



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Der Bundesrat

Bericht Standortbestimmung 2018 zum Aktionsplan Radium 2015-2019

Impressum

Editoren

Eidgenössisches Departement des Innern EDI

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

Autoren

Bundesamt für Gesundheit BAG

Bundesamt für Umwelt BAFU

© EDI, UVEK 2019

Inhalt

Zusammenfassung.....	4
1 Einleitung.....	5
1.1 Verwendung von Radiumleuchtfarben in der Schweiz.....	5
1.2 Aktionsplan Radium.....	6
1.3 Kurzübersicht Projektorganisation.....	6
2 Stand bei den einzelnen Stossrichtungen.....	7
2.1 Historische Nachforschungen	7
2.1.1 Auftrag an Universität Bern	7
2.1.2 Methoden und konsultierte Archive	7
2.1.3 Schwierigkeiten und Eingrenzung der Studie	7
2.1.4 Ergebnisse der Recherche	7
2.1.5 Weitere Ergebnisse der Studie.....	8
2.2 Diagnose bei potenziell kontaminierten Liegenschaften	8
2.2.1 Kurzübersicht Vorgehen	8
2.2.2 Diagnostisch untersuchte Liegenschaften.....	9
2.2.3 Wohnungen mit Radiumspuren	10
2.2.4 Personaleinsatz für die Diagnosen.....	10
2.3 Sanierung kontaminierter Objekte.....	11
2.3.1 Kurzübersicht Vorgehen	11
2.3.2 Wohnungen, die saniert werden müssen.....	11
2.3.3 Innenraumsanierungen.....	12
2.3.4 Aussenraumsanierungen	13
2.3.5 Entsorgung der Abfälle	13
2.4 Überwachung von potenziell radiumkontaminierten ehemaligen Deponien	14
2.4.1 Kurzübersicht Problematik	14
2.4.2 Ermittlung	14
2.4.3 Einteilung.....	14
2.4.4 Massnahmen für die verschiedenen Deponiekategorien	15
2.5 Arbeitsschutz und Überwachung.....	16
3 Kommunikation und Förderung eines offenen Dialogs	16
3.1 Grundsatz und Vorgehen nach Aktionsplan.....	16
3.2 Kontakt mit Kantonen und Gemeinden	17
3.3 Kontakt mit Eigentümern und Mietern	17
3.4 Rolle der Begleitgruppe	17
3.5 Information der Öffentlichkeit	17
4 Ressourcen des Aktionsplans.....	18
4.1 Personelle Ressourcen	18
4.2 Finanzielle Ressourcen	18
5 Fazit zum Aktionsplan Radium per 31. Dezember 2018	19
5.1 Fazit zu den historischen Nachforschungen	19
5.2 Fazit zur Diagnose.....	19
5.3 Fazit zur Sanierung	19
5.4 Fazit zur Überwachung von Deponien	20
5.5 Evaluation des Aktionsplans durch das CEPN	20
5.6 Spezifische Erkenntnisse	21
6 Handlungsbedarf zur Fortsetzung des Aktionsplans Radium.....	22
6.1 Programm bis Ende 2019.....	22
6.2 Verlängerung des Aktionsplans nach 2019.....	22
7 Schlussfolgerungen.....	23
8 Abkürzungen	24
9 Literatur	24

Anhang : Übersichtsdiagramm der Abläufe des Radium Aktionsplans

Zusammenfassung

Ziel des Aktionsplans Radium ist die Bewältigung der radiologischen Altlasten, die durch die Verwendung von Radiumleuchtfarben in der Uhrenindustrie bis in die 1960er-Jahre entstanden sind. Da Radium krebserregend ist, sollen alle Liegenschaften, in denen die Exposition über dem Grenzwert liegt, ermittelt und saniert werden. Bei der Genehmigung des Aktionsplans Radium am 13. Mai 2015 hat der Bundesrat das Eidgenössische Departement des Innern (EDI) beauftragt, in Zusammenarbeit mit dem Eidgenössischen Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) bis Ende 2018 einen Bericht zum aktuellen Stand der Arbeiten vorzulegen.

Bisher wurde bei 540 Liegenschaften eine Radiumdiagnose durchgeführt. In 67 Prozent der Fälle wurden keine Spuren von Radium festgestellt, in 14 Prozent waren Spuren festzustellen, aber keine Sanierung erforderlich, und in 19 Prozent ist eine Sanierung erforderlich. Von den 540 Liegenschaften, die diagnostisch untersucht wurden, müssen 100 saniert werden. Da eine Liegenschaft mehrere Wohnungen und einen Aussenbereich umfassen kann, sind insgesamt 70 Wohnungen und 64 Aussenbereiche zu sanieren. Bisher wurden 50 Wohnungen und 46 Aussenbereiche saniert. Die durchschnittlichen Kosten einer Sanierung (Beseitigung der Kontamination und Instandstellung) belaufen sich auf rund 50 000 Franken für eine Wohnung und rund 25 000 Franken für einen Aussenbereich.

Bei der Überwachung potenziell kontaminierter Deponien wurden die betroffenen Standorte ermittelt. Die Analyse dieser Standorte wird in die Untersuchungen bzw. Sanierungen belasteter Standorte eingebunden, welche die Kantone gemäss den Empfehlungen des Bundesamts für Umwelt (BAFU) durchführen. Damit die radiologischen Risiken in diesem Zusammenhang berücksichtigt werden, wurde eine Vorgehensweise festgelegt, über die die Kantone entsprechend informiert wurden.

Mit den historischen Nachforschungen zu den potenziell kontaminierten Liegenschaften wurde die Universität Bern beauftragt. Sie hat dem Bundesamt für Gesundheit (BAG) Anfang 2018 einen Schlussbericht vorgelegt. Aus diesem geht hervor, dass entgegen der ursprünglichen Schätzung nicht 500, sondern rund 900 Liegenschaften durch Radium belastet sein könnten. Zudem sind komplexe Fälle mit gemischter (chemischer und radiologischer) Belastung zu Tage getreten. Für diese neue Problematik wird gemeinsam mit dem BAFU und den Kantonen eine spezifische Lösung im Rahmen der Altlastenbearbeitung gesucht.

Der Aktionsplan Radium, der ursprünglich auf die Jahre 2015-2019 begrenzt wurde, soll deshalb bis Ende 2022 verlängert werden. Dadurch können die zusätzlich ermittelten 400 Liegenschaften, die potentiell mit Radium kontaminiert sind, diagnostisch untersucht und gegebenenfalls saniert werden.

Die Überwachung der Deponien erfolgt langfristig im Rahmen der Altlastenbearbeitung in Zusammenarbeit mit dem BAFU und den betroffenen Kantonen und wird in die bestehenden Vollzugsaufgaben des BAG gemäss Strahlenschutzverordnung integriert.

1 Einleitung

1.1 Verwendung von Radiumleuchtfarben in der Schweiz

Im 20. Jahrhundert wurde Radiumleuchtfarbe hauptsächlich in der Uhrenindustrie verwendet. Trotz Vorkehrungen, damit möglichst wenig Radium verloren ging – es war sehr kostspielig –, war diese Verarbeitung mit einer Exposition der Arbeiterinnen und Arbeiter und einer Kontamination von Ateliers und für Heimarbeit benutzten Wohnungen verbunden. Angesichts des damals sorglosen Umgangs mit den radioaktiven Abfällen aus diesen Verwendungen landeten Radiumrückstände im Hausabfall und wurden ohne besondere Vorkehrungen auf normalen Deponien entsorgt. Nach Bekanntwerden des Krebsrisikos wurden mit der Strahlenschutzverordnung vom 19. April 1963 die Bewilligungspflicht für die Verwendung von Radium in der Uhrmacherei eingeführt und Schutzvorschriften erlassen. Danach führte die Schweizerische Unfallversicherungsanstalt (Suva) Kontrollen in Firmen mit einer Bewilligung durch. Die Wohnbereiche, in denen früher Radium verarbeitet wurde, wurden aber nie systematisch auf Kontamination untersucht. In manchen Wohnungen und Aussenbereichen verblieben daher Radiumaltlasten, was zum Entscheid für den Aktionsplan Radium führte.

Auch militärische Komponenten wurden mit radioaktiver Leuchtfarbe belegt, beispielsweise Flug- und Fahrzeuginstrumente, Kompass, Zieleinrichtungssysteme, Uhren und andere technische Systeme. Im Verlauf des Zweiten Weltkriegs und bis in die 1960er-Jahre war die Nachfrage der amerikanischen und britischen Armee bei Schweizer Uhrenlieferanten so gross, dass diese nicht alle Uhren rechtzeitig liefern konnten und zum Teil Aufträge untervergaben. Der Zeitdruck bei der Herstellung dieser Uhren führte dazu, dass die Leuchtfarbe in Heimarbeit auf die Zifferblätter aufgetragen wurde [1]. Die Schweizer Armee betrieb keine eigene Produktion, Setzateliers oder Heimproduktionsstätten für die Verarbeitung von Radiumleuchtfarbe. Auf dem Militärflughafen Dübendorf wurde vor 1990 lediglich eine Instrumentenwerkstatt unterhalten, in welcher defekte Instrumente repariert und zum Teil Zifferblätter mit radioaktiver Leuchtfarbe nachbelegt wurden. Alle in der Armee eingesetzten Artikel mit Radiumleuchtfarbe wurden im In- oder Ausland mit dem zu beschaffenden System eingekauft. Dies waren beispielsweise Panzer oder Flugzeuge mit radioaktiven Instrumenten. Aber auch Uhren, die in Bäckerei- oder Werkstattwagen eingesetzt worden sind, wurden direkt beim Schweizer Hersteller eingekauft.

Das Eidgenössische Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport (VBS) reduziert seit Jahren massiv den Bestand an radiumhaltiger Leuchtfarbe. Dabei wurden Kompass, Zielfernrohre, Uhren, Instrumente und andere Gegenstände zurückgezogen und fachgerecht entsorgt. Der Aufwand des VBS für die bisherige Radiumentsorgung wird auf etwa 2 000 000 Franken geschätzt. Im aktiven Armeebestand sind heute kaum noch radiumhaltige Gegenstände zu finden. Im historischen Armeematerial ist das Radium noch häufiger vertreten. Hier ist das VBS auf Sammler und Museen zugegangen, um sie über Gefahren und Risiken im Umgang mit Radium zu informieren. Dabei wird ihnen auch eine kostenlose und fachgerechte Entsorgung für radiumhaltige Gegenstände angeboten, welche aus Beständen der Schweizer Armee stammen. Mit den bisherigen Entsorgungen hat das VBS den Gesamtbestand an Gegenständen mit Radiumleuchtfarbe auf ein Minimum reduzieren können. Auch künftig werden alle betroffenen Gegenstände vorbehaltlos eingezogen und der fachgerechten Entsorgung zugeführt [2].

Die Brachytherapie, die das Radium in Form umschlossener Quellen verwendet, ist die älteste therapeutische Anwendung der Radioaktivität. Sie wurde zu Beginn des 20. Jahrhunderts in der Strahlentherapie insbesondere zur Behandlung von Gebärmutterhalskrebs praktiziert. Die Radiumquellen zur medizinischen Verwendung wurden aus Belgien importiert und

ausschliesslich in Gynäkologieabteilungen verwendet. Sie wurden vom BAG im Lauf der 1990er-Jahre systematisch erfasst und vorschriftsgemäss entsorgt. Die Begeisterung für Radium war vor Bekanntwerden seiner Gefährlichkeit so gross, dass es in vielen Alltagsgegenständen verwendet wurde. Dazu gehören Kosmetikprodukte, Bäder und Blitzableiter aus Frankreich und sogar in Deutschland hergestellte Schokolade. Diesen Gegenständen wurde das Radium aber, wenn es überhaupt darin enthalten war, nicht in Form von Leuchtfarben beigelegt. Das BAG hat alle nachweislich radiumhaltigen Produkte und Gegenstände gesammelt und fachgerecht entsorgt. Eine Kontamination der im Rahmen des Aktionsplans untersuchten Liegenschaften durch nicht aus der Uhrenindustrie stammendes Radium kann somit ausgeschlossen werden.

1.2 Aktionsplan Radium

Der Aktionsplan Radium wurde vom Bundesrat am 13. Mai 2015 genehmigt [3]. Er bezweckt die Aufarbeitung der aktuellen Situation, die durch die Verwendung von Radium in der Uhrenindustrie bis in die 1960er-Jahre verursacht wurde.

Falls die Einhaltung des Grenzwerts von 1 Millisievert (mSv) pro Jahr für die Bevölkerung nicht mehr garantiert ist, obliegt es dem BAG, die Situation gründlich zu untersuchen und die Belastung im Einzelfall abzuklären. Ziel des Aktionsplans Radium ist es daher sicherzustellen, dass die jährliche Exposition der Bevölkerung aufgrund der Restkontamination durch Radium diesen Grenzwert nicht überschreitet. Darüber hinaus muss die Exposition der Arbeiterinnen und Arbeiter und die Dispersion von Radium in der Umwelt während Sanierungsarbeiten in Gebäuden, sowie angrenzenden Bereichen und Deponien verhindert werden. Die vier Hauptphasen des Plans sind somit: (1) die historische Forschung nach potenziell kontaminierten Liegenschaften (Gebäude und Aussenbereiche), (2) Radiumdiagnosen in diesen Liegenschaften, (3) die Durchführung einer Sanierung, falls die Bewohner einer Dosis über dem Grenzwert von 1 mSv/Jahr ausgesetzt sind, und (4) die Überwachung von Deponien, die Radiumabfälle enthalten könnten.

Bei der Genehmigung des Aktionsplans hat der Bundesrat das EDI beauftragt, in Zusammenarbeit mit dem UVEK bis Ende 2016 einen Zwischenbericht über den Stand der Umsetzung des Aktionsplans und die finanziellen Auswirkungen für die Folgejahre vorzulegen. Der Bundesrat nahm diesen Bericht, der hauptsächlich auf das Vorgehen zur Umsetzung des Aktionsplans ausgerichtet war, am 21. Dezember 2016 zur Kenntnis [4]. Zudem erhielt das EDI den Auftrag, bis Ende 2018 in Zusammenarbeit mit dem UVEK eine Bestandsaufnahme der erfolgten Arbeiten zu erstellen. Sie soll die Situation erfassen, bilanzieren und allfälligen Handlungsbedarf aufzeigen. Dieser Auftrag wird mit dem vorliegenden Bericht erfüllt.

1.3 Kurzübersicht Projektorganisation

Die Projektorganisation wurde im Zwischenbericht detailliert dargestellt. Ein Steuerungsausschuss bestehend aus dem BAG, dem BAFU und der Suva überwacht die Umsetzung des Aktionsplans. Eine Begleitgruppe mit Vertreterinnen und Vertretern aller Beteiligten hat die Aufgabe, mit den weiteren Akteuren vor Ort zu kommunizieren und die Arbeiten zu erleichtern. Einige Fragen werden an externe Partner delegiert. So wurde das Historische Institut der Universität Bern mit den historischen Nachforschungen beauftragt.

2 Stand bei den einzelnen Stossrichtungen

2.1 Historische Nachforschungen

2.1.1 Auftrag an Universität Bern

Für eine möglichst breite Erfassung der Liegenschaften mit potenzieller Kontamination durch Verwendung von Radium in der Uhrenindustrie hat das BAG beim Historischen Institut der Universität Bern eine historische Suche in Auftrag gegeben. Das Hauptziel der Studie bestand in der Inventarisierung aller Liegenschaften in der Schweiz, in denen Radium im Rahmen von Tätigkeiten der Uhrenindustrie zum Einsatz kam.

2.1.2 Methoden und konsultierte Archive

Die historische Suche der Orte, wo Radium verwendet wurde und die potenziell kontaminiert waren, beschränkte sich zum einen auf die Verwendung von Radium in der Uhrenindustrie und zum andern auf den Zeitraum zwischen 1908, den Beginn der Vermarktung des Radiums in der Schweiz, und 1963, als die Strahlenschutzverordnung in Kraft trat. Die Verordnung führte die Bewilligungspflicht für Radium in der Uhrenindustrie und Schutzbestimmungen ein, die zu einer Verlagerung von Radium auf das deutlich weniger radiotoxische Tritium führten. Das methodische Vorgehen der Studie und die konsultierten Archive sind im historischen Bericht der Universität Bern beschrieben, der auf der Webseite des BAG einsehbar ist [5]. Weitere Informationen wurden im Austausch mit damaligen Betroffenen, insbesondere Bundes-, Kantons- und Gemeindebehörden und Unternehmen der Uhrenbranche beschafft.

2.1.3 Schwierigkeiten und Eingrenzung der Studie

In einigen Fällen konnte die Verwendung von Radium in einer Liegenschaft nicht sicher bestätigt bzw. die genaue Adresse der Arbeitsstätte nicht eruiert werden. Diese Fälle wurden dem BAG gemeldet für die weitere Abklärung in Zusammenarbeit mit den betroffenen Gemeinden. Die Dunkelziffer möglicherweise nicht aufgefundener potenziell kontaminierter Liegenschaften ist schwer abzuschätzen, insbesondere da die Heimarbeiterinnen und -arbeiter nicht systematisch gemeldet wurden. Die Staatsarchive der Kantone Genf, Waadt und Basel-Landschaft sowie das *Centre jurassien d'archives et de recherches économiques* wurden aus zeitlichen Gründen nicht einbezogen. Diese könnten weitere – nach Schätzungen der Studie höchstens 10 Prozent mehr – potenziell kontaminierte Liegenschaften zutage fördern. Der historische Bericht geht davon aus, dass ungefähr 90 Prozent der ehemals radiumverarbeitenden Arbeitsstätten ausfindig gemacht wurden.

2.1.4 Ergebnisse der Recherche

Die Nachforschungen der Universität Bern haben ergeben, dass rund 900 Liegenschaften potenziell mit Radium belastet sind. Hinzu kommen nach Schätzungen rund hundert Liegenschaften, die von der historischen Suche nicht erfasst wurden. Das BAG hat auf Basis des Berichts eine Liste der Liegenschaften nach Kanton und Gemeinde erstellt. Am stärksten betroffen sind die Kantone mit Uhrmachertradition (Neuenburg, Bern und Solothurn), wie aus Tabelle 1 und Abbildung 1 hervorgeht.

Kanton	Anzahl Liegenschaften	Kanton	Anzahl Liegenschaften
Neuenburg	342	Tessin	7
Bern	290	Luzern	2
Solothurn	155	Appenzell	1
Genf	45	Basel-Stadt	1
Jura	29	Freiburg	1
Waadt	17	St. Gallen	1
Zürich	12	Schaffhausen	1
Basel-Landschaft	12	Wallis	1

Tabelle 1: Verteilung der 917 potenziell kontaminierten Liegenschaften nach Kanton gemäss validierter Liste des BAG

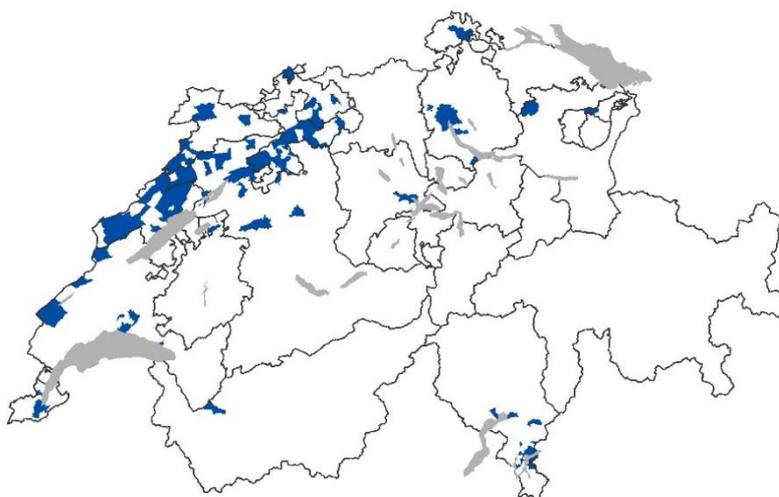


Abbildung 1: 114 betroffene Gemeinden mit potenziell kontaminierten Liegenschaften (blau)

2.1.5 Weitere Ergebnisse der Studie

Die historische Nachforschung hatte auch zum Ziel, die technischen, legislativen und sozialen Rahmenbedingungen aufzuzeigen, die die Verwendung eines Stoffs noch lange nach Bekanntwerden seiner Gefährlichkeit ermöglichten. Zu diesem Zweck werden, für einen Zeitraum von Anfang des 20. Jahrhunderts bis in die 1960er-Jahre, das soziale und wirtschaftliche Gefüge sowie deren Funktionsweisen im Zusammenhang mit der Schweizer Uhrenindustrie beschrieben. Auf diese Aspekte wird in der vorliegenden Bestandsaufnahme nicht eingegangen, da sie keinen direkten Einfluss auf die Organisation und den Ablauf der Diagnose und Sanierung des Aktionsplans Radium hatten.

2.2 Diagnose bei potenziell kontaminierten Liegenschaften

2.2.1 Kurzübersicht Vorgehen

Das Vorgehen zur diagnostischen Untersuchung potenziell kontaminierter Gebäude wurde im Zwischenbericht 2016 eingehend erläutert und ist vereinfacht im Diagramm (siehe Anhang) des Berichts dargestellt. Zusammengefasst ergeben sich folgende Falltypen:

- Die Wohnung ist radiumfrei.
- Die Wohnung weist Spuren von Radium auf; die Dosis wird konservativ auf unter 1 mSv/Jahr für derzeitige und künftige Bewohnerinnen und Bewohner geschätzt: Die Wohnung ist aus gesundheitlicher Sicht bewohnbar, eine Sanierung ist fakultativ; sie ist

Sache der Eigentümer, die dabei Unterstützung in Form von Beratungsleistungen von BAG und Suva für den Arbeitsschutz und die fachgerechte Abfallentsorgung erhalten.

- Die Wohnung ist von Radium betroffen; die Dosis wird konservativ auf über 1 mSv/Jahr für derzeitige und künftige Bewohnerinnen und Bewohner geschätzt: Die Wohnung muss saniert werden.

Bei den Aussenbereichen (Gärten, Rasen usw.) ergeben sich folgende Falltypen:

- Der Aussenbereich ist radiumfrei.
- Der Aussenbereich weist Spuren von Radium auf, die spezifische Aktivität in der Erde liegt aber unter 1000 Bq/kg: Es besteht kein Sanierungsbedarf.
- Der Aussenbereich ist von Radium betroffen; die Messung der spezifischen Aktivität in der Erde ergibt einen Wert über 1000 Bq/kg: Der Aussenbereich muss saniert werden.

2.2.2 Diagnostisch untersuchte Liegenschaften

Bei allen mit Adresse ermittelten potenziell radiumkontaminierten Liegenschaften wird systematisch eine Diagnose durchgeführt. Bis am 31. Dezember 2018 wurden 517 Gebäude und 540 Aussenbereiche diagnostisch untersucht. Die Differenz ergibt sich, weil in 23 Fällen das Gebäude abgerissen worden war und die Messung nur die Parzelle betraf. Es wurden folgende Liegenschaftskategorien untersucht:

- Einfamilienhaus
- Mehrfamilienhaus; dazu gehören Mietshäuser
- Gebäude ohne Wohnnutzung; dabei kann es sich um ein Industriegebäude, eine Schule, ein Restaurant handeln, sofern sie keine Wohnungen beinhalten
- Gemischt genutztes Gebäude; das kann ein Gebäude mit Gewerbe-/Ladenfläche und Wohnungen sein; dazu gehören Hotels
- Gebäude abgerissen/dazugehörige Parzelle; das potenziell kontaminierte Gebäude gibt es nicht mehr oder die Kontamination erstreckt sich auf eine dazugehörige Parzelle; die Diagnose betrifft dann diese Parzelle, die als Aussenbereich behandelt wird.

Tabelle 2 zeigt die Verteilung der Diagnoseergebnisse auf die Gebäudekategorien, wobei zwischen radiumfrei, Spuren (kein Sanierungsbedarf) und Sanierungsfall unterschieden wird.

Gebäudekategorie	Gebäude			Aussenbereiche	
	radiumfrei	Spuren	Sanierungsfall	Kein Sanierungsbedarf	Sanierungsfall
Einfamilienhaus	52	7	9	47	21 (31%)
Mehrfamilienhaus	141	40	29	189	21
Gebäude ohne Wohnnutzung	63	9	6	76	2
Gemischt genutztes Gebäude	121	22	18	146	15
Gebäude abgerissen / dazugehörige Parzelle	--	--	--	20	3
Total	377	78	62 (12%)	478	62 (11%)

Tabelle 2: Diagnoseergebnisse nach Gebäudekategorie (in Klammern Prozentsatz)

Bei den Gebäuden beträgt der Anteil der Sanierungsfälle 12 Prozent. Rund 90 Prozent der Sanierungsfälle sind Gebäude mit Wohnnutzung. Insgesamt wurden in 27 Prozent der untersuchten Gebäude Radiumkontaminationen – mit oder ohne Sanierungsbedarf – gemessen. Das zeigt, dass das Radiumproblem nicht bloss Einzelfälle, sondern wie bei der Erarbeitung des Aktionsplans vermutet einen erheblichen Anteil der potenziell kontaminierten Liegenschaften betrifft.

Bei den Aussenbereichen ist der Anteil an Sanierungsfällen bei den Einfamilienhäusern (31 %) höher als bei den Liegenschaften insgesamt (11 %). Dies liegt zum Teil daran, dass Einfamilienhäuser meist einen Garten haben, was bei den anderen Liegenschaften weniger der Fall ist. Über alle Liegenschaften (Gebäude und Aussenbereiche) betrachtet beträgt der Sanierungsanteil 19 Prozent, wobei eine Liegenschaft eine Innen- und/oder Aussenraumsanierung benötigen kann. Tabelle 3 zeigt die Diagnoseergebnisse nach Art des Ateliers, wo Radium eingesetzt wurde.

Atelierart	Gebäude			Aussenräume	
	radiumfrei	Spuren	Sanierungsfall	Kein Sanierungsbedarf	Sanierungsfall
Fabrik	160	17	11 (6%)	174	14 (7%)
Setzatelier	129	39	29 (15%)	172	25 (13%)
Heimarbeit	93	19	22 (16%)	112	22 (16%)
Andere	16	4	--	19	1 (5%)
Total	398	79	62 (12%)	477	62 (12%)

Tabelle 3: Diagnoseergebnisse nach Atelierart (in Klammern Prozentsatz)

Die verschiedenen Atelierarten weisen relativ ähnliche Anteile an Sanierungsfällen auf. Der Sanierungsanteil der Gebäude (16 %) liegt bei der Heimarbeit über demjenigen der Gebäude insgesamt (12 %). Ähnliches gilt für die Aussenbereiche. Auch da ist der Sanierungsanteil bei der Heimarbeit (16 %) höher als bei den Aussenbereichen insgesamt (12 %).

2.2.3 Wohnungen mit Radiumspuren

Bei 136 Wohnungen, Geschäfts- und Gemeindelokalitäten wurden in 79 betroffenen Gebäuden Spuren von Radium gemessen; dies ist darauf zurückzuführen, dass ein Gebäude mehrere Wohnungen/Lokale mit Radiumspuren aufweisen kann. Wie beim Vorgehen (Kap.2.2.1) beschrieben, ist eine Sanierung nicht erforderlich, wenn die Dosis für die Bewohnerinnen und Bewohner unter 1 mSv/Jahr liegt. Der Aktionsplan Radium strebt keine Reduktion der Restaktivität an Radium auf Null an. Dieses Ziel wäre mit unverhältnismässigen Eingriffen und Kosten verbunden. Dieser Ansatz folgt den Prinzipien der abgestuften Vorgehensweise und Optimierung im Strahlenschutz. Der Eigentümer/Mieter hat in diesem Fall die Möglichkeit, eine Sanierung auf seine Kosten durchzuführen, mit Unterstützung in Form von Beratungsleistungen des BAG bei der Entsorgung der Abfälle sowie der Suva beim Arbeitsschutz.

2.2.4 Personaleinsatz für die Diagnosen

Die Einsatzdauer der Mitarbeitenden für die Messungen ist unterschiedlich; sie kann sich von einigen Stunden bis auf einen Tag mit zwei Mitarbeitenden erstrecken. Sie hängt von der Fläche des Gebäudes und/oder des Aussenbereichs sowie von der Komplexität in Bezug auf die Verteilung der Kontamination ab. Bei Industriestandorten mit grösseren Flächen ist der Einsatz aufwändiger und erfolgt mit Unterstützung von Suva-Mitarbeitenden.

2.3 Sanierung kontaminierter Objekte

2.3.1 Kurzübersicht Vorgehen

Das Vorgehen bei der Sanierung kontaminierter Liegenschaften wurde im Zwischenbericht 2016 eingehend erläutert. Es besteht aus der Planung, Beseitigung der Kontamination, Instandstellung und Schlusskontrolle der Zielerreichung, was heisst, dass die Dosis für die Bewohnerinnen und Bewohner 1 mSv/Jahr nicht übersteigt und die spezifische Radiumaktivität in der Erde der Aussenbereiche kleiner ist als 1000 Bq/kg. In der Praxis geht die Dekontamination weiter als diese Werte und strebt nach dem von der Internationalen Strahlenschutzkommission (ICRP) empfohlenen Prinzip der Optimierung [6] ALARA-Werte (*As Low As Reasonably Achievable* - so niedrig wie vernünftigerweise erreichbar) eine zusätzliche Nettodosisleistung von nicht mehr als 100 nSv/h an.

Die Planung legt auf der Basis zusätzlicher Messungen die Einzelheiten der Sanierung fest. Gestützt darauf wird ein Protokoll zum Sanierungsprojekt erstellt und von den verschiedenen Parteien (Eigentümer, Sanierungsunternehmen, zuständige BAG-Mitarbeitende) unterschrieben. Das Protokoll hält die Etappen der Sanierung und den Zeitplan fest. Um angemessene Sanierungsmassnahmen zu gewährleisten, zieht das BAG ein Ingenieur-/Architekturbüro bei, das auch die Offerten und Rechnungen für die Instandstellung prüft. Das mit der Sanierung beauftragte Unternehmen muss über eine Bewilligung für den Umgang mit ionisierender Strahlung verfügen und somit ein strahlenschutzkonformes Vorgehen für Personal, Bewohner und Umwelt garantieren, das vom BAG und gegebenenfalls der Suva überwacht wird. Nach Abschluss der Sanierung führt das BAG eine Schlusskontrolle der Dosisleistungen durch, um die Zielerreichung sicherzustellen.

Die Entsorgung der Abfälle aus den Sanierungen hat sich als wichtiger Aspekt des Aktionsplans erwiesen. Mit Inkrafttreten der revidierten Strahlenschutzverordnung (StSV) per 1. Januar 2018 wurde die Befreiungsgrenze für Radium-226 von 40 Bq/kg auf 10 Bq/kg gesenkt. Das Vorgehen für die Entsorgung schwach kontaminierter Abfälle musste entsprechend angepasst werden.

2.3.2 Wohnungen, die saniert werden müssen

Die Zahl an Wohnungen, die bisher als sanierungsbedürftig klassifiziert wurden liegt bei 70; sie liegt über derjenigen bei den Gebäuden (62) nach den Tabellen 2 und 3, dies deshalb, weil sich in einem Haus mehrere Wohnungen befinden können. Abbildung 2 zeigt die Anzahl der sanierten Wohnungen kategorisiert nach Strahlendosis die ein dort lebendes Kind erhalten könnte.

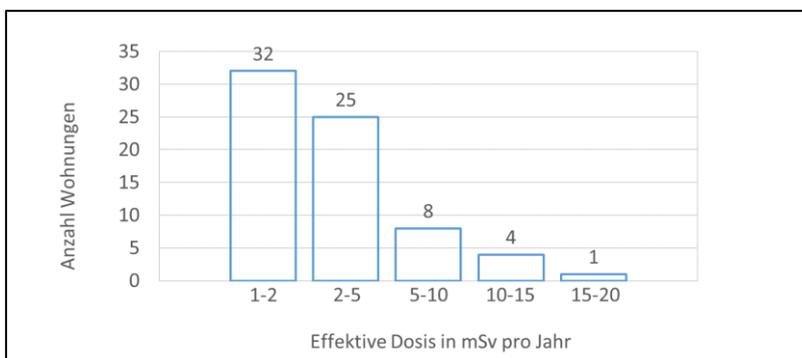


Abbildung 2: Anzahl der zu sanierenden oder in Sanierung befindlichen Wohnungen kategorisiert nach maximaler effektiver Dosis, der ein Kind dort ausgesetzt sein könnte.

Die Anzahl Wohnungen nimmt mit steigender Dosis ab. Die Dosis vor der Sanierung beträgt in 32 Fällen zwischen 1 und 2 mSv/Jahr und ist in 38 Fällen höher. Dabei lag die Dosis, die ein Bewohner durch vorhandenes Radium hätte erhalten können, in keinem Fall über 20 mSv/Jahr (der höchste Wert war 17 mSv/Jahr). Das heisst, dass die Bevölkerung in den Sanierungswohnungen zwar Strahlung ausgesetzt, diese Exposition aber begrenzt war (unter dem Grenzwert der Jahresdosis für beruflich strahlenexponierte Personen).

2.3.3 Innenraumsanierungen

Sanierungsmerkmale

Gemäss Stand am 31. Dezember 2018 ist die Sanierung bei 42 Gebäuden abgeschlossen und bei 5 Gebäuden im Gang. Die Sanierung bestand fallweise aus der Entfernung von kontaminierten Gegenständen (Teppiche, Radiatoren, Schränke), von Parkett und Isolation oder Zwischendecken oder dem Abschleifen von Oberflächen. Das radiumkontaminierte Abfallvolumen pro Sanierung beläuft sich durchschnittlich auf 2.4 m³ brennbare Abfälle, 0.4 m³ inerte deponierfähige Abfälle und weniger als 0.1 m³ Abfälle, die an die Sammelstelle des Bundes beim Paul-Scherrer-Institut (PSI) abzuliefern sind. Somit ist der Grossteil des Abfallvolumens (80 %) brennbar, und weniger als 4 Prozent muss beim PSI als radioaktiver Abfall abgeliefert werden.

Bisher haben alle Sanierungen das Ziel erreicht, die Dosis für die Nutzerinnen und Nutzer auf unter 1 mSv/Jahr zu reduzieren. Die Sanierungen werden in zwei Qualitätsstufen eingeteilt:

- Sanierung «radiumfrei»: gemäss Diagnoseprotokoll sind keinerlei Spuren von Radium mehr messbar; von den 42 sanierten Gebäuden gehören 11 dieser Kategorie an.
- Sanierung mit leichten Restspuren; von den 42 sanierten Gebäuden weisen 31 leichte Restspuren auf.

Die Dauer der Sanierung ist ein sensibler Punkt für die Nutzerinnen und Nutzer. Es wurde viel unternommen, um diese auf ein Minimum zu beschränken. Bisher waren keine Nutzungsvorbehalte nötig, um den Schutz der Bewohnerinnen und Bewohner sicherzustellen. Die Dauer der Sanierung (inkl. Instandstellung) betrug in 45 Prozent der Fälle weniger als 1 Monat, in 37 Prozent der Fälle zwischen 1 und 3 Monate und in 18 Prozent der Fälle mehr als 3 Monate. Eine lange Dauer ist zum Teil mit Auflagen der Mieterinnen und Mieter verbunden, für die die Sanierung mit grossen Einschränkungen ihrer Wohnsituation verbunden sein kann.

Dekontaminations- und Instandstellungskosten

In den meisten Fällen waren die Voraussetzungen für die gesamte oder teilweise Übernahme der Kosten durch den heutigen Eigentümer nicht erfüllt oder der Anteil wäre so gering gewesen, dass er in keinem Verhältnis zu seiner Abklärung gestanden wäre. Aus diesem Grund und um die Umsetzung des Aktionsplans nicht zu gefährden, trägt der Bund in den meisten Fällen die Kosten der Sanierung, gegebenenfalls mit Beteiligung Dritter. Im Durchschnitt betragen die von Fall zu Fall sehr unterschiedlichen Sanierungskosten 35 000 Franken für die Beseitigung der Kontamination und 15 000 Franken für die Instandstellung. Die Kosten für die Dekontamination machen somit durchschnittlich 70 Prozent der Gesamtkosten aus.

Personaleinsatz für Innenraumsanierungen

Die BAG-Mitarbeitenden sind an der Planung der Sanierung beteiligt, insbesondere bei den zusätzlichen Messungen zur Klärung der Sanierungsmethoden, bei der Überwachung der beauftragten Unternehmen zusammen mit der Suva sowie den Messungen zur Schlusskontrolle. Der Einsatz der BAG- und Suva-Mitarbeitenden pro Gebäudesanierung beträgt durchschnittlich rund 30 Stunden für zwei Mitarbeitende ohne Reisezeit.

2.3.4 Aussenraumsanierungen

Die Sanierung ist bei 46 Aussenbereichen abgeschlossen und bei 3 weiteren im Gang (Stand 31. Dezember 2018). Die Aussenraumsanierung besteht in der Entfernung von Erde oder Material (Kies, bodenbildendes Material), deren spezifische Radiumaktivität 1000 Bq/kg übersteigt. Die in den Proben gemessene Radiumkonzentration beträgt durchschnittlich 29 000 Bq/kg mit extremen, im Rahmen der Strahlenüberwachung in der Schweiz bisher nie gemessenen Höchstwerten bis zu 670 000 Bq/kg. Es wurde eine Methode zur Abschätzung der Bodenkontamination ohne spektrometrische Analyse im Labor entwickelt. Mit dieser Methode kann die Fläche und Tiefe des direkt betroffenen Bodens für die Aushubarbeiten vor Ort bestimmt werden. Das durchschnittliche Volumen pro Aussensanierung beträgt rund 30 m³, die durchschnittliche Fläche 50 m². Das Ausmass ist jedoch von Fall zu Fall sehr unterschiedlich. Seit Beginn des Aktionsplans wurden über 1200 Messungen durch das akkreditierte BAG-Labor durchgeführt, insbesondere an Bodenproben im Rahmen der Begleitung und Validierung der Sanierungsentscheide und der Abfallentsorgung.

Sanierungskosten

Die Erde und das entfernte Material werden in bereitgestellten Mulden in der Nähe vorübergehend zwischengelagert. Der sanierte Bereich wird auf den ursprünglichen Standard vor den Arbeiten instandgestellt. Die Kosten für eine Aussenbereichssanierung liegen bei durchschnittlich 25 000 Franken, die sich zu ungefähr gleichen Teilen auf die Dekontamination und die Instandstellung verteilen.

Personaleinsatz für Aussenraumsanierungen

Die BAG-Mitarbeitenden sind an der Planung der Sanierung beteiligt, bei der Überwachung der beauftragten Unternehmen und bei den Bodenmessungen, um die Aushubfläche und -tiefe zu bestimmen. Der Einsatz von zwei Mitarbeitenden für die Begleitung einer Aussenraumsanierung beträgt durchschnittlich 20 Stunden ohne Reisezeit.

2.3.5 Entsorgung der Abfälle

Schwach kontaminierte brennbare Abfälle werden nach Artikel 116 StSV mit Zustimmung des BAG und nach Mitteilung an die Kantone in Kehrichtverbrennungsanlagen verbrannt. Dabei darf die wöchentlich zur Verbrennung zugelassene Aktivität das Tausendfache der Bewilligungsgrenze der StSV, das heisst 2 MBq für Radium, nicht überschreiten. Schwach kontaminierte inerte Abfälle werden nach Artikel 114 StSV mit Zustimmung des BAG, des Kantons und des Deponiebetreibers auf einer Deponie abgelagert. Die spezifische Aktivität des radiumhaltigen Abfalls darf das Tausendfache der Befreiungsgrenze der StSV, das heisst 10 000 Bq/kg für Radium, nicht überschreiten. Abfälle mit einer Kontamination über den für eine Entsorgung durch Verbrennung oder Ablagerung auf einer Deponie unter Aufsicht des BAG zulässigen Werten werden an die Sammelstelle des Bundes abgeliefert. Tabelle 4 zeigt

das Volumen der Abfälle aus den Sanierungen bis Ende 2018 mit ihrer vorschriftsgemässen Entsorgung auf.

Entsorgung	Abfallvolumen [m³]
Verbrennung (4 Anlagen)	118
Ablagerung in Deponie (3 Anlagen)	1441
Entsorgung an Sammelstelle des Bundes	2

Tabelle 4: Volumen der Abfälle aus dem Aktionsplan Radium

2.4 Überwachung von potenziell radiumkontaminierten ehemaligen Deponien

2.4.1 Kurzübersicht Problematik

Das BAG hat bei Deponien, die vor 1970 in Betrieb waren und radiumkontaminierte Abfälle enthalten könnten, für eine sachgerechte Weiterverfolgung und Überwachung zu sorgen, insbesondere wenn der Standort saniert oder wiederhergestellt werden muss. Dieser Teil des Aktionsplans wird in enger Zusammenarbeit mit dem BAFU sowie den von den Standorten betroffenen Gemeinden und Kantonen umgesetzt.

2.4.2 Ermittlung

Die kantonalen Kataster der belasteten Standorte enthalten über 15 000 ehemalige Deponien. Die Einrichtung einer radiologischen Überwachung für alle diese Deponien ist nicht möglich und auch nicht sinnvoll. Deshalb haben das BAG und das BAFU Kriterien zur Ermittlung der Standorte definiert, die potenziell radiumkontaminierte Abfälle enthalten könnten und, namentlich bei einer Öffnung, zu überwachen sind. Der Ansatz besteht darin, Deponien, die zwischen 1920 und 1970 betrieben wurden und sich in der Nähe von potenziell radiumkontaminierten Liegenschaften befinden, in Kategorien einzuteilen, wobei die Nähe nach folgenden Kriterien definiert wird:

- Deponien in Gemeinden, die von mindestens einer potenziell radiumkontaminierten Liegenschaft betroffen sind.
- Deponien im Umkreis von zwei Kilometern um die Gemeinden Biel, La Chaux-de-Fonds und Granges, wo sich die Mehrheit der potenziell radiumkontaminierten Liegenschaften befindet.

2.4.3 Einteilung

Das BAG arbeitet daran, die Deponien, welche die unter 2.4.2 genannten Kriterien erfüllen, in drei Risikokategorien einzuteilen, namentlich nach der Anzahl Liegenschaften pro Deponie und der Präsenz eines bedeutenden Abfallerzeugers:

1. Deponie, «bei der keine Belastung durch die Präsenz radiumkontaminierter Abfälle zu erwarten ist»: Da es sich um die niedrigste Risikostufe handelt, besteht kein Handlungsbedarf.
2. Deponie, «die Strahlenschutzmassnahmen bei Öffnung erfordert»: Da die Präsenz radiumkontaminierter Abfälle wahrscheinlich ist, müssen im Falle der Öffnung eine systematische Sortierung des Aushubs erfolgen und Schutzmassnahmen für die Mitarbeitenden getroffen werden.

3. Deponie, «die eine radiologische Überwachung erfordert»: In den seltenen Fällen, in denen grosse Mengen radiumkontaminierter Abfälle in der Deponie vorhanden sind (oder ein starker Verdacht dafür besteht), erfolgt eine langfristige radiologische Überwachung. Dieser Fall ist nur möglich, wenn sich in der Gemeinde ein bedeutender Abfallerzeuger (Hersteller radiumhaltiger Leuchtfarbe oder Unternehmen, das grosse Mengen dieser Farbe verwendete) befand.

Deponien mit einer geringen bis sehr geringen Wahrscheinlichkeit, radiumkontaminierte Abfälle zu enthalten, werden somit in die erste Kategorie eingeteilt. Das gilt beispielsweise für alle Deponien in Gemeinden mit nur einer Liegenschaft, in der mit Leuchtfarbe gearbeitet wurde, sofern in dieser Liegenschaft kein bedeutender Hersteller oder Nutzer von Leuchtfarbe ansässig war.

Deponien, bei denen die Präsenz radiumkontaminierter Abfälle wahrscheinlich ist, werden in die zweite Kategorie eingeteilt. Die Deponien in den Städten Biel, La Chaux-de-Fonds und Granges (insgesamt 41) wurden bereits in diese Kategorie eingeteilt. Rund 150 weitere Deponien in 35 Gemeinden könnten hinzukommen. Allerdings fehlen noch Informationen (z.B. Betriebszeitraum), um die Einteilung abzuschliessen.

Wenn in der Gemeinde ein bedeutender Hersteller oder Nutzer von Leuchtfarbe ermittelt wurde und die Präsenz erheblicher Mengen radiumkontaminierter Abfälle in der Deponie erwiesen ist (oder stark vermutet wird), wird diese in die dritte Kategorie eingeteilt.

Der gewählte Ansatz für die Auswahl und Einteilung der Deponien wurde Anfang 2019 vom Lenkungsausschuss des Aktionsplans gutgeheissen und wird den Kantonen im Frühjahr 2019 vorgelegt.

2.4.4 Massnahmen für die verschiedenen Deponiekategorien

Obwohl die Zahl der nach den Kriterien unter 2.4.2 klassifizierten Deponien immer noch hoch ist, ist die Präsenz radiumkontaminierter Abfälle in der Regel lokal sehr begrenzt. Das gesundheitliche Risiko ist sehr gering, sofern die ehemaligen Deponien geschlossen und die potenziell kontaminierten Abfälle nicht zugänglich sind. Die Sickerwasseranalysen, die in 5 ehemaligen Deponien in Biel, La Chaux-de-Fonds und Teufen im Rahmen des Aktionsplans Radium durchgeführt wurden, haben gezeigt, dass auch bei Auftreten von radiumkontaminierten Abfällen in solchen Deponien die Konzentrationen im Wasser gering bis sehr gering sind und die Trinkwasserqualität nicht beeinträchtigt wird.

Folglich ist eine langfristige radiologische Überwachung einer Deponie mit periodischer Radiummessung in Sickerwasserproben nur in seltenen Fällen vorgesehen, nämlich bei Verdacht auf erhebliche Mengen radiumkontaminierter Abfälle (Deponie, die gemäss ihrer Einstufung «eine radiologische Überwachung erfordert»). Wie weiter oben erwähnt, ist dies nur möglich, wenn im Rahmen der historischen Nachforschungen ein bedeutender Hersteller oder Nutzer von Leuchtfarbe in der Gemeinde ermittelt wurde. Diese Massnahmen sollen sicherstellen, dass die Wasserqualität langfristig nicht beeinträchtigt wird.

In allen anderen Fällen sind keine besonderen Massnahmen vorgesehen, solange die Deponie geschlossen bleibt.

Im Falle der Öffnung einer Deponie, bei der die Präsenz radiumkontaminierter Abfälle wahrscheinlich ist (Deponie, die gemäss ihrer Einstufung «Strahlenschutzmassnahmen bei Öffnung erfordert»), müssen besondere Verfahren vorgesehen werden, um die Mitarbeitenden vor dem Expositionsrisiko zu schützen und die Freisetzung kontaminierter Materialien in die Umwelt zu verhindern. Die in diesem Fall umzusetzenden Strahlenschutzmassnahmen

wurden den betroffenen Kantonen bereits vorgelegt. Ende 2016 wurde ihnen ein Schreiben mit dem anzuwendenden Verfahren zugesandt.

Die Liste der Deponien, die gemäss ihrer Einstufung «Strahlenschutzmassnahmen bei Öffnung erfordern», wird den betroffenen Kantonen bis Mitte 2019 zugestellt. Das Ziel ist, dass in den kantonsinternen Katastern ein entsprechender Vermerk erfasst wird, damit die Information erhalten bleibt. Wie unter 2.4.3 erwähnt, sollte die Gesamtzahl der Deponien, die im Falle einer Öffnung Strahlenschutzmassnahmen erfordern, zwischen 100 und 200 liegen.

2.5 Arbeitsschutz und Überwachung

Der Schutz der Arbeitnehmenden beschränkt sich nicht auf das Expositionsrisiko im Zusammenhang mit Radium, sondern umfasst auch das Asbestrisiko, das nach wie vor in vielen Gebäuden besteht, sowie das Risiko chemischer Schadstoffe im Aussenbereich. Damit gehen teils zusätzliche Schutzmassnahmen bei Arbeiten im Gebäude (Maske mit Luftansaugung und Spezialanzug, Einrichten einer entsprechenden Schleuse, Dusche und stärkere Belüftung) und besondere Vorkehrungen bei der Untersuchung und Probenentnahme im Aussenbereich einher. Deshalb werden bei Radiumsanierungen vermehrt Asbestsanierungsfirmen beigezogen, und bei komplexen Aussenbereichsfällen müssen Mischbelastungen berücksichtigt werden, was sich auf die Dauer der Sanierung auswirkt.

Das für die Diagnose und Sanierung eingesetzte BAG-Personal wird nach den Bestimmungen für beruflich strahlenexponierte Personen gemäss Dosimetrieverordnung dosimetrisch überwacht. Die Überwachung besteht aus zwei Komponenten:

- Überwachung der externen Bestrahlung: Tragen eines Dosimeters, das jeden Monat ausgewertet wird.
- Überwachung der Inkorporation; halbjährliche Urinanalyse der Radiumkontamination.

Die Überwachungsergebnisse zeigen keine Exposition der Beteiligten, weder bei der externen Dosimetrie noch bei der Inkorporation. In Bezug auf chemische Schadstoffe soll das eingesetzte Personal mit entsprechenden Messsets ausgestattet werden. Beauftragte Sanierungsfirmen verfügen über eine Bewilligung gemäss StSV. Damit sind die Anforderungen an die dosimetrische Überwachung ihrer Mitarbeitenden festgelegt und werden überwacht.

3 Kommunikation und Förderung eines offenen Dialogs

3.1 Grundsatz und Vorgehen nach Aktionsplan

Es ist eine Zusammenarbeit auf allen Verwaltungsebenen – Bund, Kantone, Gemeinden – notwendig, mit klar festgelegten Rollen und Verantwortlichkeiten. Das Anliegen einer guten Kommunikation steht im Zentrum des Aktionsplans, denn Missverständnisse zwischen den Akteuren könnten negative Auswirkungen auf die Umsetzung des Projekts haben.

Es werden grosse Anstrengungen unternommen, um die wirksame Kommunikation mit Eigentümern und Mietern zu fördern und die Privatsphäre zu wahren. Dazu gehört die Kontaktaufnahme mit den kantonalen und kommunalen Behörden vor den ersten Messungen. Für die Messungen wird eine persönliche Beziehung unter den betroffenen Personen vor Ort und den vom BAG koordinierten Messteams geschaffen und laufend über die Ergebnisse informiert. Bei der Sanierung sprechen sich alle Beteiligten für die Planung untereinander ab, damit die Sanierung den Bedürfnissen der einzelnen Beteiligten bestmöglich gerecht wird.

3.2 Kontakt mit Kantonen und Gemeinden

Die betroffenen Gemeinden und Kantone werden systematisch zu den Sitzungen der Begleitgruppe eingeladen. Sie erhalten alle drei Monate eine Information über die durchgeführten Diagnosen und Sanierungen auf ihrem Gebiet. Zudem finden Kontakte zur Lösungssuche für die vorübergehende Zwischenlagerung, die Ablagerung in Deponien und die Verbrennung von schwach kontaminierten Abfällen nach StSV statt.

Die Sanierung von Liegenschaften mit gemischter – chemischer und radiologischer – Belastung wird mit den Kantonen im Einvernehmen mit dem BAFU abgesprochen. Dazu gehört auch die finanzielle Beteiligung der Kantone am Aktionsplan (siehe Kapitel 4).

3.3 Kontakt mit Eigentümern und Mietern

Das Vorgehen zur Information der Eigentümer- und Mieterschaft hat sich bewährt. So konnten einige kritische Situationen zur Zufriedenheit aller Beteiligten gelöst werden, wie bei einem Kindergarten in einem kontaminierten Gebäude oder Fragen des Sanierungspersonals vor Ort. Zufriedenheitsumfragen bei den Mieterinnen und Mietern und den Eigentümern sowohl zur Diagnose als auch zur Sanierung haben ergeben, dass die Befragten zum Grossteil (über 95 %) damit zufrieden waren. Zum Vorgehen wurden keine Kommentare abgegeben.

3.4 Rolle der Begleitgruppe

Die Begleitgruppe besteht aus Vertretern der wichtigsten Beteiligten, namentlich der betroffenen Kantone und Gemeinden sowie der Uhrenindustrie. Der Stand der Arbeiten wird an jährlichen Sitzungen der Gruppe vorgestellt.

Die Begleitgruppe befasste sich hauptsächlich mit der Unterstützung der Kantone bei der Entsorgung schwach kontaminierter Abfälle auf Deponien und durch Verbrennungsanlagen. Ebenfalls erörtert wurde die Aufnahme der Radiummessung potenziell radiumkontaminierter Deponien in die kantonalen und kommunalen Überwachungs- und Sanierungsprogramme. Die Begleitgruppe hat ihre Vermittlungsfunktion zu den Verwaltungsbehörden der Kantone und Gemeinden erfüllt. Die Rückmeldungen der Mitglieder waren überwiegend positiv und haben die Strategie der Verantwortlichen für die Umsetzung des Aktionsplans gestärkt.

3.5 Information der Öffentlichkeit

Die Öffentlichkeit wird via Internetseite des BAG und den Jahresbericht *Strahlenschutz und Überwachung der Radioaktivität in der Schweiz* [7] regelmässig über den Stand der Arbeiten informiert. Ausserdem wird in Medienmitteilungen über besondere Massnahmen wie Aushubarbeiten auf der ehemaligen Deponie Lischenweg in Biel informiert.

Journalistinnen und Journalisten stellen BAG-Mitarbeitenden oft Fragen zum Aktionsplan. Dabei wird besonders darauf geachtet, die Massnahmen zu erläutern. An Uhrenmessen oder Flohmärkten haben BAG-Mitarbeitende an Ständen radiumhaltige Gegenstände (Zeiger, Zifferblätter, Leuchtfarben) gefunden. Seit Inkrafttreten der neuen StSV per 1. Januar 2018 dürfen diese Gegenstände nur noch von Personen mit einer Bewilligung des BAG verwendet werden. Eine Weisung dazu ist in Arbeit. Es ist zudem ein Film zu den Aktivitäten des Aktionsplans in Vorbereitung, um die betroffenen Kreise und die Öffentlichkeit noch besser zu erreichen.

4 Ressourcen des Aktionsplans

4.1 Personelle Ressourcen

Die Mitarbeitenden des BAG, die die beiden vom Bundesrat für 2016-2019 bewilligten Stellen innehaben, sind hauptsächlich für die Durchführung der Diagnosen und die Überwachung der Sanierungen zuständig. Einige Aufgaben werden von der Abteilung Strahlenschutz wahrgenommen, wie die Datenbankverwaltung und die administrativen Kontakte mit Eigentümern, Mietern und Dienstleistern bei den Sanierungen, die Abfallentsorgung, die Entwicklung neuer Messmethoden zur Erleichterung der Abfallsortierung sowie die Laboranalyse von Proben.

Darüber hinaus wurden verschiedene Verträge mit Externen für die Durchführung von Messungen und mit spezialisierten Firmen für die Sanierungen, den Transport und die Entsorgung der Abfälle abgeschlossen. Zudem wurden Architekturbüros mit der Planung der Arbeiten und der Überprüfung der Rechnungen beauftragt. Das diesbezügliche Volumen wird je nach Verlauf des Aktionsplans angepasst.

Bei den Mitarbeitenden des BAG und den Externen ist ein Lernprozess mit der Entwicklung spezifischer Kompetenzen zur Problematik der Diagnose und Sanierung zu beobachten. Die wirksame Umsetzung des Aktionsplans wird dadurch erheblich verbessert. Das erleichtert den Umgang mit komplexen Problemen vor Ort wie beispielsweise Mischbelastungen und erklärt teilweise die übertroffenen Diagnoseziele die bis Ende 2019 erreicht werden sollten.

4.2 Finanzielle Ressourcen

Das vom Bundesrat für den Aktionsplan Radium 2015-2019 bewilligte Budget dient einerseits der Finanzierung der Aufgaben im Zusammenhang mit dem Auftrag des BAG (Suche und Kontrolle der potenziell kontaminierten Liegenschaften, Begleitung bei der Sanierung und Abfallentsorgung) und andererseits der Durchführung von Sanierungen, sofern das Verursacherprinzip nicht anwendbar ist, wobei die Kontamination in den meisten Fällen nicht den heutigen Eigentümern der Liegenschaften zugeschrieben werden kann. Zu dieser Frage wurde bei der Lancierung des Aktionsplans ein Rechtsgutachten erstellt [8]. Bisher kam das Verursacherprinzip in 13 Fällen für einen Gesamtbetrag von 650 000 Franken zur Anwendung. Mit den vom Bundesrat bereitgestellten Ressourcen für Personal, Durchführung und Gesundheitsschutz kann das ursprüngliche Ziel mit 500 Liegenschaften bis Ende 2019 erreicht werden.

Auf Empfehlung des Bundesrats wurden die wichtigsten Partner, namentlich die betroffenen Kantone und Gemeinden sowie die Uhrenindustrie, um eine freiwillige Beteiligung an der Finanzierung des Radiumaktionsplans 2015-2019 ersucht. Der erwartete Finanzierungsanteil sollte mindestens 10 Prozent des Bundesbeitrags ausmachen. Die am stärksten betroffenen Kantone Neuenburg, Bern und Solothurn haben eine Beteiligung von 280 000 Franken bis Ende 2019 zugesagt. Hinzu kommt die Unterstützung bei der Infrastruktur, die von der Stadt Biel sowie den Kantonen Genf und Solothurn geleistet wird. Die damit verbundenen Kosten entsprechen 20 000 Franken pro Jahr.

Die Ausgaben und Einnahmen, die mit der Umsetzung des Radiumaktionsplans 2015-2019 verbunden sind, werden in Tabelle 5 dem vom Bundesrat bis 2019 genehmigten Budget gegenübergestellt.

Ausgaben	2016	2017	2018	2019
Vom Bund budgetierte Ressourcen ¹⁾	1'000'000	1'500'000	1'500'000	1'000'000
Effektive Kosten	959'000	2'196'000	1'490'000	läuft

¹⁾ Ohne Personalaufwand (Fr. 360'000 pro Jahr)

Einnahmen	2017	2018	2019
Finanzielle Beteiligung der Kantone ²⁾	65'000	110'000	105'000

²⁾ Ohne Unterstützung bei der Infrastruktur (Fr. 20 000 pro Jahr)

Tabelle 5: Finanzielle Ressourcen zur Umsetzung des Aktionsplans bis Ende 2019

5 Fazit zum Aktionsplan Radium per 31. Dezember 2018

5.1 Fazit zu den historischen Nachforschungen

Das Historische Institut der Universität Bern hat den Auftrag sehr kompetent ausgeführt und mit einem Bericht an das BAG Anfang 2018 abgeschlossen. Der Bericht ist auf der Internetseite des BAG verfügbar. Anhand der systematischen Analyse der Archive in den am stärksten betroffenen Kantonen hat die Universität Bern rund 900 potenziell mit Radium kontaminierte Liegenschaften ermittelt. Diese Zahl ist deutlich höher als die ursprüngliche Schätzung von 500 Liegenschaften bei der Erstellung des Aktionsplans. Eine Untersuchung der Archive in Basel-Landschaft, Genf und Waadt sowie des *Centre jurassien d'archives et de recherches économiques* könnte laut dem historischen Forschungsbericht rund 100 zusätzliche Objekte zu Tage fördern, die in der aktuellen Erhebung nicht enthalten sind (siehe dazu Kapitel 6).

5.2 Fazit zur Diagnose

Der Aufwand für die Durchführung einer Diagnose hängt von der Fläche der Liegenschaft und vom Grad der Kontamination ab. Sind Spuren von Radium vorhanden, sieht das Vorgehen zusätzliche Messungen vor, um die maximale Exposition der Bewohnerinnen und Bewohner zu bestimmen. Diese Situation macht die Planung schwieriger. Bisher wurden 540 Liegenschaften diagnostisch untersucht (Stand 31. Dezember 2018). Das Ziel des Aktionsplans ist damit übertroffen. Die Eigentümer sowie die Kantone und Gemeinden wurden informiert, wenn Bereiche der Liegenschaften nicht zugänglich waren. Das Ziel, 500 Liegenschaften zu prüfen (gemäss dem ursprünglichen Umfang des Aktionsplans) ist somit bereits erreicht. Es wird davon ausgegangen, dass bis Ende 2019 ca. 600 Liegenschaften untersucht sind. Die Auswirkungen der Ausweitung dieses Umfangs aufgrund der historischen Untersuchung wird in Kapitel 6 beschrieben.

5.3 Fazit zur Sanierung

Gemäss Stand vom 31. Dezember 2018 sind 100 Liegenschaften als sanierungsbedürftig klassifiziert. Bei 74 davon ist die Sanierung bereits abgeschlossen oder im Gang.

Bei der Sanierung sind einige besondere Situationen aufgetreten:

- Fälle von ehemaligen Industriestandorten, die im Altlastenkataster aufgeführt sind und eine teils hohe Radiumkontamination aufweisen, sind mit erheblichem Sanierungsaufwand verbunden; es musste Kontakt mit den zuständigen kantonalen Stellen aufgenommen werden, was den Sanierungsprozess komplizierter macht und verlängert; für solche Mischbelastungen braucht es ein spezifisches und koordiniertes Vorgehen zwischen BAG, BAFU, Kantonen und Eigentümern.
- Standorte unter Denkmalschutz; in diesen Fällen ist eine Koordination auch mit den dafür zuständigen kantonalen Stellen erforderlich, die das Vorgehen verzögert.
- In einem Fall hat der Eigentümer die Sanierung verweigert; der betreffende Kanton wurde informiert und ein Vermerk im Kataster vorgeschlagen, um dem Problem bei einer Renovation oder einem Verkauf der Liegenschaft Rechnung zu tragen.

Lücken des Sanierungsprozesses

Die bisherigen Sanierungen gewährleiten die Einhaltung der Richtwerte für die Bewohnbarkeit der Gebäude und die aktuelle Nutzung der Aussenbereiche. Dabei wird aber nicht berücksichtigt, dass auch weite Teile der Leitungen, Kanalisationen und tiefe Erdschichten solcher Liegenschaften mit Radium belastet sein können. Dieser Sachverhalt ist nicht Bestandteil des Aktionsplans. Die dadurch vorhandenen Risiken betreffen primär die Arbeitssicherheit und den Umweltschutz (Verschleppung und unsachgemässe Entsorgung).

Stärken des Sanierungsprozesses

Radonmessungen in Sanierungsgebäuden haben erwartungsgemäss ergeben, dass mit der Reduktion des Radiums die Radonkonzentration in den Wohnungen mehr oder weniger stark reduziert werden konnte. Zudem werden Massnahmen zur Radonreduktion bei Bedarf optimiert. Die Betreiber von Deponien und Verbrennungsanlagen sowie die Behörden der betroffenen Kantone und Gemeinden haben die Entsorgung schwach kontaminierter Abfälle aus den Sanierungen erheblich erleichtert. Dieser verdankenswerte Dienst für die Allgemeinheit ist ein wichtiges Glied in der Umsetzung des Aktionsplans.

5.4 Fazit zur Überwachung von Deponien

Die potenziell kontaminierten Deponien wurden identifiziert. Angesichts der grossen Zahl wurde beschlossen, ihre Überwachung dem Untersuchungs- und Sanierungsprogramm der belasteten Standorte anzugliedern, für das die Kantone zuständig sind. Das Vorgehen für die Untersuchung dieser Standorte wurde festgelegt.

Die Eingliederung in das allgemeinere Programm der Sanierung von belasteten Standorten nach AltIV wird durch Faktoren gesteuert, auf die der Aktionsplan Radium keinen Einfluss hat. Der Horizont des Programms geht mit einer Realisierung bis 2040 weit über den Zeitplan des Aktionsplans hinaus. Die Aufgaben, welche das BAG betreffen, werden in die dessen Aufsichtstätigkeit integriert und mit den bestehenden Ressourcen umgesetzt.

5.5 Evaluation des Aktionsplans durch das CEPN

Das BAG ist sowohl für die Umsetzung des Aktionsplans Radium als auch für die Aufsicht der Tätigkeiten mit ionisierenden Strahlen zuständig. Um sicherzustellen, dass die Good Practice im Strahlenschutzbereich nicht beeinträchtigt wird, weil die gleiche Stelle beide Aufgaben wahrnimmt, erhielt das *Centre d'études sur l'évaluation de la protection dans le domaine*

nucléaire (CEPN) in Frankreich den Auftrag, die Umsetzung des Aktionsplans zu evaluieren. Das CEPN hat ein Analyseraster zu den wichtigsten Aspekten des Aktionsplans erstellt und Interviews mit den wichtigsten Akteuren des Aktionsplans durchgeführt. Der vom CEPN ausgearbeitete Evaluationsbericht bestätigt die Gültigkeit der vom Bundesrat beschlossenen Massnahmen und die vom BAG entwickelte Strategie für deren Umsetzung.

5.6 Spezifische Erkenntnisse

Aus der Bilanz ergeben sich die folgenden spezifischen Erkenntnisse:

Die systematische historische Nachforschung hat gezeigt, dass diese Suche eine zentrale Rolle spielt, um die Zahl der potenziell kontaminierten Liegenschaften nicht zu unterschätzen. Die Suche ist nicht einfach, denn die Archivierung ist unterschiedlich und unvollständig insbesondere in Bezug auf die Untervergabe von Heimarbeit.

Im operativen Bereich ist es wichtig, ein klares Vorgehen für den Kontakt mit Eigentümern und Mietern, die Durchführung der Messungen, die Planung der Sanierung sowie den Arbeitnehmerschutz und die Abfallentsorgung festzulegen. Entscheidend in diesem Zusammenhang ist eine aktive und transparente Kommunikation.

Die Regeln für die Kostenübernahme bei den Sanierungen sind von Anfang an festzulegen, um nicht unverhältnismässige Kosten zu riskieren, die den Abschluss der Arbeiten gefährden könnten. Als wirksam haben sich die Wahl der Referenzkriterien für den Sanierungsentscheid, die Nichtübernahme der unter Eigentümern und Mietern zu regelnden Nebenkosten sowie die Kontrolle der Baustelle und der Offerten für die Sanierungs- und Instandstellungsarbeiten durch ein Architekturbüro erwiesen.

Räume, in denen Radium verwendet wurde, bleiben dauerhaft kontaminiert. Über 100 Jahre nach der Verwendung sind in 19 Prozent der potenziell betroffenen Liegenschaften noch Kontaminationen festzustellen, die zu einer Exposition über dem Grenzwert für die Bevölkerung von 1mSv/Jahr führen. Eine längere Nahexposition gegenüber Staub oder Rückständen dieses hoch radiotoxischen Elements kann das Krebsrisiko erhöhen. Dazu ist zu sagen, dass mit der Radiumsanierung auch die aus dem Radium in den Gebäuden stammende Radonexposition gesenkt und allfällig zusätzlich bestehende Asbestbelastungen eliminiert werden können sofern diese zusammen mit dem Radium angetroffen werden.

Der Aktionsplan wird es bis Ende 2019 bei rund 100 Liegenschaften ermöglichen, die Verstreuung und illegale Entsorgung von Radium in hohen Konzentrationen zu verhindern. Die Konzentrationen liegen dabei deutlich über den empfohlenen internationalen Standards. In nahezu 100 Liegenschaften wird dank der Dekontamination von Wohnräumen und der Bodenschicht (0-30 cm) in Aussenbereichen eine deutliche und nachhaltige Reduzierung des Expositionsrisikos für den Menschen bis Ende 2019 erreicht sein. Die Verlängerung des Aktionsplans bis Ende 2022 soll zur Bewältigung radiumbedingter Kontamination bei schätzungsweise 80 weiteren Liegenschaften führen.

Im Verlauf des Aktionsplans wurden Probleme deutlich, die seinen ursprünglichen Rahmen übersteigen. Dazu gehören die Deponien mit potenziell radiumhaltigen Abfällen und der Umgang mit gemischten (chemischen und radiologischen) Belastungen. In Absprache mit dem BAFU und den Kantonen werden geeignete Lösungen im Rahmen der Altlastenbearbeitung gesucht, um den Schutz der Bevölkerung, der Arbeitnehmenden und der Umwelt langfristig sicherzustellen. Angesichts der jüngsten Beobachtungen vor Ort kann sich die Radiumproblematik in den betroffenen Regionen auch auf Abwasserleitungen, Klärgruben usw. erstrecken, die über den Aktionsplan hinausgehen. Den am meisten betroffenen

Kantonen wird nahegelegt, diese Tatsache bei entsprechenden Projekten zu berücksichtigen um die Arbeitssicherheit und den Umweltschutz sicherstellen zu können.

Schliesslich ist auf das grosse Interesse der internationalen Gemeinschaft an den Ergebnissen des Schweizer Aktionsplans und seiner Entwicklung zu verweisen. Die Erkenntnisse daraus stellen eine Erfahrung im Umgang mit erheblichen radiologischen Altlasten dar, die nach den neuen Empfehlungen der ICRP als bestehende Expositionssituation gelten. Die wissenschaftliche Publikation des BAG anlässlich des internationalen Kongresses IRPA (International Radiation Protection Association) ist Teil dieses Prozesses [9].

6 Handlungsbedarf zur Fortsetzung des Aktionsplans Radium

6.1 Programm bis Ende 2019

Mit der Weiterführung des Aktionsplans Radium bis Ende 2019 mit den bereitgestellten Ressourcen sollten folgende Ziele zu erreichen sein:

- Historische Nachforschungen: Abschluss der Suche durch die Analyse einiger kantonaler Archive, die bisher nicht konsultiert wurden.
- Diagnose bei potenziell kontaminierten Liegenschaften: Weiterführung des Programms mit der Untersuchung von rund 600 Liegenschaften bis Ende 2019; dieses Ziel liegt dank verbesserter Effizienz der Verfahren über dem im Aktionsplan festgelegten; es kann aber nicht alle durch die historische Suche ermittelten Liegenschaften abdecken.
- Sanierung kontaminierter Liegenschaften: Fortsetzung des Programms im Hinblick auf die abgeschlossene Sanierung von 100 Liegenschaften bis Ende 2019; dieses Ziel bezieht sich auf die bei der Erstellung des Aktionsplans geschätzte Zahl.
- Überwachung von ehemaligen Deponien: Das Vorgehen zur langfristigen Überwachung der Deponien wird abgeschlossen und die Aufgabe in die bestehende Aufsichtstätigkeit des BAG integriert. Um das geplante Vorgehen zu überprüfen, werden im Rahmen des Aktionsplans Pilotuntersuchungen durchgeführt.

6.2 Verlängerung des Aktionsplans nach 2019

Da die Zahl der betroffenen Liegenschaften höher ist als ursprünglich angenommen, können die Ziele des Aktionsplans nicht bis Ende 2019 erreicht werden. Die Gründe dafür sind beim Fazit zu den einzelnen Stossrichtungen des Aktionsplans in Kapitel 5 genannt. Unter diesen Umständen wird eine Verlängerung des Aktionsplans um drei Jahre beantragt, um bis Ende 2022 folgende Ziele zu erreichen:

- Diagnose bei den auf über 300 geschätzten verbleibenden Liegenschaften 2020-2022.
- Sanierung der auf rund 80 geschätzten kontaminierten Liegenschaften 2020-2022.
- Fälle mit gemischter Belastung: Die im Lauf des Aktionsplans hinzugekommene Problematik erschwert die Radiumsanierung, da harmonisierte Ansätze zwischen Umweltschutz- und Strahlenschutzgesetzgebung fehlen. Besondere Hindernisse sind der Umgang mit gemischten Abfällen und die Kosten für deren Trennung. Um eine akzeptable Lösung für die spezifischen Situationen zu finden, ist ein entsprechender Austausch mit den beteiligten Partnern (BAFU, BAG und Kantone) im Rahmen der Altlastenbearbeitung im Gange.

Für die Verlängerung des Aktionsplans bis 2022 setzt der Bund Ressourcen im Umfang von insgesamt 4 Millionen und 2 Vollzeitstellen ein. Diese sollen ermöglichen, die restlichen potenziell radiumkontaminierten Liegenschaften zu untersuchen und bei Bedarf zu sanieren.

Um die Weiterführung des Aktionsplans vorzubereiten, hat Bundesrat Alain Berset am 28. Januar 2019 einen Runden Tisch mit Vertreterinnen und Vertretern der wichtigsten Akteure organisiert. Bei dieser Gelegenheit unterzeichneten die Kantone Neuenburg, Bern und Solothurn, die sich bereits zu einem Beitrag von 280 000 Franken zum Aktionsplan Radium zwischen 2017 und 2019 verpflichtet hatten, eine Vereinbarung mit dem Bund über einen Gesamtbetrag von 640 000 Franken für den Zeitraum von 2017–2022. Die Uhrenindustrie verpflichtete sich ihrerseits, den Aktionsplan von 2020–2022 mit 400 000 Franken zu unterstützen. Die Gesamtsumme dieser freiwilligen finanziellen Beiträge beläuft sich somit auf 1 040 000 Franken. Hinzu kommt die Unterstützung bei der Infrastruktur, die von der Stadt Biel sowie den Kantonen Genf und Solothurn geleistet wird. Die damit verbundenen Kosten entsprechen rund 20 000 Franken pro Jahr.

7 Schlussfolgerungen

Die Umsetzung des Aktionsplans Radium hat gezeigt, dass das Ausmass und der Grad der Kontamination durch Radiumaltlasten aus der Uhrenindustrie deutlich über den ursprünglichen Annahmen liegen. Unter Berücksichtigung der nicht ganz vollständigen Reichweite der historischen Suche, sind rund 1000 Liegenschaften betroffen. Schätzungsweise 19 Prozent davon müssen saniert werden, um die langfristige Wohnbarkeit ohne nennenswerte Gesundheitsrisiken für die Nutzerinnen und Nutzer zu gewährleisten. Die Situation in den untersuchten Gebäuden kann mithilfe der im Zwischenbericht 2016 beschriebenen Vorgehen ohne grössere Probleme bewältigt werden. Das Gleiche gilt in der Regel für die Aussenbereiche, sofern es sich ausschliesslich um Radiumkontamination handelt. Das Engagement der Eidgenossenschaft vor Ort, um auf die Besorgnisse der Bevölkerung einzugehen, werden als sehr positiv wahrgenommen, was die vom «Centre d'étude sur l'évaluation de la protection dans le domaine nucléaire (CEPN)» durchgeführte Evaluation [10] des Aktionsplans gezeigt hat. Diese Evaluation unterstreicht auch das Interesse der internationalen Strahlenschutzgemeinschaft von den Erfahrungen mit dem Umgang dieses radiologischen Erbes in der Schweiz zu lernen. In diesem Kontext wäre eine Bewertung der angewandten Methoden durch wissenschaftliche Publikationen wünschenswert.

Im Lauf des Aktionsplans sind neu auch Fälle von Mischbelastung chemischer und radiologischer Art aufgetreten. Das ist insbesondere im Hinblick auf die Umnutzung von Industriestandorten, die öffentlich zugänglich gemacht werden, ein potenzielles Problem. Die Behandlung solcher Fälle ist noch offen und erfordert ein koordiniertes Vorgehen aller Beteiligten (BAG, BAFU, Kantone und Betreiber), das mit der Strahlenschutz- sowie der Umweltschutz- und Altlastengesetzgebung vereinbar ist. Diese Problematik setzt wie die der ehemaligen Deponien eine langfristige Betrachtung über mehrere Jahrzehnte und über den Aktionsplan hinaus voraus und wird in die bestehenden Vollzugsaufgaben des BAG gemäss der revidierten Strahlenschutzverordnung integriert.

Abgesehen davon hat der Aktionsplan Radium 2015-2019 die Erwartungen bisher erfüllt. Angesichts des über den Prognosen liegenden Bedarfs sowohl bei der Anzahl potenziell kontaminierter Liegenschaften, den die historische Recherche aufgezeigt hat, als auch bei der Anzahl Sanierungsfälle, wird der Aktionsplan bis Ende 2022 verlängert.

In diesem Kontext sei noch einmal darauf hingewiesen, dass die freiwilligen finanziellen Beiträge der wichtigsten Akteure (Kantone Neuenburg, Bern und Solothurn sowie Uhrenindustrie) sich im Zeitraum von 2017–2022 auf eine Gesamtsumme von 1 040 000 Franken belaufen.

8 Abkürzungen

BAG: Bundesamt für Gesundheit

BAFU: Bundesamt für Umwelt

BABS: Bundesamt für Bevölkerungsschutz

CEPN: Centre d'études sur l'évaluation de la protection dans le domaine nucléaire

FH: Verband des Schweizerischen Uhrenindustrie

ICRP: Internationale Strahlenschutzkommission

IRPA: International Radiation Protection Association

PSI: Paul-Scherrer-Institut

Suva: Schweizerische Unfallversicherungsanstalt

VBS: Eidgenössisches Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport

9 Literatur

[1] Hour Conquest : <https://sites.google.com/site/hourconquest/les-montres-militaires>

[2] Radioaktivität in historischem Material und Bauten der Schweizer Armee ([Link](#))

[3] Radium Aktionsplan in 4 Sprachen (f/d/i/en) verfügbar auf der BAG-Webseite

[4] Zwischenbericht 2016 in 2 Sprachen (f/d) verfügbar auf der BAG-Webseite

[5] Historischer Bericht im Auftrag des BAG:

[https://www.bag.admin.ch/dam/bag/de/dokumente/str/srr/altlasten/gebäude/bericht_histo_radium.pdf.download.pdf/Hist. Bericht Radium Unibe 1.3.18.pdf](https://www.bag.admin.ch/dam/bag/de/dokumente/str/srr/altlasten/gebäude/bericht_histo_radium.pdf.download.pdf/Hist._Bericht_Radium_Unibe_1.3.18.pdf)

[6] ICRP Empfehlungen (Publikation 103) : http://www.icrp.org/docs/P103_French.pdf

[7] Quartalsweise Aktualisierung des Stands des Radium Aktionsplans publiziert auf der BAG-Webseite.

[8] Avis de droit sur les héritages radiologiques au radium (nur auf Französisch) :

<https://www.bag.admin.ch/dam/bag/fr/dokumente/str/srr/radium/altlasten/avis-de-droit-heritages-radiologiques-2015.PDF.download.PDF/avis-de-droit-heritages-radiologiques-2015.pdf.PDF>

[9] REMEDIATION OF RADIUM LEGACIES FROM THE SWISS WATCH INDUSTRY, Radiation Protection Dosimetry, Volume 173, Issue 1-3, 1 April 2017, Pages 245–251, <https://doi.org/10.1093/rpd/ncw335>

[10] Bericht der Evaluation des Radium Aktionsplans durch die CEPN

Anhang: Übersichtsdiagramm der Abläufe des Aktionsplans Radium

