wurden am PSI gemäss der Verordnung über Messmittel für ionisierende Strahlung (941.210.5) Vergleichsmessungen organisiert. Die Messgeräte wurden während 143 Stunden einer Strahlung von 498 kBq/h/m³ ausgesetzt, was einer Konzentration von 3486 Bq/m³ entspricht. Alle für die anerkannten Messungen verwendeten Messgeräte bestanden den Test.

In Zukunft müssen sich die anerkannten Radonmessstellen an vorgeschriebene Radon-Messprotokolle halten, die Bestandteil der BAG-Anerkennungsverfügung sein werden. Die Messprotokolle werden in einer vom METAS geleiteten Arbeitsgruppe entwickelt, in der u.a. die Behörden (Bund und Kantone), die anerkannten Messstellen sowie das Paul Scherrer Institut (PSI) vertreten sind. Sie enthalten die Messanleitung für verschiedene Raumtypen (z.B. Wohnräume, Schulen oder Arbeitsplätze) einschliesslich der Interpretation der Ergebnisse und Qualitätssicherungsmassnahmen. Ausserdem läuft eine Studie zur Entwicklung einer Methode für schnelle Radondiagnosen mit Messungen innert einer Woche. Das Messprotokoll wurde 2014 ausgearbeitet. Es ist vorgesehen, die Methode im kommenden Jahr an 50 zufällig ausgewählten, über die Schweiz verteilten Gebäuden zu validieren.

Forschungsprojekte

Das BAG ist wissenschaftlicher Partner des Projekts MESQUALAIR, das gegenwärtig von der EIA-FR geleitet wird. Mit diesem Projekt soll die Wirkung der Energieeffizienz auf die Luftqualität in neuen und renovierten Gebäuden untersucht werden. Besondere Aufmerksamkeit gilt dabei der Dichtigkeit der Gebäudehülle und einer geeigneten Lüfterneuerung sowie der Belastung durch Radon und flüchtige organische Verbindungen. Auf der Grundlage dieser Ergebnisse sollen den Berufspersonen praktikable Lösungen für den Bau und Betrieb energieeffizienter Gebäude vorgeschlagen und den Bewohnerinnen und Bewohnern Empfehlungen für die Nutzung abgegeben werden.

Zum gleichen Thema hat der Direktionsbereich «Verbraucherschutz» des BAG ein Projekt lanciert, bei dem bei fast 100 teilnehmenden Schulen in den Kantonen Bern, Graubünden und Waadt Messungen von flüchtigen organischen Verbindungen, Radon und CO₂ durchgeführt werden. Dieses Projekt läuft und sollte 2015 abgeschlossen sein.

Das Projekt der geostatistischen Erstellung einer Radonkarte, das am Institut für angewandte Radiophysik (IRA) in Lausanne durchgeführt wird, sollte noch Anfang 2015 abgeschlossen werden. Zu diesem Projekt wurden 2014 zwei wissenschaftliche Artikel publiziert:

- Kropat G. et al., *Major influencing factors of indoor radon concentrations in Switzerland*, *Journal of Environmental Radioactivity*, Vol. 129, 2014, Pages 7–22
- Kropat G. et al., *Predictive analysis and mapping of indoor radon concentrations in a complex environment using kernel estimation: An application to Switzerland*, *The Science of the Total Environment*, Vol. 505, 2015, Pages 137–148

Intervention bei erhöhter Radioaktivität

Um für Krisen im Strahlenschutz gewappnet zu sein, sind weit greifende Massnahmen nötig. 2014 gehörte dazu die Neuverteilung der Jodtabletten an die Bevölkerung. Eine Weiterbildung in Belarus zeigte eindrücklich, wie stark die dortige Bevölkerung auch 28 Jahre nach Tschernobyl noch von den Langzeitfolgen betroffen ist.

Neuverteilung der Jodtabletten

Jodtabletten dienen dazu, bei einem Unfall in einem Kernkraftwerk die Schilddrüse vor radioaktivem Jod zu schützen. Als vorsorgliche Schutzmassnahme für den Fall eines solchen Unfalls haben bisher alle Personen, die im Umkreis von 20 Kilometern um die fünf Schweizer Kernkraftwerke wohnen, alle zehn Jahre neue Jodtabletten nach Hause zugeschickt erhalten. Die Jodtabletten für den Rest der Bevölkerung haben bisher die Kantone gelagert, die die Tabletten nach einem KKW-Unfall innert 12 Stunden an die Bewohnerinnen und Bewohner hätten verteilen müssen. Da dies in bevölkerungsreichen Agglomerationen wie Zürich, Basel oder Luzern sehr schwierig wäre, ist die Jodtablettenabgabe seit diesem Jahr neu geregelt.



Abb.17: 2014: Erste Verteilung der Jodtabletten nach neuem Konzept

Neu erhalten alle Personen Jodtabletten nach Hause zugeschickt, die innerhalb eines Radius von 50 Kilometern um ein Kernkraftwerk wohnen. Der Bundesrat hat dieses geänderte Abgabe-Konzept als Folge von Fukushima beschlossen und die entsprechende Verordnung am 1. März 2014 in Kraft gesetzt. Die Verteilung von Jodtabletten an rund 4.9 Millionen Personen im erweiterten Verteilgebiet erfolgte erstmalig zwischen dem 27. Oktober und 5. Dezember 2014. Die Verteilung an Betriebe, Schulen und Verwaltungen erfolgt 2015.

Weitere Informationen zu Jodtabletten finden Sie unter www.jodtabletten.ch und www.bag.admin.ch.

Belarus – 28 Jahre nach Tschernobyl immer noch betroffen

Im September 2014 fand in Gomel, Weissrussland, ein Trainingskurs zum Thema «Late Phase Nuclear Accident Preparedness and Management» statt. Auch 28 Jahre nach der Atomkatastrophe von Tschernobyl gibt es in Weissrussland immer noch grosse Gebiete, die stark mit Cäsium-137 kontaminiert sind. Verschiedene Ausbildungsprogramme der UN sensibilisieren auch heute noch die lokale Bevölkerung hinsichtlich der Problematik Radioaktivität. Bereits in der Grundschule lernen die Kinder z.B. mit kontaminierten Lebensmitteln umzugehen: Auf Exkursionen sammeln sie Pilze und Cranberries und messen im Physikunterricht mit schuleigenen Messgeräten die immer noch sehr hohen Kontaminationen. Der Trainingskurs verdeutlichte den Teilnehmenden, wie stark diese Region auch heute noch von radioaktiver Kontamination betroffen ist. Auch 28 Jahre nach dem Unfall und 18 Jahre nach dem offiziellen Ende der Katastrophenbewältigung ist die lokale Bevölkerung tagtäglich mit dem Thema Radioaktivität konfrontiert. Es ist unumgänglich, dass sich Länder frühzeitig mit möglichen Langzeitfolgen solcher Ereignisse auseinandersetzen und entsprechende Planungen vorsehen. Das BAG hat einen entsprechenden Passus in der Revision der Strahlenschutzverordnung (StSV) eingebracht und wird diese Massnahmen in den nächsten Jahren aktiv angehen.

Gesundheitsschutz vor nichtionisierender Strahlung und Schall

Laserpointer, medizinische Laser und Solarien sind Beispiele für Quellen nichtionisierender Strahlung (NIS), die bei einer unsachgemässen Verwendung gesundheitsschädigend sein können. Der Bundesrat hat das Eidgenössische Departement des Innern EDI beauftragt, bis Ende 2015 den Gesetzesentwurf zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NIS) und Schall fertigzustellen sowie die dazugehörige Botschaft zu erarbeiten. Das Gesetz, dem in der Vernehmlassung mehrheitlich zugestimmt wurde, erlässt Regelungen zu NIS und Schall. Es regelt beispielsweise gefährliche Anwendungen mit NIS und Schall und bietet die Möglichkeit, sehr gefährliche Laserpointer verbieten zu können. Damit das Gesetz effizient und ohne Doppelspurigkeiten vollziehbar ist, werden bereits bestehende Vollzugsbehörden eingesetzt und Bund und Kantone klare Kompetenzen zugewiesen.

Botschaft zum neuen Bundesgesetz bis Ende 2015

Der Bundesrat hat das EDI 2012 beauftragt, eine gesetzliche Grundlage für einen verbesserten Gesundheitsschutz vor nichtionisierender Strahlung und Schall zu erarbeiten. Der vom EDI vorgeschlagene Vorentwurf zum Gesetz stand vom 9. April bis zum 18. Juli 2014 in der Vernehmlassung. Zur Vorlage Stellung genommen haben alle Kantone sowie 56 Organisationen aus Politik, Wirtschaft und Gesundheit. Beinahe die Hälfte der Stellungnehmenden (37 von 82 Teilnehmenden) stimmt dem Vorentwurf in seiner jetzigen Form zu, beurteilt ihn als ausgewogen und begrüsst zudem, dass das neue Gesetz nur bestehende Gesetzeslücken schliessen soll. 36 Stellungnehmende sind mit dem Bundesrat einig, dass gesetzliche Regelungen im Bereich der NIS und des Schalls notwendig sind. Allerdings hat eine Mehrheit dieser Stellungnehmenden Vorbehalte bezüglich einer eigenständigen Gesetzgebung.

Nur gerade neun Stellungnehmende lehnen den Vorentwurf in der vorliegenden Form aus unterschiedlichen Gründen ab. Für fünf Stellungnehmende wird die Eigenverantwortung zu wenig berücksichtigt, vier Teilnehmende vermissen das Vorsorgeprinzip, wie dies beispielsweise das Umweltschutzgesetz vorsieht.

Insgesamt hat eine grosse Mehrheit der Stellungnehmenden den in der Vorlage beschriebenen Regelungsbedarf anerkannt. Hauptkritikpunkt war die Frage, ob es für einen genügenden Gesundheitsschutz vor NIS und Schall ein neues Gesetz braucht oder ob nicht bestehende, mit geeigneten Massnahmen ergänzte Gesetze ausreichen würden. Der Bundesrat ist aber nach wie vor davon überzeugt, dass sich bestehende Gesetze nicht soweit anpassen lassen, dass sie einen genügenden Gesundheitsschutz vor NIS und Schall garantieren. Er hat deshalb das EDI beauftragt, die eigenständige Gesetzgebung weiterzuverfolgen, im jetzigen Vorentwurf die Vernehmlassungsergebnisse nach Möglichkeit zu berücksichtigen und ihm bis Ende 2015 einen Gesetzesentwurf und eine Botschaft vorzulegen. Dabei sollen insbesondere die Regelungsinhalte des neuen Gesetzes besser gegenüber dem bestehenden Recht abgegrenzt werden und die Aufgabenteilung zwischen Bund, Kantonen und Privaten präzisiert werden.

Vernehmlassungsbericht unter:
www.bag.admin.ch/nissg

Risikobeurteilung von Lasershows – Einführungsphase im Vollzug

Das vom Eidgenössischen Institut für Metrologie (METAS) in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Gesundheit (BAG) entwickelte Messsystem für Lasershowanlagen LASRA steht seit 2014 den kantonalen Vollzugsbehörden nun vollumfänglich zur Verfügung.

Der so genannte Laser Show Risk Analyzer (LASRA) stellt ein umfassendes Beurteilungs- und Kontrollsystem dar, um die Einhaltung der Grenzwerte für Lasershows zu kontrollieren, welche die Schall- und Laserverordnung zum Schutz des Publikums vorsieht. Während einer Einführungsphase bieten METAS und BAG den Kantonen finanzielle und personelle Unterstützung an. Vier Kantone haben vom Angebot Gebrauch gemacht und Lasershows mit dem LASRA kontrollieren lassen. Die Vollzugsbehörden erhielten dadurch Informationen, wo die häufigsten Probleme bei Lasershows liegen und wie gut die Grenzwerte eingehalten sind. LASRA hat gezeigt, dass die untersuchten Anlagen die Grenzwerte um Faktor 20 bis 35 überschritten haben, was aus gesundheitlicher Sicht bedenklich ist.

Bei fast allen untersuchten Veranstaltungen wurde ein sehr ungünstiges Verhältnis von Raumgrösse zu Strahlungsleistung der Laseranlage festgestellt. Das Publikum befand sich meist nur wenige Meter vom Laser entfernt, so dass eine gefahrlose Publikumsbestrahlung nur mit sehr stark reduzierter Laserleistung möglich war. Teilweise wurden Laseranlagen ohne Leistungsregulierung angetroffen, die lediglich über einen Ein-Aus-Schalter verfügten und somit in der angetroffenen Situation das Publikum gefährdet haben. Verbesserungspotenzial besteht auch bei den Kenntnissen der Lasershow-Betreiber zur Anlagenbedienung und zur Lasersicherheit. Die Anwendung von LASRA zeigt deutlich, dass heutige Lasershows nach wie vor erhebliche Gefahren aufweisen.



Abb.18: Risikobeurteilung von Lasershows: Grenzwertüberschreitungen um Faktor 20 bis 35 bei den untersuchten Anlagen

Strahlenbelastung der Bevölkerung 2014

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

Strahlendosen der Bevölkerung

Die drei wichtigsten Ursachen für die Strahlenbelastung der Bevölkerung sind das Radon in Wohnungen, die medizinische Diagnostik sowie die natürliche Strahlung (Abb. 19). Für alle künstlichen Strahlenexpositionen (ohne Medizin) gilt für die allgemeine Bevölkerung ein Dosisgrenzwert von 1 mSv pro Jahr. Die berufliche Strahlenbelastung, insbesondere für Junge und Schwangere, ist durch besondere Bestimmungen geregelt.

Strahlenbelastung durch Radon

Radon-222 und seine Folgeprodukte in Wohn- und Arbeitsräumen liefern den grössten Dosisbeitrag für die Bevölkerung. Diese Nuklide gelangen über die Atemluft in den Körper. Die internationale Strahlenschutzkommission ICRP schätzt das Lungenkrebsrisiko aufgrund von Radon seit 2010 etwa doppelt so hoch ein wie in den Jahren zuvor (ICRP 115). Folglich muss die durchschnittliche «Radondosis» für die Schweizer Bevölkerung auch nach oben korrigiert werden. Sie beträgt mit den neuen Risikofaktoren etwa 3.2 mSv pro Jahr statt den 1.6 mSv, die mit den alten Dosisfaktoren aus der Publikation ICRP 65 geschätzt wurden. Die Radonbelastung der Bevölkerung ist nicht einheitlich. Der angegebene Mittelwert leitet sich aus der durch-

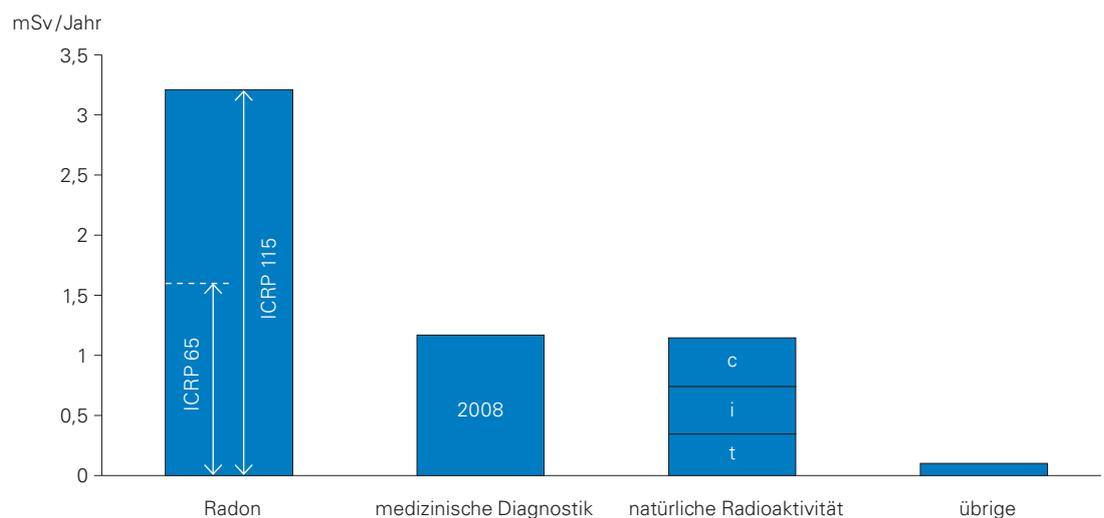


Abb. 19: Durchschnittliche Strahlendosen der Schweizer Bevölkerung in [mSv pro Jahr pro Person]: Die Belastung durch Radon muss nach der neuen Beurteilung durch die ICRP (ICRP 115) deutlich höher eingeschätzt werden als zuvor (ICRP 65). Der Wert für die medizinische Diagnostik beruht auf der Erhebung von 2008. Die natürliche Exposition setzt sich aus terrestrischer Strahlung (t), Inkorporation (i) und kosmischer Strahlung (c) zusammen. Zu «übrige» gehören Kernkraftwerke und Forschungsanstalten sowie künstliche Radioisotope in der Umwelt.

schnittlichen Radonkonzentration von 75 Bq/m³ ab. Die Bevölkerung ist sehr unterschiedlich von der Radonproblematik betroffen. Rund 3 % der Bevölkerung leben in Wohnräumen mit Radonkonzentrationen von weniger als 10 Bq/m³, entsprechend einer Dosis von < 0.45 mSv pro Jahr. Bei den 3% am stärksten betroffenen Personen liegt die Radonkonzentration in den Wohnräumen hingegen über 300 Bq/m³, was eine Dosis von > 12 mSv pro Jahr bedeutet.

Bestrahlung durch medizinische Diagnostik

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

Terrestrische und kosmische Strahlung

Die Dosis aufgrund der terrestrischen Strahlung (d. h. Strahlung aus Boden und Fels) macht im Mittel 0.35 mSv pro Jahr aus und hängt davon ab, wie der Untergrund zusammengesetzt ist. Die Dosis durch kosmische Strahlung beträgt im Mittel etwa 0.4 mSv pro Jahr. Die kosmische Strahlung nimmt mit der Höhe über Meer zu, da dadurch die abschwächende Lufthülle der Erde dünner wird. In 10 km Höhe ist die kosmische Strahlung deshalb rund 100-mal stärker als auf 500 m über Meer. Aus diesem Grund ergibt ein Überseeflug (retour) eine Exposition von typischerweise rund 0.06 mSv. Das Flugpersonal kann eine Dosis von bis zu einigen mSv pro Jahr erhalten.

Radionuklide in der Nahrung

Radionuklide gelangen auch über die Nahrung in den menschlichen Körper und führen zu Dosen von rund 0.35 mSv. Das Kalium-40 im Muskelgewebe liefert mit rund 0.2 mSv den grössten Beitrag. Weitere Radionuklide in der Nahrung stammen aus den natürlichen Zerfallsreihen von Uran und Thorium. Auch künstliche Radionuklide kommen in der Nahrung vor, hauptsächlich die

Nuklide Cäsium-137 und Strontium-90 von den Kernwaffenversuchen der 1960er-Jahre und vom Reaktorunfall von Tschernobyl im April 1986. Die jährlichen Ganzkörpermessungen an Schulklassen ergeben heute Dosen durch aufgenommenes Cäsium-137 von weniger als einem Tausendstel mSv pro Jahr.

Übrige (künstliche) Strahlenquellen

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

Die Emissionen radioaktiver Stoffe über Abluft und Abwasser aus den Schweizer Kernkraftwerken, dem PSI und dem CERN sowie aus Spitälern ergeben bei Personen, die in unmittelbarer Nähe wohnen, Dosen von höchstens einem Hundertstel mSv pro Jahr.

Berufliche Strahlenexposition

Im Berichtsjahr waren in der Schweiz ca. 88 000 Personen beruflich strahlenexponiert. Im Rahmen seiner Aufsichtstätigkeit untersucht das BAG in den Bereichen Medizin und Forschung alle Ganzkörperdosen über 2 mSv im Monat sowie alle Extremitätendosen über 10 mSv. Die meisten erhöhten Dosen gab es in den dosisintensiven Bereichen Nuklearmedizin und interventionelle Radiologie/Kardiologie.

Eine ausführliche Statistik ist dem Jahresbericht «Dosimetrie der beruflich strahlenexponierten Personen in der Schweiz» zu entnehmen, der im Sommer 2015 auf der BAG-Website publiziert wird.

Internationale Zusammenarbeit

Der Strahlenschutz in der Schweiz muss internationalen Standards entsprechen, die enge Zusammenarbeit mit internationalen Gremien ist deshalb unabdingbar. Höhepunkte im Berichtsjahr waren die Durchführung des IRPA-Kongresses in Genf und die Ernennung der Abteilung Strahlenschutz zum Collaboration Center der WHO. Das BAG nimmt zudem künftig als Beobachter an der Expertengruppe teil, die gemäss Artikel 31 des Euratom-Vertrags gebildet wurde. Weitere wichtige Partner der Fachleute in der Abteilung Strahlenschutz sind nachfolgend aufgeführt.

Kongress der International Radiation Protection Association (IRPA) in Genf:

Der regionale europäische Kongress der IRPA fand vom 23. bis 27. Juni 2014 in Genf statt und war dem Thema «Radiation Protection Culture – A Global Challenge» gewidmet (www.irpa2014europe.com). Der Direktor des BAG, Pascal Strupler, eröffnete die Konferenz mit 570 Teilnehmenden, darunter über 100 Vertreterinnen und Vertreter verschiedener Schweizer Institutionen. Von den insgesamt 134 mündlichen Präsentationen und 336 Postern stammten 34 bzw. 32 aus der Schweiz. Im Rahmen des Kongresses wurden mehrere grundlegende Themen erörtert, namentlich die Begriffe Referenzwert und Grenzwert sowie die Risikokommunikation.

Abteilung Strahlenschutz ist «Collaborating Center» der Weltgesundheitsorganisation (WHO):

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

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

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

Das BAG vertritt die Schweiz zudem seit längerer Zeit in folgenden WHO-Projekten:

WHO-Globale Initiative:

Sie bezweckt, den Strahlenschutz in der Medizin zu verbessern.

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

WHO-Radon-Projekt:

Das Projekt soll den Radon bedingten Lungenkrebs reduzieren.

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

WHO-Intersun:

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

www.who.int/peh-uv

WHO-EMF-Projekt:

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

Expertengruppe «Artikel 31 Euratom-Vertrag»:

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

Internationale Strahlenschutzkommission ICRP:

Ihre Empfehlungen zum Strahlenschutz sind in den meisten Staaten und auch in der Schweiz in nationales Recht umgesetzt. Prof. F. Bochud, (Vorsitzender der KSR) vertritt die Schweiz im Komitee 4, das eine beratende Funktion für die Anwendung der ICRP-Empfehlungen hat. Das BAG hat ausserdem an der Redaktion der ICRP Publication 126 zum Thema Radon mitgewirkt.

Die Vereinigung europäischer Strahlenschutzbehörden (HERCA):

In HERCA sind fast alle europäischen Staaten mit dem Ziel vertreten, den Strahlenschutz in Europa zu harmonisieren, z.B. mit gemeinsam entwickelten Stellungnahmen zu relevanten Strahlenschutzthemen. HERCA ist die wichtigste Plattform für europäische Strahlenschutzbehörden, um Erfahrungen auszutauschen und die Strahlenschutzpraxis in den Mitgliedsländern zu verbessern. Im Juli 2014 publizierte HERCA ein Positionspapier zur Frage der medizinischen Rechtfertigung (www.herca.org). Das Positionspapier dient als Hilfe zur Umsetzung der neuen Euratom Basic Safety Standards von 2013. Bezüglich Radonproblematik hat das BAG in der HERCA-Arbeitsgruppe mitgewirkt, deren erster Workshop im Herbst 2014 in Paris stattfand. Das BAG wird in Zusammenarbeit mit der französischen Atomsicherheitsbehörde ASN und den norwegischen Behörde NRPA den zweiten Workshop im Herbst 2015 in Genf organisieren.

Europäisches ALARA Network:

Ziel dieses Netzwerkes ist es, die Strahlendosen der Bevölkerung durch optimierte Schutzstrategien «As Low As Reasonably Achievable» zu halten. www.eu-alara.net.
Zurzeit laufen in der Abteilung Strahlenschutz die Vorbereitungen für den 16. European ALARA Network Workshop zum Thema *ALARA in industrial radiography – How can it be improved*, der vom 14. – 16. März 2016 in Bern stattfinden wird.

Zusammenarbeit mit Deutschland und Frankreich:

Das BAG ist in der *Deutsch-Schweizerischen Kommission für die Sicherheit kerntechnischer Einrichtungen* bzw. der *Commission mixte franco-suisse de sûreté nucléaire et de radioprotection* vertreten, um regelmässig Erfahrungen auszutauschen. Zusammen mit der französischen Aufsichtsbehörde für nukleare Sicherheit und Strahlenschutz koordiniert das BAG die Überwachung der Radioaktivität in der Umgebung des CERN. Das BAG arbeitet ebenfalls im Komitee «*Suivi des leucémies*» der ASN mit (*Autorité de Sûreté Nucléaire*).

European Society of Skin Cancer Prevention (EURO-SKIN):

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

Internationale Atomenergie-Organisation (IAEO):

Das BAG beteiligt sich gegenwärtig an der Verfassung der Publikation DS 421 *Protection of the Public against Exposure Indoors due to Radon and other Natural Sources of Radiation*.

Vereinte Nationen UN:

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

Kernenergieagentur NEA der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung OECD:

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

Publikationen, weiterführende Informationen

Rechtsgrundlagen

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

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

Informationsmaterial

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

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

Nichtionisierende Strahlung und Schall: Broschüren und Faktenblätter zu Sonnenschutz, Solarien, Laser, elektromagnetischen Feldern und Schall im Freizeitbereich.

Weiterbildung und Schule:

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

Verbraucherschutz Newsletter

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

Strahlenschutz – Aufgaben und Organisation

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

Über 40 Mitarbeitende verschiedener Berufsgruppen, z.B. Physikerinnen, Geologen oder Ingenieure, setzen sich dafür ein, dass Strahlenexpositionen der Schweizer Bevölkerung, sofern gerechtfertigt, so niedrig wie vernünftigerweise möglich sind. Erste Priorität haben Massnahmen, die schwere Störfälle vermeiden und hohe Dosen von Bevölkerung, Patientinnen und Patienten sowie beruflich strahlenbelasteten Personen vermeiden.

Um diese Ziele umfassend und nachhaltig zu erreichen, verfügen wir über vielfältige Mittel. Bei der ionisierenden Strahlung bilden die Strahlenschutzgesetzgebung und die damit verbundenen Vollzugsaufgaben die Basis. Die gesetzlichen Bestimmungen sollen Mensch und Umwelt in allen Situationen schützen, bei denen ionisierende Strahlen oder eine erhöhte Radioaktivität eine Gefahr darstellen. Unsere Abteilung bewilligt und überwacht die Verwendung ionisierender Strahlung in Medizin, Industrie und Forschung.

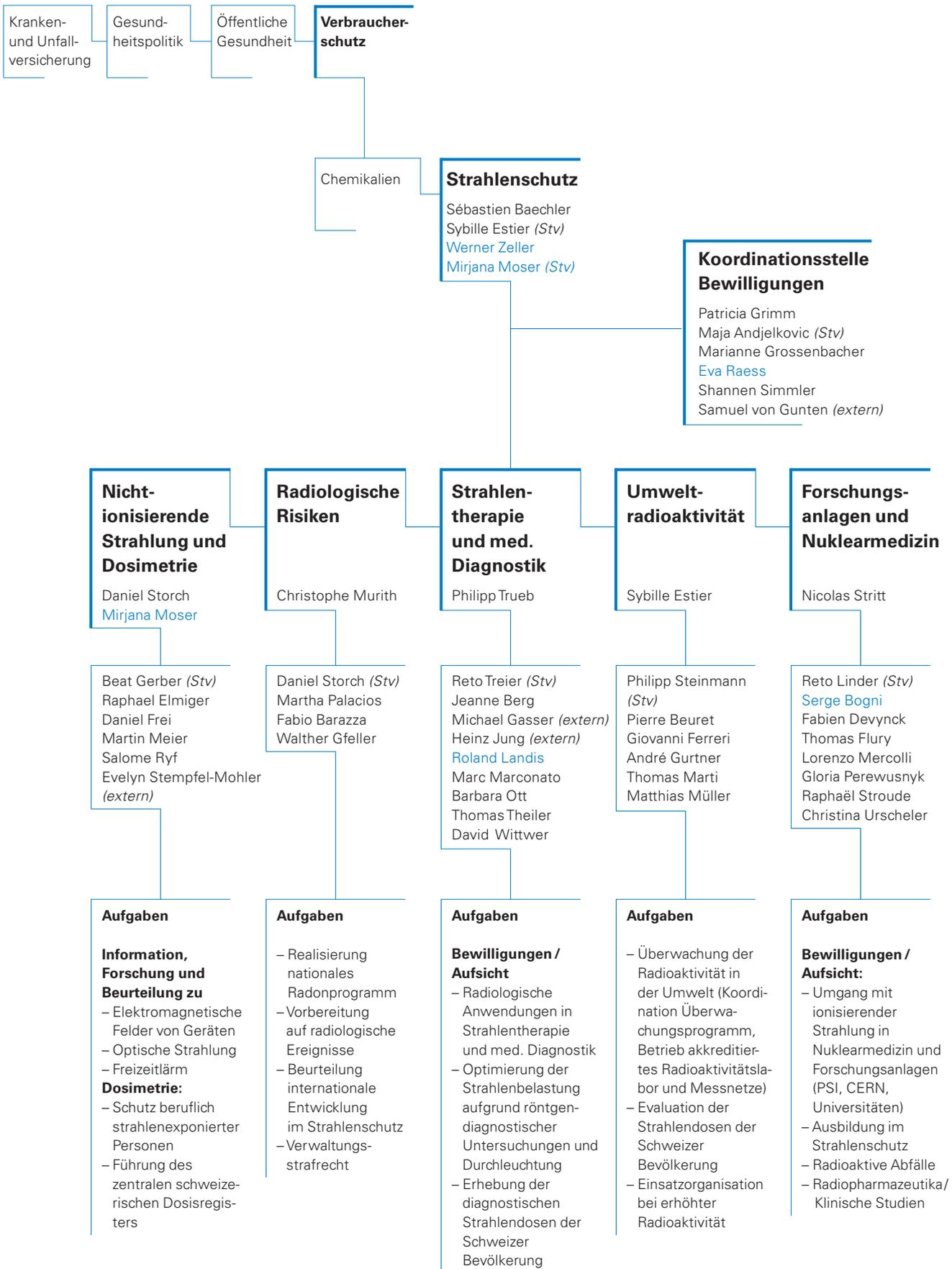
Bei der nichtionisierenden Strahlung legen wir das Schwergewicht unserer Tätigkeiten auf die Information der Bevölkerung via unsere Website und in der direkten Beratung. Eine gesetzliche Grundlage ist in diesem Bereich in Vorbereitung.

Strahlenschutz funktioniert nicht ohne Zusammenarbeit mit anderen Stellen. Die Strahlenschutzgesetzgebung vollziehen wir deshalb zusammen mit verschiedenen Partnern in der Schweiz und international. Im nichtionisierenden Bereich nehmen wir an nationalen und internationalen Forschungs- und Präventionsprogrammen teil. All diese Partnerschaften ermöglichen es uns, gesundheitliche Risiken von Strahlung laufend neu zu beurteilen.

Schwerpunkte unserer Arbeit sind:

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

Bundesamt für Gesundheit



Personen in blauer Farbe sind im Laufe 2014 ausgetreten

Impressum

Konzeption, Redaktion und alle nicht
gezeichneten Texte: BAG
Alle nicht gezeichneten Fotos: BAG
Grafiken & Layout:
Christoph Grimm, Bern / Bruno Margreth, Zürich
Copyright: BAG, Mai 2015
Abdruck mit Quellenangabe erwünscht:
«Strahlenschutz BAG; Jahresbericht 2014»

Weitere Informationen und Bezugsquellen:
Bundesamt für Gesundheit BAG,
Direktionsbereich Verbraucherschutz
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
E-Mail: verkauf.zivil@bbl.admin.ch
www.bundespublikationen.admin.ch
BBL-Bestellnummer: 311.326.d

ISBN: 978-3-906202-00-6

Impressum

Conception, rédaction et textes
non signés : OFSP
Photos sans légende / Photos
non signées : OFSP
Graphiques et mise en page :
Christoph Grimm, Berne / Bruno Margreth, Zurich
Copyright : OFSP, mai 2015
Indication de la source en cas de reproduction :
« Radioprotection OFSP ; rapport annuel 2014 »

Informations supplémentaires et diffusion :
Office fédéral de la santé publique (OFSP)
Unité de direction Protection des consommateurs
Division Radioprotection
CH-3003 Berne
Téléphone : +41 (0)58 462 96 14
str@bag.admin.ch
www.bag.admin.ch, www.str-rad.ch

OFCL, Vente des publications fédérales,
CH-3003 Berne
vente.civil@bbl.admin.ch
www.publicationsfederales.admin.ch
Numéro de commande OFCL : 311.326.f

ISBN : 978-3-906202-00-6