



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI

Bundesamt für Gesundheit BAG

Bilanz des Aktionsplans Radium 2015–2023

Schlussbericht zuhanden des Bundesrats

Impressum

Herausgeber

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 2024

Inhalt

Zusammenfassung	4
1. Einleitung	5
2. Rechtliche Grundlagen	6
2.1. Ausgangslage bei der Lancierung des Aktionsplans Radium.....	6
2.2. Revision der Strahlenschutzverordnung (StSV) 2018	6
3. Organisation.....	7
4. Ergebnisse der Arbeiten in den vier Stossrichtungen	8
4.1. Historische Nachforschungen.....	8
4.1.1. Inventar der potenziell mit Radium kontaminierten Liegenschaften.....	8
4.1.2. Validierung des Inventars	8
4.2. Untersuchungen der potenziell mit Radium kontaminierten Liegenschaften	9
4.2.1. Messverfahren.....	9
4.2.2. Gesamtergebnisse der Messungen.....	10
4.2.3. Ergebnisse der Messungen in den Wohnungen	13
4.2.4. Ergebnisse der Messungen in den Gärten	14
4.3. Sanierungen der mit Radium kontaminierten Liegenschaften	15
4.3.1. Organisation	15
4.3.2. Gesamtergebnisse der Sanierungen	15
4.3.3. Innenraumsanierungen.....	16
4.3.4. Aussensanierungen	18
4.3.5. Abfallentsorgung.....	19
4.4. Verwaltung von ehemaligen Deponien, die mit Radium kontaminierte Abfälle enthalten könnten	21
4.4.1. Erfassung und Klassifizierung der ehemaligen Deponien.....	21
4.4.2. Schutzmassnahmen nach Risikokategorie	23
4.4.3. Praktische Umsetzung der Verwaltung von ehemaligen Deponien	24
5. Ressourcen des Aktionsplans.....	25
5.1. Finanzielle Ressourcen	25
5.2. Personelle Ressourcen	25
5.3. Bilanz des Ressourceneinsatzes.....	25
6. Bilanz und Erkenntnisse aus dem Aktionsplan	26
6.1. Umgang mit potenziell mit Radium kontaminierten Liegenschaften	26
6.1.1. Historische Nachforschungen.....	26
6.1.2. Untersuchungen	26
6.1.3. Sanierungen	26
6.1.4. Abfallentsorgung.....	27
6.2. Verwaltung von ehemaligen Deponien, die Radiumabfälle enthalten könnten	27
6.3. Erreichung der Schutzziele.....	28
6.3.1. Reduktion des radiologischen Risikos für die betroffene Bevölkerung	28
6.3.2. Reduktion des radiologischen Risikos für die Arbeitnehmenden	29
6.3.3. Reduktion der Kontamination in den Gärten und in der Umwelt	29
6.4. Besondere Erkenntnisse	30
6.4.1. Kommunikation und Engagement der Stakeholder.....	30
6.4.2. Gesetzliche Rahmenbedingungen für den Strahlenschutz bei radiologischen Altlasten.....	31
6.4.3. Auswirkungen auf die Radonkonzentrationen in Wohnräumen	31
6.4.4. Wissenschaftliche Aspekte	31
7. Über den Aktionsplan hinaus zu ergreifende Massnahmen.....	32
7.1. Langfristige Verwaltung der Liegenschaften.....	32
7.1.1. Rückverfolgbarkeit der Information.....	32
7.1.2. Erhalt der Fachkompetenzen.....	32
7.1.3. Langfristige Finanzierung	32
7.2. Langfristige Verwaltung der ehemaligen Deponien	33
7.2.1. Zuständigkeit und Finanzierung.....	33
7.2.2. Erwerb und Erhalt der Fachkompetenzen	33
7.2.3. Begleitung der Strategie für den Umgang mit Radium aus der Uhrenindustrie	33
7.2.4. Aufbau einer Wachsamkeit in Bezug auf Radium-Altlasten, die nicht aus der Uhrenindustrie stammen	34
7.3. Umgang mit radiumhaltigen Gegenständen, Uhren und Uhrenbestandteilen.....	34
7.4. Überlegungen zur Abfallentsorgung	34
8. Schlussfolgerungen und Ausblick	35
Anhang 1: Inventar der potenziell mit Radium kontaminierten Liegenschaften (Stand am 31.12.2023)	36
Anhang 2: Prozess der Klassifizierung der ehemaligen Deponien, die Radiumabfälle enthalten können.....	37

Zusammenfassung

Bis in die 1960er-Jahre wurde in der Uhrenindustrie Radiumfarbe verwendet, um Zeiger und Zifferblätter auf Uhren zum Leuchten zu bringen. Zurück blieben kontaminierte Liegenschaften und ehemalige Deponien, die heute radiologische Altlasten bilden. Im Mai 2015 beauftragte der Bundesrat das EDI (BAG) mit der Umsetzung des Aktionsplans Radium, um das Problem der Altlasten zu bewältigen und den Schutz von Bevölkerung, Arbeitnehmenden und Umwelt sicherzustellen. Der Aktionsplan wurde unter Federführung eines Steuerungsausschusses mit Vertreterinnen und Vertretern von BAG, BAFU und Suva umgesetzt. Eine Begleitgruppe mit den Stakeholdern verfolgte den Prozess. In diesem Bericht wird eine Schlussbilanz zum 2023 abgeschlossenen Aktionsplan gezogen.

Der Umgang mit den Radiumkontaminationen in Liegenschaften umfasste drei Stossrichtungen: historische Nachforschungen zur Identifikation potenziell kontaminierter Liegenschaften, ihre Untersuchung und gegebenenfalls ihre Sanierung. Anhand der Nachforschungen konnte ein Inventar mit rund 1100 Liegenschaften hauptsächlich in den Kantonen BE, NE und SO erstellt werden. Bei 163 dieser Liegenschaften war eine Sanierung notwendig. Dabei wurden die Bewohnerinnen und Bewohner unzulässigen Strahlendosen (>1 mSv/Jahr) ausgesetzt, wobei aber keine sofortigen Schutzmassnahmen angezeigt waren. Durch die Sanierungen konnte die Belastung für die heutigen und künftigen Bewohnerinnen und Bewohner erheblich reduziert und die langfristige Wohnbarkeit der Liegenschaften sichergestellt werden. Die Kosten von durchschnittlich 40 000 Franken pro Sanierung wurden vom Bund übernommen, da die Verursacher der Kontaminationen nur selten ermittelt werden können.

Für die Ermittlung der ehemaligen Deponien, die radiumkontaminierte Abfälle enthalten können, und ihre Risikoeinstufung wurde ein spezifischer Ansatz gewählt. Diese auf den Umgang mit belasteten Standorten gestützte Strategie wurde in Zusammenarbeit mit dem BAFU, der Suva und den betroffenen Kantonen entwickelt. Mehr als 250 Deponien, die bei Aushubarbeiten Strahlenschutzmassnahmen erfordern, wurden identifiziert. Ziel der Massnahmen ist, das Risiko für die Arbeitnehmenden zu verringern und eine Verbreitung der Kontamination in die Umwelt zu verhindern. Der Umgang wurde in einer Wegleitung präzisiert.

Der Aktionsplan hat seine Ziele im Bereich des Schutzes der Bevölkerung, der Arbeitnehmenden und der Umwelt mit einem verhältnismässigen Einsatz von finanziellen Mitteln erreicht. Insgesamt kostete er den Bund knapp 11 Millionen Franken. 15% der untersuchten Liegenschaften waren mit Radium kontaminiert und deren Bewohnerinnen und Bewohner somit einer dauerhaften Belastung ausgesetzt. Durch die umfangreichen historischen Nachforschungen und die grosse Akzeptanz gegenüber den Messungen und Sanierungen konnten diese Expositionen zu angemessenen Kosten deutlich reduziert werden. Der Beizug spezialisierter Sanierungsfirmen trug dazu bei, die Risiken für die Arbeitnehmenden zu minimieren und die Kontamination der Umwelt zu verhindern. Auch die vorgesehenen Strahlenschutzmassnahmen bei der Öffnung von betroffenen ehemaligen Deponien dienen diesen Zielen. Diese Feststellungen wurden in der externen Evaluation bestätigt, welche auch die in der Kommunikation mit der Öffentlichkeit und den Stakeholdern erzielten Fortschritte betonte.

Der Umgang mit radiologischen Altlasten wurde zwar 2018 in die Strahlenschutzverordnung aufgenommen. Aufgrund der Erkenntnisse aus dem Aktionsplan und der laufenden Revision des Strahlenschutzgesetzes, welche die Kostentragung bei Sanierungen nach dem Verursacherprinzip konkretisieren soll, wird sie aber bald erneut anzupassen sein. Die noch offenen Punkte sind auch in die Grundleistungen des BAG aufzunehmen:

- Sicherstellung der Rückverfolgbarkeit der Restkontaminationen in den Liegenschaften und Wissenserhalt für künftige Interventionen, da künftig wahrscheinlich an weiteren Adressen Untersuchungen und möglicherweise Sanierungen erforderlich sein werden.
- Nachverfolgung der ehemaligen Deponien und Wachsamkeit in Bezug auf Deponien, die nicht aus der Uhrenindustrie stammende radiumkontaminierte Abfälle enthalten können.
- Erlangen genauerer Kenntnisse über die aktuelle Verwendung von radiumhaltigen Gegenständen und Definition geeigneter Massnahmen zur Risikobegrenzung.
- Suche nach einer Lösung für die Entsorgung von stark radiumkontaminierten Abfällen, die zusätzlich chemische Schadstoffe enthalten.

1. Einleitung

Bis in die 1960er-Jahre verwendete die Uhrenindustrie Radiumleuchtfarben, um Zeiger und Zifferblätter auf Uhren zum Leuchten zu bringen. Dies führte zu einer Exposition der Beschäftigten, mehrheitlich Frauen, und zu Kontaminationen der Arbeitsstätten, die sich aufgrund der früher weit verbreiteten Heimarbeit vor allem in Wohnungen befanden. Wegen des damals sorglosen Umgangs mit den Abfällen aus diesen Verwendungen wurden Radiumrückstände ohne besondere Vorsichtsmassnahmen mit Haushaltsabfällen in normalen Deponien entsorgt.

Nach Bekanntwerden des mit Radium verbundenen Krebsrisikos¹ wurde mit der Verordnung über den Strahlenschutz von 1963² die Bewilligungspflicht für seinen Einsatz in der Uhrenindustrie eingeführt und es wurden Schutzvorschriften erlassen. In den Firmen, die eine Bewilligung besaßen, führte die Schweizerische Unfallversicherungsanstalt (Suva) Kontrollen durch. Die für die Heimarbeit benutzten Wohnbereiche sowie Kleinbetriebe wurden aber nicht systematisch untersucht. In manchen Gebäuden und Aussenbereichen sind daher bis heute Radiumkontaminationen verblieben, die radiologische Altlasten nach der heutigen Strahlenschutzgesetzgebung darstellen.

Im Mai 2015 beauftragte der Bundesrat das Eidg. Departement des Innern (EDI), vertreten durch das Bundesamt für Gesundheit (BAG), mit der Umsetzung des Aktionsplans Radium, um die Problematik dieser Kontaminationen zu bewältigen. Die Arbeiten wurden gemeinsam mit der Suva sowie mit dem Eidg. Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK), vertreten durch das Bundesamt für Umwelt (BAFU), durchgeführt.

Ist die Einhaltung der Dosis von 1 Millisievert (mSv) pro Jahr für die Bevölkerung nicht mehr garantiert, ist es Aufgabe des BAG, die Situation gründlich zu untersuchen und die Belastung im Einzelfall abzuklären. Ziel ist es sicherzustellen, dass die jährliche Exposition der Bevölkerung aufgrund der Restkontamination durch Radium diese Jahresdosis nicht überschreitet. Weiter soll verhindert werden, dass die Arbeitnehmenden während Sanierungsarbeiten in Gebäuden, angrenzenden Bereichen und Deponien exponiert werden und Radium in die Umwelt gelangt. Diese Ziele wurden im Rahmen der folgenden vier Stossrichtungen verfolgt:

- 1) historische Nachforschungen zu potenziell kontaminierten Liegenschaften (Gebäude und Aussenbereiche);
- 2) Radiummessungen in diesen Liegenschaften;
- 3) Umsetzung von Sanierungen im Falle einer Überschreitung der Dosis von 1 mSv pro Jahr für die Bewohnerinnen und Bewohner;
- 4) Überwachung der ehemaligen Deponien, die Radiumabfälle enthalten könnten.

Ursprünglich war der Aktionsplan auf fünf Jahre ausgelegt. Da mit den historischen Nachforschungen über 1000 potenziell mit Radium kontaminierte Liegenschaften identifiziert wurden – doppelt so viele wie anfangs prognostiziert –, verlängerte der Bundesrat den Aktionsplan bis Ende 2022. Aufgrund der Covid-19-Pandemie entstand bei den Messungs- und Sanierungsarbeiten eine Verzögerung von einem Jahr. Der Bundesrat beschloss deshalb, den Aktionsplan bis Ende 2023 zu verlängern, und beauftragte das EDI, in Zusammenarbeit mit dem UVEK bis Ende 2024 einen Schlussbericht «Bilanz des Aktionsplans Radium 2015–2023» zu erarbeiten. Im vorliegenden Schlussbericht werden die Ergebnisse der Arbeiten in den vier Stossrichtungen beschrieben. Er zieht Bilanz und präsentiert die Erkenntnisse, die aus diesen Arbeiten gewonnen werden können. Darüber hinaus wird der zukünftige Handlungsbedarf aufgezeigt. Der Bericht stützt sich auf die Zwischenberichte von 2016³ und 2018⁴ und berücksichtigt die externe Evaluation des Aktionsplans, die durch das Unternehmen EBP Schweiz AG⁵ durchgeführt wurde.

¹ [List of Classifications – IARC Monographs on the Identification of Carcinogenic Hazards to Humans \(who.int\)](https://www.who.int/publications-detail/list-of-classifications-iarc-monographs-on-the-identification-of-carcinogenic-hazards-to-humans)

² Verordnung über den Strahlenschutz vom 19. April 1963

³ Zwischenbericht über die Umsetzung des Aktionsplans Radium 2015–2019, EDI/UVEK 2016

⁴ Bericht Standortbestimmung 2018 zum Aktionsplan Radium 2015–2019, EDI/UVEK 2019

⁵ Summative Evaluation des Aktionsplans Radium 2015–2023, EBP Schweiz AG, Juli 2024

2. Rechtliche Grundlagen

2.1. Ausgangslage bei der Lancierung des Aktionsplans Radium

Bevor der Aktionsplan Radium lanciert wurde, hatte das BAG ein externes Rechtsgutachten⁶ in Auftrag gegeben. Dieses sollte feststellen, wer für die Sanierung der mit Radium kontaminierten Liegenschaften zuständig war und wer die Kosten zu tragen hatte, da die Anwendung des Verursacherprinzips und insbesondere der Kostenüberwälzung für radiologische Altlasten im Strahlenschutzgesetz (StSG)⁷ nicht hinreichend geregelt war. Das Rechtsgutachten kommt zu dem Schluss, dass der Bund die notwendigen Sanierungsmassnahmen im Rahmen einer Ersatzvornahme durchführen muss und eine Kostenüberwälzung auf die ursprünglichen Verursacher der Kontaminationen (Uhrenindustrie) und die heutigen Eigentümerinnen und Eigentümer der betroffenen Liegenschaften kaum in Frage kommt. Auf die ursprünglichen Verursacher der Kontaminationen wird man in den allerseltensten Fällen zurückgreifen können, da sie heute nicht mehr ausfindig gemacht oder identifiziert werden können oder nicht mehr existieren. Aus Gründen der Verhältnismässigkeit und der Zweckmässigkeit können die Kosten in der Regel nicht auf die derzeitige Eigentümerschaft abgewälzt werden. Folglich liegt die Verantwortung für die Übernahme der Sanierungskosten hauptsächlich beim Bund. In diesem Zusammenhang ist eines der Ziele der aktuellen Revision des StSG, die rechtlichen Lücken bei der Anwendung des Verursacherprinzips für radiologische Altlasten zu schliessen (siehe Kapitel 6.4.2).

In der Strahlenschutzverordnung von 1994⁸, die bei der Lancierung des Aktionsplans in Kraft war, fehlte ein gesetzlicher Wert für den Umgang mit Expositionen durch radiologische Altlasten. Gemäss den Empfehlungen der Internationalen Strahlenschutzkommission (ICRP)⁹ sowie der Eidg. Strahlenschutzkommission (KSR)¹⁰ wurde deshalb der Dosisgrenzwert von 1 mSv pro Jahr, der für die Exposition der Bevölkerung gegenüber künstlicher Strahlung gilt, als Kriterium für die Sanierung radiumkontaminierter Liegenschaften angewendet.

2.2. Revision der Strahlenschutzverordnung (StSV) 2018

Bei der Totalrevision der StSV, die am 1. Januar 2018 in Kraft trat¹¹, wurde der Umgang mit radiologischen Altlasten auf Basis internationaler Normen^{12/13/14} sowie der Erfahrungen aus dem Aktionsplan geregelt. Insbesondere wurden folgende Bestimmungen aufgenommen:

- Festlegung eines Referenzwerts von 1 mSv pro Jahr für den Umgang mit radiologischen Altlasten (Artikel 6 und 148 StSV). Dieser entspricht der unteren Grenze der internationalen Normen für den Umgang mit bestehenden Expositionssituationen.
- Erstellung eines Inventars der möglicherweise kontaminierten Liegenschaften (Artikel 151 StSV).
- Untersuchung der Liegenschaften, wenn eine Gefährdung von Mensch und Umwelt durch ionisierende Strahlung nicht ausgeschlossen werden kann (Artikel 152 StSV).
- Erklärung der Liegenschaft als sanierungsbedürftig, wenn der Referenzwert von 1 mSv pro Jahr überschritten wird (Artikel 153 StSV).
- Informationsaustausch zwischen den Kantonen und dem BAG zu möglicherweise in ehemaligen Deponien enthaltenen radiologischen Altlasten sowie zu geplanten Untersuchungen oder Sanierungen (Artikel 154 StSV).

⁶ Romy I., Avis de droit sur les héritages radiologiques au radium, 15. April 2015 ([Link](#))

⁷ Strahlenschutzgesetz vom 22. März 1991 (StSG, SR 814.50)

⁸ Strahlenschutzverordnung vom 22. Juni 1994 (StSV, SR 814.501)

⁹ Publication 60, Recommendations of the International Commission on Radiological Protection (ICRP), 1991

¹⁰ Empfehlung der KSR zum Umgang mit radiologischen Altlasten, Januar 2003

¹¹ Strahlenschutzverordnung vom 26. April 2017 (StSV, SR 814.501)

¹² Publication 103, Recommendations of the International Commission on Radiological Protection (ICRP), 2007

¹³ Richtlinie 2013/59/Euratom des Rates vom 5. Dezember 2013 zur Festlegung grundlegender Sicherheitsnormen für den Schutz vor den Gefahren einer Exposition gegenüber ionisierender Strahlung

¹⁴ Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, International Atomic Energy Agency (IAEA), SERIES No. GSR Part 3, 2014

3. Organisation

Der Bundesrat bezeichnete das EDI, vertreten durch das BAG, als für den Aktionsplan zuständige Stelle. Zu diesem Zweck wurde eine Projektorganisation aufgestellt (siehe Abbildung 1). Die strategische Begleitung des Aktionsplans oblag einem Steuerungsausschuss mit Vertreterinnen und Vertretern von BAG, Suva und BAFU, der sich zweimal jährlich traf.

Das BAG war mit der Umsetzung des Aktionsplans im Rahmen der beiden Teilprojekte «Gebäude» und «Deponien» beauftragt. Das Teilprojekt «Gebäude» umfasst die folgenden drei Stossrichtungen: 1) historische Nachforschungen zu potenziell kontaminierten Liegenschaften (Gebäude und Aussenbereiche), 2) Radiummessungen in diesen Liegenschaften, 3) Sanierung im Fall einer Dosisüberschreitung von 1 mSv pro Jahr für die Bewohnerinnen und Bewohner. Das Teilprojekt «Deponien» betrifft die Stossrichtung 4) Überwachung der ehemaligen Deponien, die Radiumabfälle enthalten könnten.

Um die Arbeiten im Rahmen des Projekts zu erleichtern, wurde eine Begleitgruppe mit den Stakeholdern, namentlich der betroffenen Gemeinden und Kantone sowie der Uhrenindustrie, eingesetzt. An ihren jährlichen Sitzungen aktualisierte diese Gruppe den Stand der Arbeiten und tauschte Informationen und Erfahrungen aus. Das BAG arbeitete eng mit den am meisten betroffenen Kantonen – Basel-Landschaft, Bern, Genf, Neuenburg und Solothurn – und mit den Gemeinden Biel und La Chaux-de-Fonds zusammen.

Das BAG beauftragte externe Partner mit bestimmten Aspekten, namentlich mit den historischen Nachforschungen, der Begleitung der Messungen und der Durchführung der Sanierungen. Neben dem Unternehmen EBP Schweiz AG steuerte das französische «Centre d'étude sur l'Évaluation de la Protection dans le domaine Nucléaire (CEPN)» über die gesamte Dauer des Aktionsplans eine externe Sicht und Fachwissen zu den Strahlenschutzaspekten bei.^{15/16}

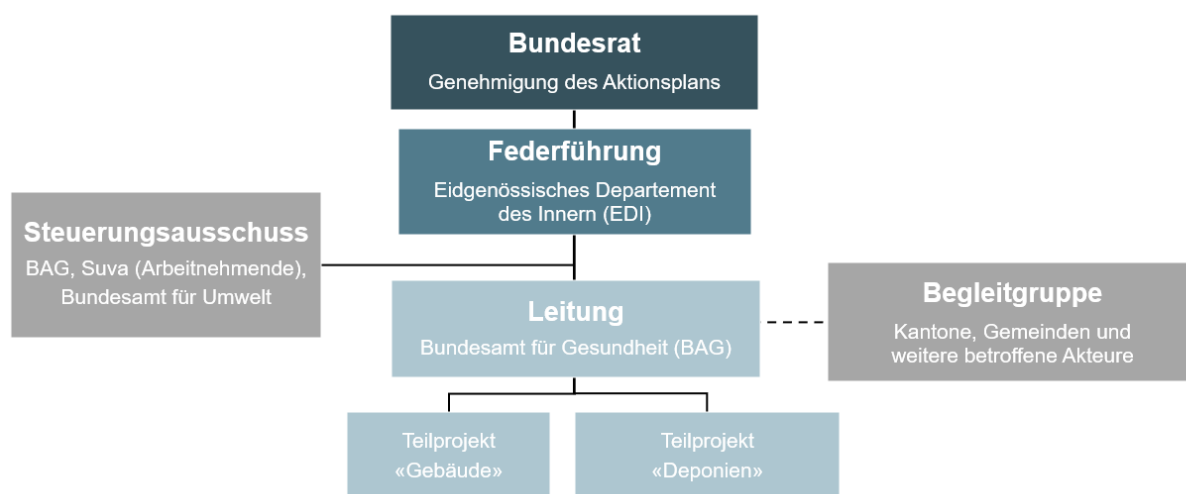


Abbildung 1: Organisation des Aktionsplans Radium

¹⁵ Evaluation de la mise en œuvre du plan d'action radium suisse, 2015-2019, CEPN, 2018

¹⁶ Avis du CEPN sur les aspects de radioprotection du plan d'action radium 2015-2023, 30 septembre 2024

4. Ergebnisse der Arbeiten in den vier Stossrichtungen

4.1. Historische Nachforschungen

Ziel der Stossrichtung «historische Nachforschungen» war, ein möglichst vollständiges Inventar von potenziell mit Radium kontaminierten Liegenschaften in der Schweiz zu erstellen.

4.1.1. Inventar der potenziell mit Radium kontaminierten Liegenschaften

Tabelle 1 zeigt das Inventar der Liegenschaften, die bei den im Rahmen des Aktionsplans durchgeführten historischen Nachforschungen als potenziell mit Radium kontaminiert identifiziert wurden. Neben der in der Presse publizierten initialen Liste mit 86 Adressen² umfasst dieses Inventar die Ergebnisse der umfangreichen Archivforschungen – unter anderem im «Musée international d'horlogerie» sowie in den Kantonen Bern, Jura, Neuenburg und Solothurn –, mit denen das BAG die Universität Bern¹⁷ beauftragt hatte. Aus zeitlichen Gründen verzichtete die Universität auf eine Suche in den Archiven der Kantone Basel-Landschaft, Genf und Waadt. Gemäss ihren Schätzungen hätten mit solchen Untersuchungen höchstens 10 % mehr potenziell kontaminierte Liegenschaften zutage gefördert werden können. Das BAG beauftragte daraufhin die Firma CSD Ingenieure AG¹⁸ mit ergänzenden Nachforschungen in diesen drei kantonalen Archiven. Mit den historischen Nachforschungen der Universität Bern und der Firma CSD Ingenieure AG wurden insgesamt 909 Adressen von Liegenschaften ermittelt, die potenziell mit Radium kontaminiert waren.

Die Auswertung alter Telefonbücher der Gemeinden La Chaux-de-Fonds und Le Locle ergab 80 weitere Adressen von kleinen Heimateliern. Daneben meldeten Privatpersonen und Verantwortliche in den Gemeinden 205 Verdachtsfälle. 153 Adressen schliesslich konnte das BAG durch seine Ad-hoc-Recherchen, namentlich mithilfe von Kleininseraten in der Presse, ermitteln.

4.1.2. Validierung des Inventars

In Zusammenarbeit mit den betroffenen Behörden von Gemeinden und Kantonen führte das BAG eine administrative Abklärung zur Validierung des Inventars durch. Dabei wurden 333 Liegenschaften aus dem Inventar ausgeschlossen. 204 Adressen waren unauffindbar und 47 Gebäude wurden nach dem Zeitraum der Radiumverwendung abgerissen und die Grundstücke zubetoniert. 82 Adressen wurden aufgrund der sehr geringen Wahrscheinlichkeit, Radium zu finden, ausgeschlossen. Dabei handelte es sich vor allem um Adressen, die das BAG in seinen Ad-hoc-Recherchen anhand von lückenhaften Datenquellen ermittelt hatte und für welche die Rückmeldungen aus den Untersuchungen gezeigt hatten, dass der Sanierungsanteil sehr tief war (siehe Kapitel 4.2.2).

Datenquelle	Roh-Inventar	Ausschluss nach administrativer Abklärung			Validiertes Inventar
		Adresse unauffindbar	Gebäude abgerissen	Sehr geringe Wahrscheinlichkeit, Radium zu finden	
	Anzahl Liegenschaften:				
Initiale Liste (Presse)	86	2	1	-	83
Historische Nachforschungen (Universität Bern, CSD)	909	194	33	12	670
Alte Telefonbücher	80	-	-	-	80
Inserate	205	2	2	14	187
Ad-hoc-Recherchen des BAG	153	6	11	56	80
Total	1433	204	47	82	1100

Tabelle 1: Validierung des Inventars der potenziell mit Radium kontaminierten Liegenschaften

¹⁷ Historischer Bericht im Auftrag des Bundesamtes für Gesundheit, Die Verwendung von Radiumleuchtfarben in der Schweizer Uhrenindustrie (1907–1963), Universität Bern, 1. März 2018 ([Link](#))

¹⁸ Ergänzung der historischen Radium-Nachforschung Baselland, Genf und Waadt, CSD Ingenieure AG, 28. Mai 2021 ([Link](#))

Das validierte Inventar umfasst 1100 Liegenschaften in 112 Gemeinden und 13 Kantonen (siehe Tabelle 1). Die vollständige Liste befindet sich in **Anhang 1**. In über der Hälfte der Liegenschaften des validierten Inventars, d. h. an 605 Adressen, wurde früher in Heimarbeit oder in Ateliers Radium gesetzt (siehe Abbildung 2). Das Verzeichnis umfasst auch 400 Fabriken. Unter die Kategorie «Andere» fallen Lager- oder Verkaufsräumlichkeiten oder frühere Unternehmen ausserhalb der Uhrenindustrie.

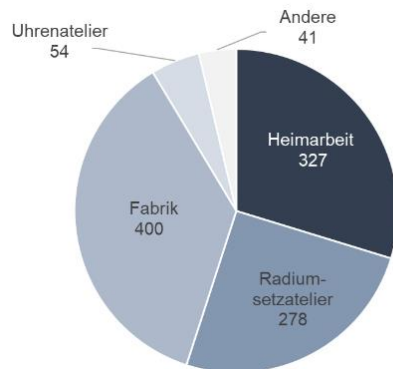


Abbildung 2: Verteilung der verschiedenen Arten von Arbeitsstätten des Inventars zur Zeit der Verwendung von Radium

4.2. Untersuchungen der potenziell mit Radium kontaminierten Liegenschaften

Die Stossrichtung «Radiummessungen» hatte zum Ziel, sämtliche Liegenschaften des Inventars nach einem standardisierten Verfahren zu untersuchen und so zu ermitteln, ob Radium-Restkontaminationen vorhanden waren und ob Sanierungsbedarf bestand.

4.2.1. Messverfahren

Das BAG nutzte ein standardisiertes Verfahren, um die potenziell mit Radium kontaminierten Liegenschaften zu untersuchen und die daraus resultierenden Dosen für die Bewohnerinnen und Bewohner abzuschätzen (siehe Abbildung 3). Diese Methoden wurden in zwei wissenschaftlichen Artikeln in den Jahren 2016¹⁹ und 2021²⁰ publiziert.

Das Messprotokoll basiert darauf, die Ortsdosisleistung in allen Innenräumen und im Garten auf zwei Ebenen in 10 cm bzw. 100 cm Höhe ab Boden zu messen, um so die Exposition der Kinder und Erwachsenen abzuschätzen. Eine Dosisleistung, welche die natürliche lokale Hintergrundaktivität um mehr als 100 Nanosievert (nSv) pro Stunde überschreitet, weist auf eine Kontamination hin. In diesem Fall werden die Dosisleistungen engmaschiger dokumentiert, um so die effektive Jahresdosis abzuschätzen, der die Gebäudenutzenden durch externe Strahlung ausgesetzt sein können. Mit der Messung der Oberflächenkontamination und der Laboranalyse von Wischproben kann geprüft werden, ob lose Kontaminationen auf bestimmten Bauelementen (Türen, Fenstern...) vorhanden sind. In den Gärten werden Bodenproben für die Laboranalyse an Stellen mit den höchsten Dosisleistungen entnommen.

Liegt eine Kontamination mit Radium vor, kann anhand dieser Resultate und der folgenden Kriterien eingeschätzt werden, ob eine Sanierung notwendig ist:

- **Innenräume:** Das BAG schätzt anhand von standardisierten Expositionsszenarien mit fiktiven Nutzungsbedingungen die effektive Jahresdosis ab, der die heutigen oder künftigen Gebäudenutzenden durch die externe Strahlung ausgesetzt sein können. Zeigen die Schätzungen, dass die Dosis von 1 mSv pro Jahr für die dem Radium potenziell am meisten ausgesetzte Person (Kind oder erwachsene Person) überschritten werden kann, wird entschieden, die Räumlichkeiten zu sanieren. Liegt eine lose Kontamination vor, wendet das BAG ein zusätzliches, auf Ingestion basierendes Evaluationsszenario an.

¹⁹ Murith & al. REMEDIATION OF RADIUM LEGACIES FROM THE SWISS WATCH INDUSTRY, RPD, 2016
<https://doi.org/10.1093/rpd/ncw335>

²⁰ C. Murith, G. Di Tommaso, S. Estier, T. Flury, M. Palacios-Gruson, C. Stalder, S. Baechler, MODELLING THE EXPOSURE OF RESIDENTS OF A RADIUM-CONTAMINATED LIVING PLACE, Radiation Protection Dosimetry, Volume 197, Issue 2. December 2021, pages 101–110, <https://doi.org/10.1093/rpd/ncab167>

- **Gärten:** Im Rahmen des Aktionsplans verwendete das BAG einen Schwellenwert von 1000 Becquerel pro Kilogramm (Bq/kg) für die Radium-226-Konzentration im Boden, ab dem Gärten sanierungsbedürftig sind. Dieser Wert entspricht der in Anhang 2 StSV festgelegten Befreiungsgrenze für natürlich vorkommende Radionuklide der Uranium-238-Reihe, zu der Radium-226 gehört.

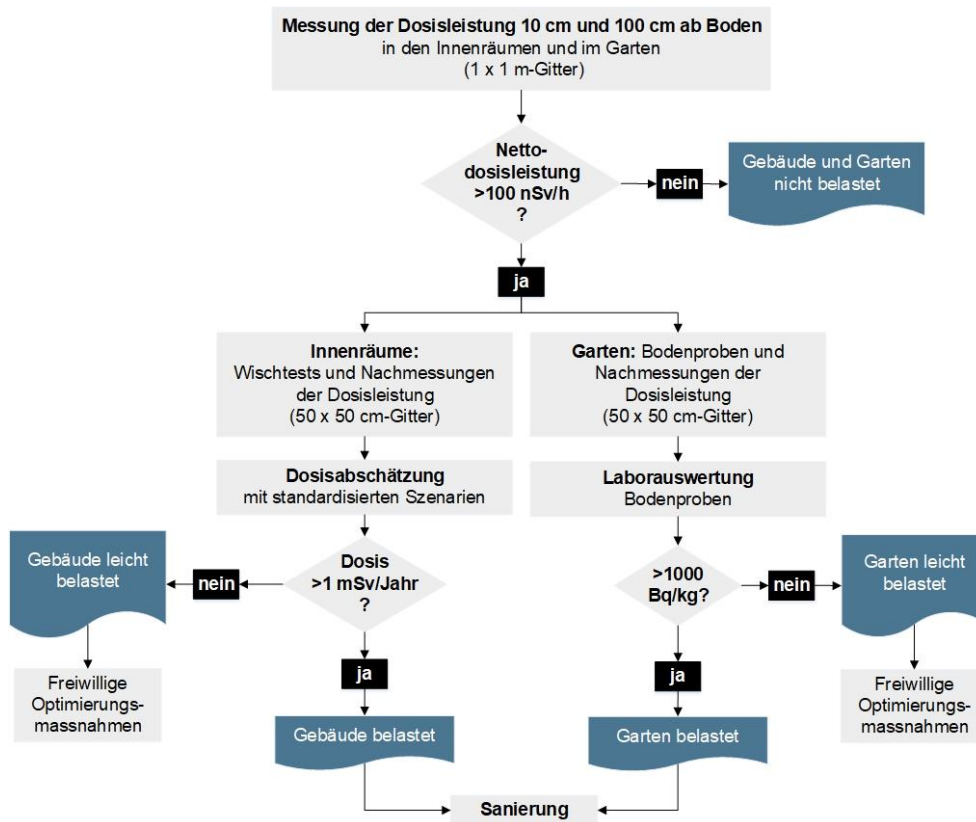


Abbildung 3: Standardisiertes Verfahren zur Untersuchung der potenziell radiumkontaminierten Liegenschaften

4.2.2. Gesamtergebnisse der Messungen

Im Zeitraum von 2014 bis 2023 führte das BAG mit Unterstützung des Instituts für Radiophysik (IRA) und des Paul Scherrer Instituts (PSI) sowie drei Privatfirmen Messungen in 1093 potenziell kontaminierten Liegenschaften durch. In Abbildung 4 wird die Entwicklung der Messungen (und der damit verbundenen Sanierungsanteile) von Jahr zu Jahr dargestellt.

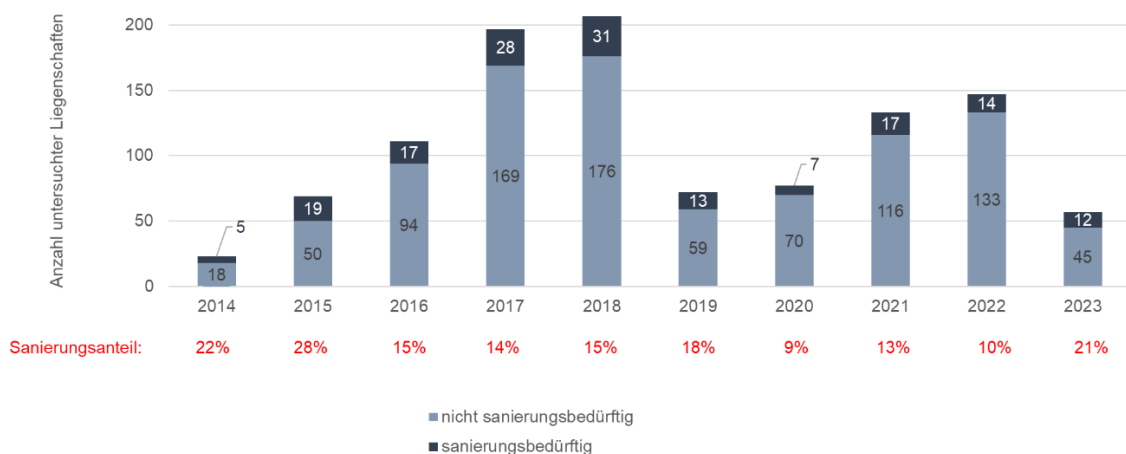


Abbildung 4: Entwicklung der Anzahl untersuchter Liegenschaften und des Sanierungsanteils zwischen 2014 und 2023

Zunächst untersuchte das BAG die 83 Liegenschaften, deren Adressen in der Presse veröffentlicht wurden. 2015 betrug der Sanierungsanteil 28%. Danach setzte es die Messungen in den Liegenschaften fort, die mit den historischen Nachforschungen identifiziert wurden. Vorrang hatten Orte, für welche eine frühere Verwendung von Radium als «sicher» oder «wahrscheinlich» eingestuft wurde. So wurden 400 Liegenschaften zwischen 2017 und 2018 untersucht, wobei der Sanierungsanteil rund 15% betrug. Ab 2019 wurden knapp 270 Liegenschaften mit einer «unsicheren» Radiumverwendung kontrolliert, was den allmählichen Rückgang des Sanierungsanteils auf 9% im Jahr 2020 erklärt. Parallel dazu wurden die von Privaten oder Gemeinden gemeldeten Fälle geprüft. Hier lag der Sanierungsanteil im Schnitt bei 8%.

Aufgrund der Covid-19-Pandemie mussten die Messungen zwischen 2020 und 2021 mehrmals ausgesetzt werden. Ab 2021 lag der Schwerpunkt auf Messungen in Heimateliern, deren Adressen 2020 in alten Telefonbüchern der Gemeinden La Chaux-de-Fonds und Le Locle gefunden wurden. Zudem willigten rund 100 Hauseigentümerinnen und Hauseigentümer, die auf die Schreiben zur Kontaktaufnahme nie reagiert hatten, schliesslich in die Radium-Messungen ein, nachdem ihnen zwischen Ende 2022 und Anfang 2023 eingeschriebene Erinnerungsbriefe zugestellt wurden. Dies erklärt den Anstieg des Sanierungsanteils am Ende des Aktionsplans. Nur in sieben Fällen verweigerte die Eigentümerschaft die Messung. In diesen sieben Fällen verzichtete das BAG auf Anwendung von Artikel 152 StSV, mit dem die Eigentümerschaft mittels Verfügung verpflichtet werden kann, für die Untersuchung Zugang zur Liegenschaft zu gewähren. Ein solches Vorgehen wurde als in Abwägung zum Risiko einer möglichen Radiumkontamination zu grossen Eingriff in die Privatsphäre erachtet. Dennoch empfahl das BAG den betroffenen Gemeinden und Kantonen, für den Fall künftiger Arbeiten in diesen Liegenschaften eine Auflage zur Durchführung von Radiumuntersuchungen in die Baubewilligung aufzunehmen.

Aus den Untersuchungen ergab sich ein Sanierungsbedarf in 163 Liegenschaften, die den folgenden drei Kategorien zugeordnet werden können:

- 56 Liegenschaften, die eine Innenraumsanierung benötigen
- 78 Liegenschaften, die eine Aussenraumsanierung benötigen
- 29 Liegenschaften, die eine Innen- und Aussenraumsanierung benötigen

In weiteren 116 Liegenschaften entdeckte das BAG schwache Spuren von Radiumkontaminationen ohne Sanierungsbedarf, da der Referenzwert von 1 mSv pro Jahr nicht überschritten wurde. Gesamthaft wurden so in 26% der untersuchten Liegenschaften Radiumkontaminationen festgestellt, wobei nicht in allen Fällen Sanierungsbedarf bestand. Die Radiumproblematik betraf also nicht nur Einzelfälle, sondern einen grossen Anteil der potenziell kontaminierten Liegenschaften.

Gemäss der geografischen Verteilung liegen die untersuchten Liegenschaften in 112 Gemeinden und 13 Kantonen, vorwiegend im Jurabogen (siehe Abbildung 5). Über die Hälfte der Adressen befinden sich in den Gemeinden Biel/Bienne, La Chaux-de-Fonds und Grenchen (SO).

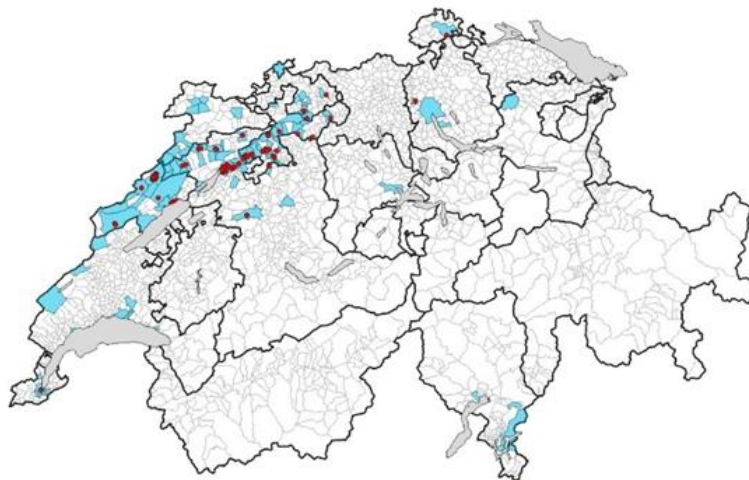


Abbildung 5: Von den Messungen betroffene Gemeinden (blau) und Sanierungsfälle (rot)

Die Messergebnisse nach Kantonen sind in Tabelle 2 dargestellt. Es wird unterschieden nach nicht belasteten Liegenschaften, Liegenschaften mit geringen Radiumspuren ohne Sanierungsbedarf und Liegenschaften mit Sanierungsbedarf. Fast 90% der Messungen und 94% der Sanierungen betreffen die Kantone mit Uhrmachertradition (Bern, Neuenburg und Solothurn). Der Anteil der sanierungsbedürftigen Liegenschaften ist in den Kantonen Bern und Solothurn gleich hoch (19%) und im Kanton Neuenburg tiefer (13%). Andere Kantone sind, wenn auch in geringerem Ausmass, ebenfalls betroffen (Genf, Jura, Waadt, Basel-Landschaft, Zürich und Schaffhausen). In keiner der 29 untersuchten Liegenschaften im Kanton Jura wurden Radiumkontaminationen festgestellt. Im Kanton Basel-Landschaft waren 4 der 15 kontrollierten Liegenschaften sanierungsbedürftig, was einem Sanierungsanteil von 27% entspricht. Die einzige Liegenschaft, die im Kanton Schaffhausen untersucht wurde, musste saniert werden.

Kanton	Anzahl untersuchte Liegenschaften	Messergebnis		
		Kein Radium festgestellt	Schwache Spuren ohne Sanierungsbedarf	Sanierung erforderlich (Sanierungsanteil)
		Anzahl Liegenschaften:		
NE	452	338	57	57 (13%)
BE	326	228	36	62 (19%)
SO	184	132	17	35 (19%)
GE	38	33	3	2 (5%)
JU	29	29	0	0
VD	25	24	0	1 (4%)
BL	15	8	3	4 (27%)
ZH	9	8	0	1 (11%)
TI	8	8	0	0
LU	4	4	0	0
BS	1	1	0	0
SG	1	1	0	0
SH	1	0	0	1 (100%)
Total	1093	814	116	163 (15%)

Tabelle 2: Messergebnisse nach Kanton

Fast 80% der Liegenschaften des Inventars dienen heute Wohnzwecken, was lange Aufenthaltszeiten und im Fall von Radiumbelastungen eine chronische Exposition der Bewohnerinnen und Bewohner bedeutet. Aufgrund der Messergebnisse mussten 28% der untersuchten Einfamilienhäuser saniert werden. Der Sanierungsanteil betrug bei den Mehrfamilienhäusern 15% und bei den Gebäuden mit gemischter Nutzung 13% (Tabelle 3). Bei den Aussenbereichen waren nur 3% der Parzellen von Gebäuden, die nach dem Zeitraum der Verwendung von Radium abgerissen wurden, sanierungsbedürftig. Das BAG beschloss deshalb, nicht die Gesamtheit zu messen, insbesondere dann nicht, wenn die Parzelle nachträglich zubetoniert wurde (siehe Kapitel 4.2.1). In sieben Fällen wurden zusätzlich Nachbarparzellen saniert.

Liegenschaftskategorie		Anzahl untersuchte Liegenschaften	Messergebnis		
			Kein Radium festgestellt	Schwache Spuren ohne Sanierungsbedarf	Sanierung erforderlich (Sanierungsanteil)
			Anzahl Liegenschaften:		
Einfamilienhaus		152	99	11	42 (28%)
Mehrfamilienhaus		392	279	53	60 (15%)
Gemischt genutztes Gebäude		328	255	32	41 (13%)
Gebäude ohne Wohnnutzung		175	149	14	12 (7%)
Aussenparzelle	Gebäude abgerissen	31	28	2	1 (3%)
	Nachbarparzelle	15	4	4	7 (47%)
Total		1093	814	116	163 (15%)

Tabelle 3: Messergebnisse nach Liegenschaftskategorie

Betrachtet man die Nutzung der Liegenschaften zur Zeit der Radiumverwendung, liegt der Sanierungsanteil bei den Heimarbeitsplätzen und Setzateliers bei rund 20% und bei den Fabriken bei 10%. Die Messungen in den Uhrmacherateliers, die grösstenteils von besorgten Gebäudenutzenden gemeldet wurden, ergaben hingegen praktisch keinen Sanierungsbedarf.

4.2.3. Ergebnisse der Messungen in den Wohnungen

Die Messungen zeigten einen Sanierungsbedarf für 163 Liegenschaften, davon 94 Wohnungen (zu denen auch Gewerbeobjekte oder Nebenräume gehören), in denen der Referenzwert von 1 mSv pro Jahr überschritten wurde. Die Dosis wurde auf Basis der externen Strahlung, welcher die Bewohnerinnen und Bewohner aufgrund der Radiumkontamination ausgesetzt waren, abgeschätzt. In einem Drittel der sanierungsbedürftigen Wohnungen stellte das BAG zusätzlich lose Kontaminationen fest, die generell zu einer zusätzlichen geringen Exposition gegenüber der externen Strahlung beitrugen. Wie Abbildung 6 zeigt, lagen die für die Bewohnerinnen und Bewohner geschätzten effektiven Dosen in 78 Wohnungen unter 5 mSv pro Jahr und in 16 Wohnungen zwischen 5 und 20 mSv. Die maximale Dosis betrug 17 mSv pro Jahr. Keine der Dosen lag damit über der Schwelle von 20 mSv pro Jahr, bei deren Überschreiten eine retrospektive Rekonstruktion der individuellen Dosis pro Bewohnerin und Bewohner erforderlich gewesen wäre, um die Risiken und die Notwendigkeit einer medizinischen Betreuung genauer abzuschätzen.

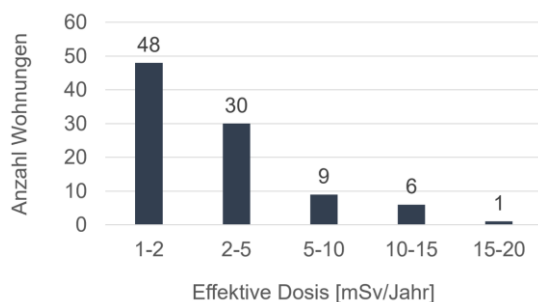


Abbildung 6: Verteilung der durch Radium verursachten effektiven Dosen (in mSv/Jahr) in den 94 sanierungsbedürftigen Wohnungen

In einem Fall nahm das BAG eine retrospektive Dosisabschätzung für Kinder vor, die in einer Kindertagesstätte betreut wurden, die später aufgrund erhöhter Radiumwerte zu sanieren war. Die Abschätzung ergab, dass die Kinder einer durchschnittlichen Dosis von weniger als 1 mSv pro Jahr ausgesetzt waren. Im Extremszenario hätte ihre jährliche Strahlenbelastung aber 4 mSv erreichen können. Das BAG informierte die betroffenen Eltern schriftlich über diese Resultate und teilte mit, dass für die Kinder keine besonderen Massnahmen zur medizinischen Nachbetreuung zu ergreifen seien. Weiter organisierte das BAG ein Treffen mit einigen besorgten Eltern, an dem es ihnen zusätzliche Informationen bereitstellte.

Abgesehen von den 94 sanierungsbedürftigen Wohnungen wurden in fast 200 weiteren Wohnungen geringe Radiumspuren entdeckt. Da der Referenzwert von 1 mSv pro Jahr eingehalten wurde, bestand aber kein Sanierungsbedarf. Das BAG forderte die Eigentümerschaft auf, es im Falle von Renovierungsarbeiten für eine Baubegleitung und Sicherstellung einer konformen Abfallentsorgung zu kontaktieren. Sieben Eigentümerinnen und Eigentümer haben rasch auf eigene Kosten Optimierungsmassnahmen ergriffen.

Bei den Messungen entdeckte das BAG in über 100 untersuchten Liegenschaften radiumhaltige Gegenstände. Dabei handelte es sich hauptsächlich um Uhrenbestandteile, aber auch um Mobiliar (Werktische, Regale, Schubkästen ...) und Geräte (Schleuder, Abzugshaube, Ofen ...) mit Radiumkontaminationen. Das BAG sammelte die Gegenstände zur fachgerechten Entsorgung ein (siehe Kapitel 4.3.5). In Fällen, in denen die Eigentümerinnen oder Eigentümer das Material behalten wollten, mussten sie eine Bewilligung einholen, um sicherzustellen, dass geeignete Strahlenschutzmassnahmen getroffen werden. Wie das BAG feststellte, verwenden heute noch zahlreiche Uhrmacherinnen und Uhrmacher für die Reparatur

alter Uhren radiumhaltige Uhrenbestandteile und sogar Radiumfarbe aus alten Sets (siehe Abbildung 7), ohne eine Bewilligung zu besitzen. Das BAG hat die Uhrenbranche deshalb mit gezielten Massnahmen auf die Radiumproblematik aufmerksam gemacht (siehe Kapitel 6.4.1).

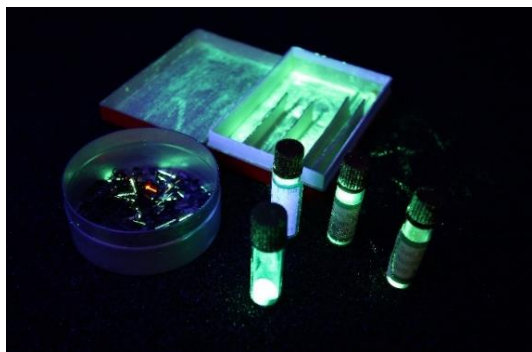


Abbildung 7: Radium-Leuchtfarbenset, das bei einer Messung bei einem Uhrmacher entdeckt wurde

In sieben Gebäuden fand das BAG zudem belastete Baumaterialien, deren Radioaktivität natürlichen Ursprungs war (NORM), hauptsächlich Schlacken. In zwei Fällen wurde den Eigentümerinnen und Eigentümern empfohlen, bei der nächsten grösseren Renovierung eine Sanierung vorzunehmen. Die genaue Herkunft dieser zur Wärme- oder Schalldämmung eingesetzten Materialien ist unklar. Baufachleute kennen aber die frühere Tradition, die Hohlräume zwischen den Balken unter den Holzdielen zur akustischen Dämmung mit Schlacke zu füllen.

Fast 90% der untersuchten Gebäude umfassten mehrere Wohnungen. So war es vor allem in grossen Gebäuden trotz mehrmaliger Besuche schwierig, Zugang zu sämtlichen Räumlichkeiten zu erhalten. Dem BAG wurde aber der Zutritt zu 5840 der insgesamt 6195 Wohnungen, die zu untersuchen waren, ermöglicht (94%). Die fehlenden Wohnungen haben wahrscheinlich einen geringen Einfluss auf die Dosisabschätzung, da davon auszugehen ist, dass hohe Radiumwerte bei den Messungen in den Nachbarwohnungen entdeckt worden wären.

4.2.4. Ergebnisse der Messungen in den Gärten

Die Messungen ergaben bei 109 Gärten einen Sanierungsbedarf, da die Erde eine Radiumkonzentration von über 1000 Bq/kg aufwies. Im Durchschnitt wurden in den Bodenproben aus den 109 sanierungsbedürftigen Gärten Radiumhöchstkonzentrationen von 26 500 Bq/kg gemessen, jedoch mit grossen Unterschieden je nach Fall (siehe Abbildung 8). In einem Fall wurde lokal eine Konzentration von bis zu 668 200 Bq/kg gemessen. In rund weiteren 20 Gärten wurden schwache Radiumspuren gefunden; da deren spezifische Aktivität unter 1000 Bq/kg lag, bestand aber kein Sanierungsbedarf. In der Schweiz liegt der natürliche Radium-226-Anteil im Boden im Durchschnitt bei 40 Bq/kg. In Regionen mit viel natürlichem Radium kann die Konzentration aber lokal 100 Bq/kg erreichen.²¹ Das Radium aus der Uhrenindustrie führt also durchschnittlich zu Belastungen, die das 600- bis 700-Fache der natürlichen Konzentrationen betragen. In vier Gärten wurden zudem Spuren von Americium festgestellt. Der Umgang mit diesen Spuren war jedoch insbesondere auch bei der Entsorgung unproblematisch.

Diese Kontaminationen in den Gärten sind wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass Wasser aus der Reinigung im Garten ausgeschüttet oder zum Wässern benutzt wurde. Zudem empfahl eine Wegleitung aus den 1950er-Jahren²², mit Radium kontaminierte Abfälle direkt auf dem Grundstück einen Meter tief zu vergraben. In der Praxis stellte das BAG aber fest, dass das die Radiumkontaminationen viel näher an der Oberfläche lagen und somit für die Bewohnerinnen und Bewohner ein Risiko der Ingestion bestand.

²¹ Datenbank ENVIRA, BAG, August 2024

²² Richtlinien für den Schutz gegen ionisierende Strahlen in der Medizin, in Laboratorien, Gewerbe- und Fabrikationsbetrieben, EGA, 1956

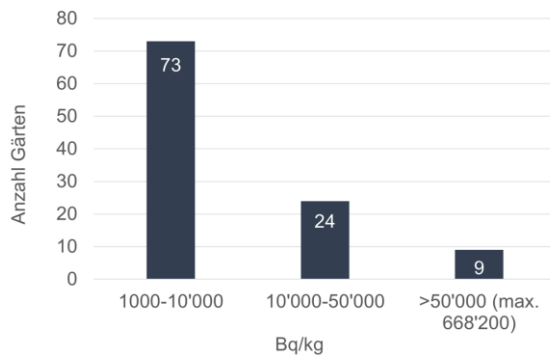


Abbildung 8: Maximale spezifische Aktivitäten von Radium, die in den 109 sanierungsbedürftigen Gärten gemessen wurden

4.3. Sanierungen der mit Radium kontaminierten Liegenschaften

Die Stossrichtung «Sanierung der mit Radium kontaminierten Liegenschaften» sah einen Sanierungsbedarf vor, wenn die Gebäudenutzenden in Innenräumen einer von Radium verursachten Dosis von mehr als 1 mSv pro Jahr ausgesetzt sein konnten oder wenn die spezifische Aktivität in der Gartenerde über 1000 Bq/kg lag.

4.3.1. Organisation

Die Sanierung erfolgte nach einem standardisierten Vorgehen, das aus der Planung, Dekontamination, Abfallentsorgung, Kontrolle der Zielerreichung und Instandstellung besteht. Die Sanierungsarbeiten wurden priorisiert, indem ein abgestufter Ansatz je nach Expositionsgrad der Bewohnerinnen und Bewohner angewendet wurde. Insbesondere Innenräume wurden vorrangig saniert.

Das BAG beauftragte sechs spezialisierte Sanierungsfirmen mit der Dekontaminationsarbeiten. Diese verfügen über eine Bewilligung für den Umgang mit offenen radioaktiven Quellen sowie über eine oder einen Strahlenschutz-Sachverständigen mit Nachweis einer anerkannten Ausbildung, damit die Strahlenschutzbestimmungen in Bezug auf die Arbeitnehmenden, die Bewohnerinnen und Bewohner und die Umwelt konform umgesetzt werden. Das BAG und die Suva sorgten für die Einhaltung dieser Regeln. Rund vierzig Mitarbeitende der Sanierungsfirmen wurden individuell dosimetrisch überwacht. Dabei wurde die externe Strahlung durch Zerfallsprodukte von Radium (Gamma-Strahler) gemessen. Alle sechs Monate analysierten zudem das IRA oder das PSI Urinproben dieser Mitarbeitenden, um eine mögliche Inkorporation von Radium feststellen zu können. Die dosimetrische Überwachung des Personals der Sanierungsfirmen zeigte, dass ihr Schutz gewährleistet werden konnte. Von den rund vierzig Mitarbeitenden erhielt nur eine Person eine Dosis von 0.6 mSv, die deutlich unter dem in der StSV für beruflich strahlenexponierte Personen festgelegten Grenzwert von 20 mSv pro Jahr lag.

Weiter zog das BAG zwei Architekturbüros aus Bern und La Chaux-de-Fonds bei, welche die Sanierungsarbeiten in den Innenräumen und Aussenbereichen prüften und ihre Angemessenheit gewährleisteten. Diese Büros koordinierten auch die Instandstellungsarbeiten, die dazu dienten, wieder den gleichen Standard wie vor der Dekontamination zu erreichen.

4.3.2. Gesamtergebnisse der Sanierungen

Mit zwei Ausnahmen konnten alle 163 kontaminierten Liegenschaften saniert werden: ein Eigentümer verweigerte die Sanierung (Innen- und Aussenraumsanierung). Im zweiten Fall ist die Sanierung eines stark mit Radium und zusätzlich mit chemischen Schadstoffen kontaminierten Industriegeländes so komplex, dass ein eigenes Projekt ausserhalb des Aktionsplans erforderlich ist (siehe Kapitel 4.3.4). In Abbildung 9 ist die Entwicklung der Zahl der zwischen 2014 und 2023 durchgeführten Sanierungen ersichtlich. Zwischen 2014 und 2015 konnte das BAG aufgrund begrenzter Ressourcen nur acht Sanierungen vornehmen (siehe Kapitel 5.1). Im Zeitraum von 2016 bis 2019 sowie zwischen 2022 und 2023 wurden fast 130 Liegenschaften saniert. Da der Zugang zu den Liegenschaften während der Covid-19-Pandemie beschränkt war, wurden 2020 und 2021 lediglich 20 Liegenschaften saniert.

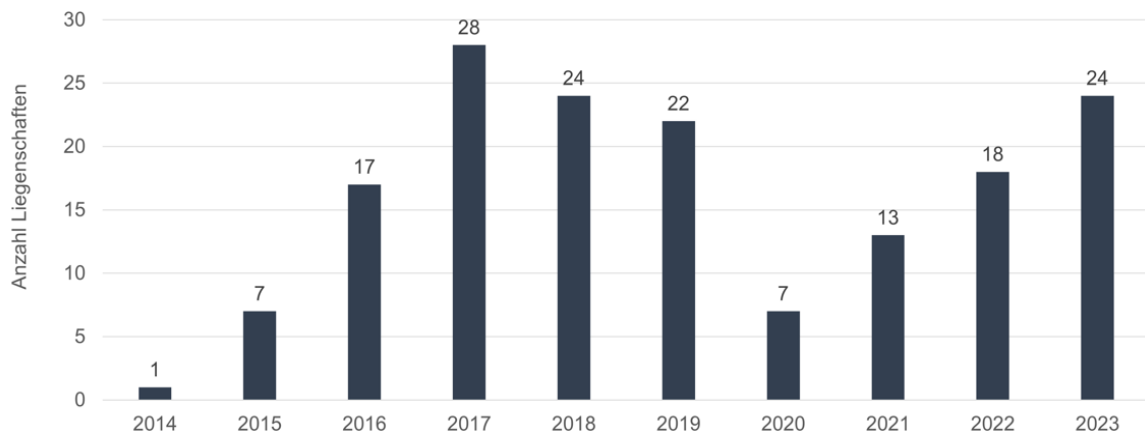


Abbildung 9: Entwicklung der Anzahl sanierter Liegenschaften zwischen 2014 und 2023

Abbildung 10 zeigt den allmählichen Rückgang der durchschnittlichen Dauer der Sanierungsarbeiten im Zeitraum zwischen 2014 und 2017 und ihre Stabilisierung ab 2018. Im Verlauf der Zeit wurden die Prozesse optimiert, was insbesondere ermöglichte, die Instandstellungsarbeiten unmittelbar nach der Dekontamination aufzunehmen.

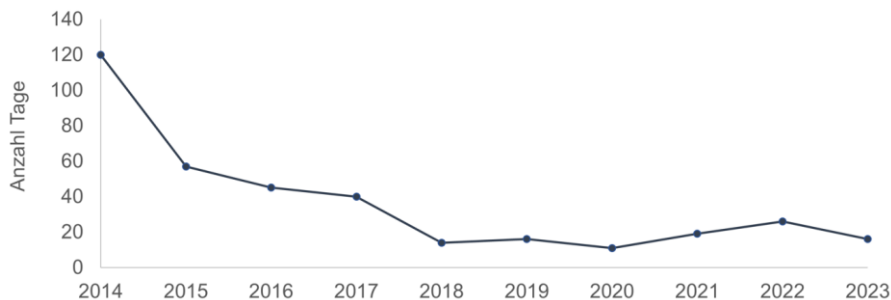


Abbildung 10: Entwicklung der durchschnittlichen Sanierungsdauer zwischen 2014 und 2023

Im Durchschnitt betrugen die von Fall zu Fall sehr unterschiedlichen Sanierungskosten einer Liegenschaft (inklusive Instandstellung, aber ohne Abfallentsorgung) 47 300 Franken (rund 40 000 Franken bei Ausschluss der Extremwerte). Die Kostenhöhe war stark von den lokalen Gegebenheiten abhängig. Die Durchschnittskosten pro Liegenschaft lassen sich in drei Kategorien einteilen:

- Innenraumsanierung: 38 000 Franken
- Aussenraumsanierung: 35 000 Franken
- Innen- und Aussenraumsanierung: 95 000 Franken

In sechs Liegenschaften (d. h. in weniger als 4% der Fälle) wurden die Sanierungskosten direkt von der Eigentümerschaft gemäss dem Verursacherprinzip übernommen, da sie die Kontaminationen selbst verursacht hatte.

4.3.3. Innenraumsanierungen

Die Untersuchungen ergaben einen Sanierungsbedarf in 94 Wohnungen. Zur optimalen Planung der Arbeiten organisierte das BAG jeweils zusammen mit den verschiedenen Stakeholdern, d. h. mit der Eigentümerschaft und eventuell der Mieterschaft sowie den Vertreterinnen und Vertretern der Sanierungsfirma und des Architekturbüros, eine Besichtigung vor Ort. Der Ablauf der Arbeiten sowie die Verantwortlichkeiten wurden in einem Protokoll festgehalten. Das BAG zielte auf eine möglichst wenig invasive Durchführung der Sanierungen ab, indem beispielsweise ein Zugang von aussen über ein Gerüst in das zu sanierende Zimmer vorgesehen wurde. Bei umfangreicheren Sanierungen mussten einige Bewohnerinnen und Be-

wohner dennoch vorübergehend aus ihrer Wohnung ausziehen. In 43% der Wohnungen waren mehrere Zimmer sanierungsbedürftig (maximal sechs Zimmer). Die Umzugskosten wurden durchwegs von den Eigentümerinnen und Eigentümern übernommen.

In der Regel befanden sich die Radiumkontaminationen am Boden (Bodenbelag, Parkett, Schlackendämmung...), aber auch an anderen Bauelementen (Türen, Fenster, Radiatoren...). Zudem wurden nicht selten Radiumrückstände in Abflussrohren und Kaminschächten gefunden. Die Dekontamination an sich besteht darin, diese Materialien unter Aufsicht des oder der Strahlenschutz-Sachverständigen der Sanierungsfirma zu entfernen und den gesetzlichen Vorgaben entsprechend zu entsorgen.



Abbildung 11: Dekontaminationsarbeiten in einer Wohnung

Die Dekontamination erfordert besondere Schutzmassnahmen. Um eine Ausbreitung der Kontamination zu verhindern, wird der zu sanierende Bereich eingehaust und ist nur über eine Schleuse zugänglich. Das Personal ist mit Schutzkleidung und Atemschutzgeräten – in einigen Fällen mit Frischluftzufuhr – ausgestattet (siehe Abbildung 11). Die radiumkontaminierten Materialien werden unter Einsatz einer Quellenabsaugung entfernt, welche Staubemissionen verhindert. Die so abgesaugten Materialien werden nach Entsorgungsweg sortiert, in Fässer verpackt und aus dem Einschluss abtransportiert. Der oder die Strahlenschutz-Sachverständige charakterisiert jedes Fass nach einem standardisierten Verfahren für eine konforme Entsorgung (siehe Kapitel 4.3.5).

Wenn weitere Bauschadstoffe nachgewiesen wurden, beispielsweise Asbest oder polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), mussten zusätzliche Schutzmassnahmen umgesetzt werden. Bei diesen Schadstoffen musste neben dem Schutz der Arbeitnehmenden auch die Einhaltung der Bestimmungen der Abfallverordnung (VVEA)²³ gewährleistet werden. Bei den brennbaren Abfällen war eine zusätzliche Triage für Asbest und PAK erforderlich, da diese nicht verbrannt werden dürfen. Hinzu kam die Problematik der geschützten Baudenkmäler, in denen möglichst viel Bausubstanz zu erhalten war. Im *Neuen Schloss Bümpliz* in Bern beispielsweise wurde die radiumkontaminierte Täfelung abgeschliffen und wieder instand gestellt. Auf einigen Baustellen wurden auch andere Methoden wie die chemische Dekontamination angewendet. Die Dekontaminationsphase umfasst auch die Überwachung der Konzentration von Radon-222 (ein Zerfallsprodukt von Radium-226) in der Raumluft, gemessen in Becquerel pro Kubikmeter (Bq/m³). In manchen Fällen ermöglichte die Radiumsanierung eine deutliche Senkung der Radonkonzentration in der Raumluft (siehe Kapitel 6.3.3).

Nach der Dekontamination führte das BAG eine Schlusskontrolle der Zielerreichung durch. Es überprüfte, ob die effektive Dosis von 1 mSv pro Jahr für die Bewohnerinnen und Bewohner eingehalten wurde. In der Praxis ging die Dekontamination über diesen Wert hinaus und zielte darauf ab, im Rahmen des vernünftig Möglichen eine Dosisleistung von weniger als 100 nSv/h über dem natürlichen Hintergrund zu erreichen, in Anwendung des in Artikel 4 StSV festgelegten Optimierungsprinzips. Nachdem die Erreichung des Sanierungsziels bestätigt wurde, konnte mit der Instandstellung begonnen werden, welche vom zuständigen Architekturbüro koordiniert wurde. Ziel war, den Zustand wie vor Beginn der Arbeiten wiederherzustellen.

Von den 83 sanierten Gebäuden waren 18 nach der Dekontamination radiumfrei. 65 enthielten noch geringe Radiumspuren, die aber deutlich unter dem Referenzwert von 1 mSv pro

²³ Abfallverordnung vom 4. Dezember 2015 (VVEA, SR 814.600)

Jahr lagen. Diese Restkontaminationen betrafen insbesondere weitere Wohnungen des gleichen Gebäudes, in denen die Beseitigung der geringen Radiumspuren nicht gerechtfertigt war. In einigen Fällen konnte die Dekontamination nicht fortgesetzt werden, da sonst die Gebäudestatik beeinträchtigt worden wäre. Auch hier wurde die Jahresdosis von 1 mSv in allen Fällen eingehalten. In seinen Abschlussbriefen zu den Sanierungen bat das BAG die Eigentümerinnen und Eigentümer, es im Falle von Renovierungsarbeiten in den betroffenen Bereichen zu kontaktieren, damit es die Arbeiten begleiten und eine konforme Abfallentsorgung sicherstellen konnte.

4.3.4. Aussensanierungen

Die Radiummessungen ergaben einen Sanierungsbedarf in 109 Gärten. Die Radiumkontamination wurde auf Basis der Dosisleistungsmessungen und der durchgeführten Sondierungsbohrungen kartiert, um die zu sanierenden Zonen abzugrenzen. Das BAG beschaffte sich jeweils auch die Pläne der unterirdischen Leitungen (Wasser, Strom und Telekommunikation), damit diese bei der Dekontamination nicht beschädigt wurden. Wie bei den Innenräumen wurde mit den verschiedenen Stakeholdern zur optimalen Koordination der Sanierungsarbeiten eine Begehung vor Ort durchgeführt. Für die Sanierung von vier Gärten musste aufgrund des grossen Aushubvolumens eine Baubewilligung eingeholt werden.

Bei der Dekontamination der Gärten wird die mit Radium kontaminierte Erde mit einem Bagger ausgehoben, nachdem der Sanierungssperimeter gesichert wurde. Der oder die Strahlenschutz-Sachverständige der Sanierungsfirma misst die Dosisleistung und gibt an, wo gegraben werden soll. Die so ausgehobene Erde wird in eine Mulde verfrachtet, in der drei repräsentative Proben entnommen werden, um die Abfälle im Hinblick auf ihre konforme Entsorgung zu charakterisieren (siehe Kapitel 4.3.5). Dafür wurde eine Methode entwickelt, mit der eine Beziehung zwischen spezifischer Radiumaktivität in einer Bodenprobe (in gegebener Geometrie) und der gemessenen Dosisleistung hergestellt werden kann.



Abbildung 12: Schlusskontrolle des BAG zur Überprüfung des Dekontaminationserfolgs (Quelle: Hanna Girard)

Nach Abschluss der Dekontamination prüfte das BAG anhand von Dosisleistungsmessungen und Probenahme am Grund des Aushubs, ob das Sanierungsziel erreicht wurde (Einhaltung des Schwellenwerts von 1000 Bq/kg für die Radiumkonzentration in der Erde) (siehe Abbildung 12). Wie bei den Innenräumen war das Ziel, nach Möglichkeit eine Dosisleistung von weniger als 100 nSv/h über dem natürlichen Hintergrund zu erreichen. Nach Abschluss dieser Kontrolle gab das BAG grünes Licht für die Instandstellung des Standorts.

Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass in den Gärten auch nach der Sanierung noch tiefer liegende Restkontaminationen vorhanden sind, da die entsprechende Dosisleistung ab einer bestimmten Tiefe im Boden (rund 0,5 Meter) an der Erdoberfläche nicht mehr messbar ist. In Einzelfällen war das BAG gezwungen, über dem Schwellenwert von 1000 Bq/kg liegende Kontaminationen im Untergrund zu belassen, insbesondere wenn ein Aushub nicht möglich war oder unverhältnismässige Mittel erfordert hätte. Zudem konnten einige unter Gebäuden oder im Untergrund von Gärten liegende alte Kanalisationen nicht entfernt werden. Wie bei den Innenräumen wurden die Eigentümerinnen und Eigentümer gebeten, das BAG im Falle von Aushubarbeiten in den betroffenen Bereichen zu kontaktieren, damit es die Arbeiten begleiten und eine konforme Abfallentsorgung sicherstellen konnte.

Die standardisierte Sanierungsmethode konnte auf dem Areal des *Neuen Schlosses Bümpliz* in Bern, wo in der Vergangenheit der grösste Hersteller von radiumhaltiger Leuchtfarbe in der Schweiz ansässig war, nicht angewendet werden. Aufgrund der heutigen Nutzung des Geländes als öffentlicher Park und der mit dem grossen Aushubvolumen verbundenen hohen Kosten wäre die Anwendung des Sanierungskriteriums von 1000 Bq/kg Radium unverhältnismässig gewesen. Die Tatsache, dass bestimmte geschützte Bäume nicht gefällt werden dürfen und das Gelände archäologische Funde beherbergt, erhöhte die Komplexität zusätzlich. Deshalb wurde ein Sanierungskonzept entwickelt, das auf dem Optimierungsprinzip von Artikel 4 StSV und dem Szenario einer dauerhaften Nutzung als öffentlicher Park basierte. Die zu sanierenden Bereiche wurden anhand von zwei Kriterien bestimmt (Nettodosisleistung über 250 nSv/h und spezifische Aktivität von Radium in der Erde über 2500 Bq/kg). Mit diesen Kriterien konnte die Dosis von 1 mSv pro Jahr für Erwachsene und Kinder unter Berücksichtigung einer langfristigen Nutzung des Geländes als öffentlicher Park mit konservativen Expositionsszenarien eingehalten werden. Im Falle künftiger Aushubarbeiten, beispielsweise für die Erneuerung der unterirdischen Leitungen, muss allerdings dennoch eine radiologische Begleitung sichergestellt werden.

In fast 20% der zu sanierenden Gärten hat das BAG chemische Schadstoffe gefunden, wobei die Hälfte davon auf einem Grundstück lag, das im Kataster der belasteten Standorte²⁴ eingetragen ist. Für den Umgang mit der Problematik der Mischkontaminationen mussten spezifische Kompetenzen aufgebaut werden, insbesondere für die In-situ-Detektion chemischer Schadstoffe in der Erde, beispielsweise von Schwermetallen und verschiedenen Kohlenwasserstoffarten. Die Kantone sind unter Aufsicht des BAFU für den Umgang mit durch chemische Stoffe belasteten Standorten zuständig. Die angetroffenen Situationen erforderten deshalb jeweils spezifische Absprachen zwischen dem BAG und den Kantonen (sowie in komplexen Fällen mit dem BAFU und der Suva). Darüber hinaus wurde eine Zusammenarbeit mit dem Labor Spiez sowie mit der Firma Econetta für akkreditierte Analysen von radiumkontaminierten Proben auf chemische Stoffe aufgebaut. Dies ermöglichte, zusätzlich zum Grenzwert für die Radiumentsorgung nach StSV die Grenzwerte der VVEA für die Entsorgung chemischer Schadstoffe in Deponien des Typs E einzuhalten (siehe Kapitel 4.3.5).

Einen Sonderfall bildet ein ehemaliges Industriegelände im Kanton Basel-Landschaft, das stark mit Radium und zusätzlich mit chemischen Schadstoffen belastet ist und dessen besonders komplexe Sanierung ausserhalb des Aktionsplans durchgeführt werden muss. Auf dieser Parzelle müssten bei einem Aushub schätzungsweise rund 30 m³ stark kontaminierter Erde (>10 000 Bq/kg) im Bundeszwischenlager (BZL) entsorgt werden (siehe Kapitel 4.3.5). Da zusätzlich Quecksilberspuren vorhanden sind, können die Abfälle aber nicht im Plasmaofen verglast werden, was für die Konditionierung für eine Tiefenlagerung erforderlich wäre. Zudem besitzt der Lagerraum vom BZL für «nicht konditionierte Rohabfälle» keine ausreichenden Kapazitäten zur Lagerung einer Aushubmasse dieser Grössenordnung. Es besteht deshalb gegenwärtig keine Entsorgungsmöglichkeit für diese Abfälle. In gegenseitiger Absprache zwischen dem Eigentümer (der auch der Verursacher ist), dem Kanton, dem BAFU und der Suva wird das Areal 2025 für die nächsten zehn Jahre gesichert. Eine endgültige Sanierung durch Aushub (falls es der Stand der Technik erlaubt) oder durch eine alternative Sanierungsmethode wird bis 2035 abgeklärt werden, mit dem Ziel, das Problem für die nächsten Generationen zu lösen.

4.3.5. Abfallentsorgung

Für die Abfälle aus den Dekontaminationsarbeiten waren drei Entsorgungswege vorgesehen:

- Verbrennung der schwach kontaminierten brennbaren Abfälle in Kehrichtverbrennungsanlagen
- Ablagerung der schwach kontaminierten inerten Abfälle in Deponien des Typs E
- Abgabe der stärker kontaminierten Abfälle an das BZL

²⁴ Altlasten-Verordnung vom 26. August 1998 (AltIV, SR 814.680)

Die schwach radiumkontaminierten brennbaren Abfälle (Parkett, Unterboden ...) wurden nach Artikel 116 StSV in Kehrichtverbrennungsanlagen verbrannt. Dabei darf die wöchentlich zur Verbrennung zugelassene Aktivität 2 MBq für Radium-226 (d. h. das Tausendfache der Bewilligungsgrenze nach Anhang 3 StSV) nicht überschreiten. Die Verbrennung grosser Volumen von schwach radiumkontaminierten Abfällen aus radiologischen Altlasten ist gerechtfertigt, da ihre Entsorgung über die üblichen Entsorgungskanäle nur mit einem unverhältnismässigen Aufwand möglich wäre. In Anbetracht aller anderen denkbaren Optionen entspricht die Verbrennung der besten Lösung für Mensch und Umwelt. Da diese einmal in der Woche erfolgt, wurden die Abfälle bis zu ihrer Entsorgung an einem sicheren Ort zwischengelagert. Zu diesem Zweck wurden in den Kantonen Bern, Genf, Neuenburg und Solothurn unter Berücksichtigung der Strahlenschutzbestimmungen vier Standorte für die zwischenzeitliche Lagerung eingerichtet.

Die leicht mit Radium kontaminierten inerten Abfälle (Erde, Beton ...), die eine spezifische Aktivität von Radium-226 von weniger als 10 000 Bq/kg aufwiesen, wurden nach Artikel 114 StSV und der dazugehörigen Wegleitung²⁵ an eine Deponie des Typs E abgegeben. Diese Bestimmung ist spezifisch für radiologische Altlasten in Verbindung mit Radium, wobei der Wert dem Tausendfachen der Befreiungsgrenze von 10 Bq/kg nach Anhang 3 StSV entspricht. Bis Ende 2017 galt ein Wert von 40 000 Bq/kg. In der revidierten StSV, die Anfang 2018 in Kraft trat, wurde die Befreiungsgrenze von 40 Bq/kg auf 10 Bq/kg gesenkt. Die kantonalen Behörden unterstützten das BAG bei der Suche nach Deponien des Typs E auf ihrem Gebiet. Da im Kanton Neuenburg keine Deponie dieses Typs vorhanden ist, wurden seine Abfälle in den Kantonen Bern und Solothurn entsorgt. Das BAG hat eine Überwachung des Sickerwassers der betroffenen sechs Deponien in den Kantonen Basel-Landschaft, Bern, Solothurn und Zürich eingerichtet. Zunächst mass es den «Null-Zustand» vor der Entsorgung und nahm diese Deponien anschliessend in sein Programm zur Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt auf. Die bisher in diesen Sickerwässern gemessenen Radium-226-Konzentrationen zeigten in einigen Fällen geringe Werte von maximal 13 mBq/L an, die jedoch deutlich unter dem Immissionsgrenzwert für Gewässer (IG_{GW}) von 580 mBq/L für Radium-226 nach Anhang 7 StSV liegen.

Insgesamt wurden im Rahmen des Aktionsplans von den schwach radiumkontaminierten Abfällen rund 250 m³ brennbare Abfälle in Kehrichtverbrennungsanlagen entsorgt und rund 4400 m³ inerte Abfälle in Deponien des Typs E abgegeben. Die Entsorgungskosten dieser Abfälle betrugen insgesamt fast 989 000 Franken.

Sanierungsabfälle mit einer über den oben erwähnten Werten liegenden Aktivität gelten als radioaktive Abfälle. Sie wurden charakterisiert, in A-Metallfässer konditioniert (siehe Abbildung 13) und zum BZL befördert. Insgesamt wurden 6.6 m³ radioaktive Abfälle auf diesem Weg entsorgt. Die Kosten beliefen sich auf rund 986 000 Franken. Unter diesen Abfällen befinden sich auch Uhrenbestandteile, die wie in Kapitel 4.2.3 erwähnt, bei den Untersuchungen mitgenommen wurden.



Abbildung 13: Konditionierung von stark mit Radium kontaminierter Erde für den Transport zum Bundeszwischenlager (BZL)

²⁵ Wegleitung zur Ablagerung von radioaktiven Abfällen mit geringer Aktivität, BAG, V1.2 30.05.2024 ([Link](#))

Die Entwicklung der zwischen 2015 und 2023 entsorgten Mengen an Sanierungsabfällen nach Entsorgungswegen ist in Abbildung 14 ersichtlich. Die grössten Volumen inerter Abfälle wurden aufgrund von fast 30 Aussensanierungen 2022 und 2023 entsorgt. Es handelte sich zudem um Gärten mit Mischkontaminationen, die eine vorgängige Koordination mit den betroffenen Kantonen und/oder dem BAFU sowie chemische Analysen für eine fachgerechte Entsorgung der Abfälle erforderten.

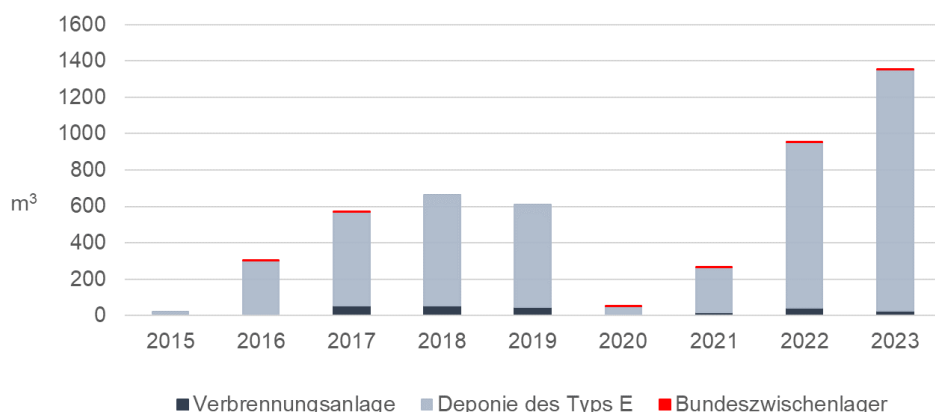


Abbildung 14: Entwicklung der zwischen 2015 und 2023 entsorgten Mengen an Sanierungsabfällen (in m³) nach Entsorgungswegen

Wie in Kapitel 4.2.3 erwähnt, stellte das BAG im Rahmen der Untersuchungen zahlreiche Sonderabfälle sicher, insbesondere mit Radium kontaminierte Möbel und Ausrüstungen. Hinzu kommen weitere Sonderabfälle aus den Sanierungen, beispielsweise radiumkontaminierte Metallrohrleitungen. Eine spezialisierte Sanierungsfirma wurde mit der mechanischen Dekontamination dieser Abfälle beauftragt. Mit wenigen Ausnahmen konnten alle dieser Abfälle konventionell im Altmetallhandel entsorgt und so wiederverwertet werden, da die Befreiungsgrenze (LL) von 10 Bq/kg eingehalten wurde. Einige Metallobjekte mit einer über der LL, aber unter dem Zehnfachen der LL liegenden spezifischen Aktivität wurden nach Artikel 115 StSV in einer Giesserei wiederverwertet. Die Gesamtkosten für die Behandlung der Sonderabfälle betrugen knapp 389 000 Franken.

4.4. Verwaltung von ehemaligen Deponien, die mit Radium kontaminierte Abfälle enthalten könnten

Die Stossrichtung «Verwaltung von ehemaligen Deponien» bezweckte zum einen die zahlenmässige Erfassung früherer Deponien, die möglicherweise Radiumabfälle enthalten, welche noch vor dem Inkrafttreten der ersten Strahlenschutzverordnung 1963 auf konventionelle Weise entsorgt wurden. Andererseits hatte sie zum Ziel, geeignete Massnahmen zu definieren, um die Gesundheit der Bevölkerung und der Arbeitnehmenden sowie die Umwelt vor den Gefahren zu schützen, die von solchen Abfällen in den ehemaligen Deponien ausgehen.

4.4.1. Erfassung und Klassifizierung der ehemaligen Deponien

Das BAG hat eine Methodik entwickelt, um die ehemaligen Deponien, die radiumkontaminierte Abfälle aus der Uhrenindustrie enthalten könnten, zu ermitteln und in drei Risikokategorien mit jeweils angepassten Schutzmassnahmen einzustufen. Diese gemeinsam mit dem BAFU, der Suva und den betroffenen Kantonen durchgeführten Arbeiten sind in einem technischen Bericht²⁶ beschrieben.

Als Basis für die Ermittlung der ehemaligen Deponien, die potenziell radiumkontaminierte Abfälle enthalten, diente eine Liste von 15 000 in den kantonalen Katastern der belasteten

²⁶ Technischer Bericht Erfassung und Verwaltung von ehemaligen Deponien, die radiumkontaminierte Abfälle enthalten könnten, BAG, 17. März 2021 ([Link](#))

Standorte aufgeführten ehemaligen Deponien. Dabei wurden der Betriebszeitraum der ehemaligen Deponien (zwischen 1920 und 1970) und der geografische Standort berücksichtigt. Aufgrund der Annahme, dass die aus dem Setzen von radiumhaltiger Leuchtfarbe anfallenden Abfälle lokal entsorgt wurden, wurden diejenigen ehemaligen Deponien als potenziell betroffen angesehen, die in einer Gemeinde mit mindestens einer potenziell radiumkontaminierten Liegenschaft gemäss Inventar in Anhang 1 liegen. Hinzu kamen ehemalige Deponien im Umkreis von zwei Kilometern um die Gemeinden Biel, La Chaux-de-Fonds und Grenchen (SO), wo sich über die Hälfte der potenziell mit Radium kontaminierten Liegenschaften befinden.

In der Regel lässt sich nicht mehr eruieren, in welcher Gemeindedepoie die Abfälle einer bestimmten Liegenschaft früher entsorgt wurden. Deshalb wurde davon ausgegangen, dass die Wahrscheinlichkeit, dass eine Depoie Radiumabfälle enthält, grösser wird mit steigender Zahl von Liegenschaften in der Gemeinde, in denen mit radiumhaltiger Leuchtfarbe gearbeitet wurde, und umgekehrt kleiner wird mit steigender Zahl von Gemeindedepoien, in denen Radiumabfälle entsorgt werden konnten. Somit wurde die Anzahl Liegenschaften pro Depoie (LS/D) als Indikator für die Wahrscheinlichkeit des Vorkommens von Radiumabfällen in der Depoie gewählt. Die Klassifizierungsmethode berücksichtigt somit die Anzahl LS/D, aber auch die Präsenz eines bedeutenden Verursachers von radiumkontaminierten Abfällen in der betroffenen Gemeinde, beispielsweise eines Leuchtfarbenherstellers (siehe **Anhang 2**).

Die so ausgewählten ehemaligen Deponien wurden anschliessend in drei Risikokategorien eingestuft, je nachdem, ob es unwahrscheinlich, wahrscheinlich oder sicher war, dass radiumkontaminierte Abfälle vorhanden waren:

- Die Kategorie R-A «Depoie, bei der keine schädliche Einwirkung durch radiumkontaminierte Abfälle zu erwarten ist» umfasst Depoien in einer Gemeinde mit einer Anzahl LS/D unter 1 und ohne Präsenz eines bedeutenden Verursachers von radiumkontaminierten Abfällen. Für diese ehemaligen Depoien sind keine besonderen Schutzmassnahmen zu ergreifen.
- Die Kategorie R-B «Depoie, die bei Öffnung Strahlenschutzmassnahmen für Arbeitnehmende und Umwelt bedarf» umfasst Depoien in einer Gemeinde mit einer Anzahl LS/D zwischen 1 und 5 oder in einer Gemeinde, in der ein bedeutender Verursacher von Radiumabfällen vorhanden ist.
- Die Kategorie R-C «Depoie, die langfristig radiologisch überwacht werden muss» umfasst Depoien in einer Gemeinde mit einer Anzahl LS/D von mindestens 5 oder in einer Gemeinde, in der ein bedeutender Verursacher von Radiumabfällen vorhanden ist.

Diese Methodik wurde von den am stärksten betroffenen Kantonen Bern, Genf, Jura, Neuenburg und Solothurn angewendet, um jede identifizierte Depoie in eine Risikokategorie einzustufen. Die Kantone teilten so 253 ehemalige Depoien provisorisch oder definitiv in die Risikokategorie R-B ein (siehe 4.4.2). Die entsprechende Liste wird seit 2021 auf der Website des BAG²⁷ publiziert. Bisher wurde keine der im Rahmen des Aktionsplans Radium identifizierten ehemaligen Depoien der Risikokategorie R-C zugeordnet. Eine Depoie war aber schon vor dem Aktionsplan in dieser Kategorie vorhanden; sie befindet sich in der Nähe des zweitgrössten Herstellers von Radiumleuchtfarben in der Schweiz. Neben der Publikation der Liste bat das BAG die Kantone, in ihren internen Katastern der belasteten Standorte einen Vermerk zu den Massnahmen einzufügen, die bei Arbeiten in den Depoien der Kategorie R-B erforderlich sind, damit der Informationsfluss langfristig gewährleistet ist.

Diese Vorgehensweise und die je nach Risikokategorie zu ergreifenden Schutzmassnahmen sind in Abbildung 15 dargestellt.

²⁷ Liste von ehemaligen Depoien, die radiumkontaminierte Abfälle enthalten könnten, BAG, Stand Oktober 2023 ([Link](#))

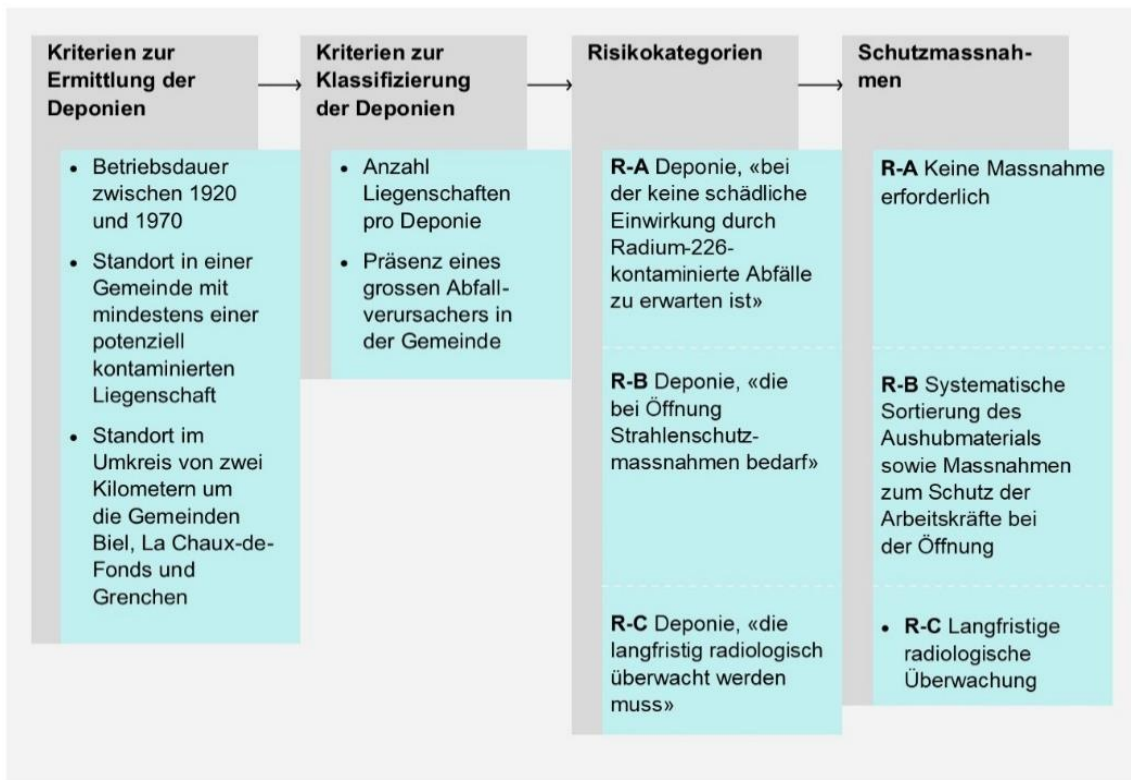


Abbildung 15: Vorgehen für die Identifizierung und Klassifizierung der ehemaligen Deponien, die radiumkontaminierten Abfälle enthalten können, sowie der entsprechenden Schutzmassnahmen

4.4.2. Schutzmassnahmen nach Risikokategorie

Die mit den drei Risikokategorien verbundenen Schutzmassnahmen wurden auf Basis der Ergebnisse von Radioaktivitätsmessungen festgelegt, die das BAG in verschiedenen radiumkontaminierten ehemaligen Deponien (insbesondere Lischenweg und Mettmoos in Biel) durchgeführt hatte. Diese Messungen zeigten, dass die radiumkontaminierten Abfälle in den Deponien aufgrund ihres punktuellen Charakters und ihrer tiefen Lage an der Oberfläche meist nicht nachweisbar waren. Die Deponien wurden nach ihrer Schliessung häufig mit einer Erdschicht überdeckt. Im Übrigen ist das Radium der Leuchtfarben kaum wasserlöslich, sodass die im Grundwasser gemessenen Konzentrationen von Radium-226 deutlich unter 500 mBq/L lagen und damit die Richtdosis von 0.1 mSv pro Jahr für Trinkwasser²⁸ eingehalten wurde. Dieser Kontext unterscheidet sich stark von der Situation bei den radiumkontaminierten Liegenschaften und erklärt, weshalb keinerlei Strahlenschutzmassnahmen erforderlich sind, solange die kontaminierten Abfälle in der Deponie vergraben bleiben. In diesem Fall ist unwahrscheinlich, dass der Referenzwert von 1 mSv pro Jahr für eine Person aus der Bevölkerung durch das Vorkommen von Radium in einer ehemaligen Deponie überschritten wird.

Bei Aushubarbeiten in einer ehemaligen Deponie der Kategorie R-B hingegen können ein Risiko für die Arbeitskräfte, die mit solchen Abfällen in Kontakt kämen, und eine Verbreitung in die Umwelt nicht ausgeschlossen werden. Für die 253 als R-B klassifizierte Deponien müssen bei Aushubarbeiten Strahlenschutzmassnahmen, wie die systematische Triage des Aushubmaterials, umgesetzt werden (siehe Abbildung 16). Da die Betriebsdauer der Deponien in den kantonalen Katastern aber nicht immer angegeben wird, wurden manche Deponien nach dem Vorsorgeprinzip bis zur Durchführung einer zusätzlichen administrativen Abklärung provisorisch in die Kategorie R-B eingestuft. Diese Abklärung kann nur bei Bedarf zum Zeitpunkt erfolgen, zu dem Aushubarbeiten in der betreffenden Deponie geplant sind. Lassen die Ab-

²⁸ Verordnung des EDI über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen vom 16. Dezember 2016 (TBDV, SR 817.022.11)

klärungen den Schluss zu, dass die Deponie während des betroffenen Zeitraums nicht in Betrieb war, sind keine Strahlenschutzmassnahmen erforderlich und die Deponie kann zurückgestuft werden. Mit der Zeit könnte die Zahl von 253 ehemaligen Deponien deshalb nach unten korrigiert werden.

Für die Deponien der Kategorie R-A ist keine Massnahme erforderlich. Bei diesen wird als unwahrscheinlich angesehen, dass die Deponie radiumkontaminierte Abfälle enthält, obwohl dies nie ganz ausgeschlossen werden kann. Es wäre aber nicht gerechtfertigt, bei Arbeiten in solchen Deponien systematisch Strahlenschutzmassnahmen umzusetzen, da das radiologische Risiko für Arbeitnehmende und Umwelt in diesem Fall mit dem Risiko bei Aushubarbeiten in irgendeiner der übrigen 15 000 ehemaligen Deponien im Kataster der belasteten Standorte vergleichbar wäre. Es ist auch nicht notwendig, die Klassifikation dauerhaft im kantonsinternen Kataster der belasteten Standorte festzuhalten. Die Deponien der Kategorie R-A sind deshalb auf der vom BAG publizierten Liste nicht aufgeführt.



Abbildung 16: Strahlenschutzmassnahmen in einer ehemaligen Deponie, die möglicherweise Radiumabfälle enthält

4.4.3. Praktische Umsetzung der Verwaltung von ehemaligen Deponien

Der technische Bericht und die Liste der 253 ehemaligen Deponien, die der Risikokategorie R-B («Deponie, die bei Öffnung Strahlenschutzmassnahmen bedarf») zugewiesen waren, wurden 2021 publiziert. Die regelmässige Aktualisierung der Liste der Deponien ist seither Sache der Kantone. Das BAG hat gemeinsam mit dem BAFU, der Suva und den betroffenen Kantonen eine neue Wegleitung²⁹ erarbeitet, in der die Modalitäten für die Strahlenschutzmassnahmen und die Verantwortlichkeiten der verschiedenen beteiligten Akteure festgelegt sind. Die Wegleitung sieht eine abgestufte Vorgehensweise für die beiden folgenden Arten von Arbeiten vor:

- Bei Sondierungen im Rahmen von Untersuchungen nach AltIV sieht die Wegleitung vor, dass die Dosisleistung der entnommenen Proben gemessen wird, um vor ihrer Analyse in einem Chemielabor jegliche Radiumkontamination auszuschliessen.
- Bei umfangreichen Aushubarbeiten (Sanierung gemäss AltIV oder Bauvorhaben) muss die für belastete Standorte verantwortliche kantonale Behörde die Baubewilligungsbehörde über die erforderlichen Strahlenschutzmassnahmen informieren. Die für die Strahlenschutzmassnahmen zuständige Firma muss vor Arbeitsbeginn beim BAG ein Bewilligungsgesuch einreichen. Voraussetzung für die Erlangung der Bewilligung ist, dass die Firma über eine sachverständige Person für Strahlenschutz nach StSV verfügt. Zudem muss die Firma ein Strahlenschutzkonzept zur Validierung vorlegen. Darin ist festzuhalten, welche Massnahmen bei der Feststellung von radiumkontaminiertem Material durchzuführen sind und wie vorzugehen ist, um dieses fachgerecht zu entsorgen.

²⁹ Wegleitung Arbeiten auf ehemaligen Deponien, BAG, 11.10.2024 ([Link](#))

5. Ressourcen des Aktionsplans

5.1. Finanzielle Ressourcen

Das vom Bund für den Aktionsplan Radium 2015-2023 bewilligte Budget beträgt 9 Millionen Franken.³⁰ Die finanziellen Mittel für den Aktionsplan und die effektiven Ausgaben in den Jahren 2016 bis 2023 sind in Tabelle 4 im Einzelnen aufgeführt.

	2016	2017	2018	2019	2020 ¹⁾	2021 ¹⁾	2022	2023	Total
Bewilligter Kredit	1 000 000	1 500 000	1 500 000	1 000 000	360 000	1 140 000	1 000 000	1 500 000	9 000 000
Effektive Ausgaben	959 000	2 196 000	1 490 000	1 216 000	340 000	1 140 000	1 487 000	1 897 000	10 725 000

¹⁾ Angepasste Beträge in den Jahren 2020 und 2021 aufgrund des Übertrags des während der Covid-19-Pandemie nicht verwendeten Budgets auf 2023

Tabelle 4: Finanzielle Ressourcen für den Aktionsplan und effektive Ausgaben

Die finanziellen Ressourcen wurden hauptsächlich für den Umgang mit radiumkontaminierten Liegenschaften verwendet: 20% des Budgets entfielen auf die historischen Nachforschungen und Messungen und 80% auf die Sanierungen (einschliesslich Dekontamination, Instandstellung und Entsorgung der schwach kontaminierten Abfälle). Insgesamt wurden im Rahmen des Aktionsplans 10.725 Millionen Franken ausgegeben. Das Budget wurde damit um 1.725 Millionen Franken überschritten. Die Differenz ist dadurch zu erklären, dass der Sanierungsanteil während der gesamten Projektdauer im oberen Bereich der ursprünglichen Prognosen blieb. Zudem mussten einige umfangreiche Sanierungen in Höhe von mehreren hunderttausend Franken umgesetzt werden. Weiter hinzu kam die Entsorgung der radioaktiven Abfälle des Aktionsplans Radium im BZL mit Gesamtkosten von 986 000 Franken, die über das ordentliche Budget für die Entsorgung der radiologischen Altlasten finanziert wurde.

Ein Teil der vom Bund zur Verfügung gestellten Mittel wurde durch freiwillige finanzielle Beiträge kompensiert. 2019 organisierte Bundesrat Alain Berset einen runden Tisch mit den wichtigsten Stakeholdern. Im Anschluss an diese Gespräche verpflichtete sich die Uhrenindustrie freiwillig, den Aktionsplan mit 400 000 Franken zu unterstützen. Die hauptsächlich betroffenen Kantone (BE, NE und SO) steuerten ihrerseits 640 000 Franken bei.

Insgesamt kostete der Aktionsplan den Bund unter Berücksichtigung aller Ausgaben und Einnahmen, aber ohne Personalaufwand, 10.671 Millionen Franken.

Die Sanierungskosten von sechs Liegenschaften wurden nach dem Verursacherprinzip direkt von den Eigentümerinnen und Eigentümern getragen. Sie beliefen sich auf insgesamt rund 250 000 Franken.

5.2. Personelle Ressourcen

Für die Umsetzung des Aktionsplans standen dem BAG von 2016 bis 2023 zwei zusätzliche Vollzeitstellen zur Verfügung. Der Aufwand für beide Mitarbeitenden wurde im Zeitraum von 2016 bis 2019 über eine Zusatzfinanzierung getragen. Von 2020 bis 2023 wurden die Kosten durch eine Aufgaben-Priorisierung innerhalb des Globalbudgets des BAG kompensiert.

5.3. Bilanz des Ressourceneinsatzes

Die Eidg. Finanzkontrolle hat eine Querschnittsprüfung des Umgangs des Bundes mit problematischen Stoffen, unter anderem Radium,³¹ durchgeführt. Der Bericht kommt zum Schluss, dass der Aktionsplan Radium 2015-2023 vorbildlich darstellt, wie der Bund mit einem problematischen Stoff ganzheitlich umgeht. Bemängelt wird jedoch die fehlende Umsetzung des Verursacherprinzips, da die Sanierungskosten im Sinn einer antizipierten Ersatzvornahme vom Bund getragen wurden.

³⁰ Das Jahr 2015 wurde durch einen Zusatzkredit von 0.4 Millionen Franken finanziert.

³¹ Querschnittsprüfung des Umgangs des Bundes mit problematischen Stoffen, EFK-23489, 2024 ([Link](#))

6. Bilanz und Erkenntnisse aus dem Aktionsplan

6.1. Umgang mit potenziell mit Radium kontaminierten Liegenschaften

Dieses Kapitel enthält die Bilanz und die wichtigsten Erkenntnisse aus der Umsetzung der drei Stossrichtungen für den Umgang mit potenziell radiumkontaminierten Liegenschaften sowie für die Entsorgung der Sanierungsabfälle, die sich als komplex erwiesen hat.

6.1.1. Historische Nachforschungen

Das Unternehmen EBP Schweiz AG hält in seinem Evaluationsbericht fest, dass die Nachforschungen nach potenziell kontaminierten Liegenschaften umfangreich, zielgerichtet und damit sehr relevant waren. Es befürwortet auch den priorisierenden Ansatz (auf begründeten Verdacht hin), der für die Auswahl der Liegenschaften für die Messung verfolgt wurde. Allerdings ist es der Auffassung, dass keine objektive Aussage zur Vollständigkeit des Verzeichnisses der potenziell radiumkontaminierten Liegenschaften möglich ist. Tatsächlich ist es schwierig, genau zu beziffern, wie viele potenziell radiumkontaminierte Liegenschaften nicht identifiziert wurden. Dies ist insbesondere auf die Heimarbeit zurückzuführen, die den zuständigen Behörden damals häufig nicht gemeldet wurde. Die Erhebung des fehlenden Anteils an potenziell kontaminierten Liegenschaften wäre mit einem unverhältnismässigen Aufwand verbunden. Auch wenn vernünftigerweise davon auszugehen ist, dass die meisten früheren Arbeitsstätten der Uhrenindustrie, in denen Radiumleuchtfarben verwendet wurden, ermittelt worden sind, ist es deshalb wahrscheinlich, dass künftig neue zu untersuchende und möglicherweise zu sanierende Adressen gefunden werden.

6.1.2. Untersuchungen

Mit einer Beteiligung von 99 % wurden die Messungen in den potenziell radiumkontaminierten Liegenschaften von den betroffenen Eigentümerinnen und Eigentümern sehr positiv aufgenommen. Nur bei sieben Liegenschaften wurde die Messung verweigert. Von den 1093 untersuchten Liegenschaften waren 163 (15%) sanierungsbedürftig. Der grösste Teil der Radiumkontaminationen wurde in den Kantonen mit Uhrmachertradition (Bern, Neuenburg und Solothurn), hauptsächlich in Wohnungen und Privatgärten, festgestellt. Räume, in denen mit Radium gearbeitet wurde, sind also dauerhaft kontaminiert geblieben, selbst fast ein Jahrhundert nach dessen Einsatz in der Uhrenindustrie. Personen, die in den zu sanierenden Wohnungen lebten, waren unzulässigen Strahlendosen ausgesetzt, wobei aber keine sofortigen Schutzmassnahmen ergriffen werden mussten. Als der Aktionsplan lanciert wurde, war noch sehr unsicher, in welchem Ausmass diese Liegenschaften kontaminiert waren. Es konnte nicht von vornherein ausgeschlossen werden, dass manche Liegenschaften sehr stark kontaminiert waren und damit die Gesundheit der Bewohnerinnen und Bewohner unmittelbar gefährdet war. Ausserdem wurden bei den Messungen zahlreiche radiumhaltige Uhrenbestandteile, vor allem bei Uhrmacherinnen und Uhrmachern, entdeckt. EBP Schweiz AG unterstreicht in der Evaluation die grosse Wirksamkeit der Messungen und begrüsst, dass sich die Methoden für die Messung und Dosisermittlung auf wissenschaftliche Grundlagen stützten, die im Rahmen des Peer-Review validiert wurden.

6.1.3. Sanierungen

Der Aktionsplan Radium ermöglichte den Aufbau neuer Kompetenzen im Bereich der radiologischen Dekontamination in der Schweizer Industrie. Die Radiumkontaminationen konnten in 99% der 163 zu sanierenden Liegenschaften auf Werte unter 1 mSv pro Jahr gesenkt werden. Damit wurde die langfristige Wohnbarkeit wieder hergestellt. Es bestand kein Bedarf an Massnahmen zur Einschränkung der Nutzung. Nur ein Standort musste gesichert werden, da es beim aktuellen Stand der Technik nicht möglich ist, grosse Volumen stark radiumkontaminierter Erde, die zusätzlich chemische Schadstoffe enthält, zu entsorgen. Zudem verweigerte ein Eigentümer die Sanierung. Die in fast 80% der sanierten Gebäude noch vorhandenen geringen Radiumrückstände führen zu Dosen, die deutlich unter dem Referenzwert von

1 mSv pro Jahr liegen. Im Übrigen lagen an verschiedenen Standorten Mischkontaminationen vor, die einen ganzheitlichen Ansatz erforderten. Der Bund übernahm die Sanierungskosten in über 96% der Fälle. Das Verursacherprinzip konnte nur in sechs Liegenschaften angewendet werden, die heute noch im Besitz der Unternehmen sind, die für die Kontamination verantwortlich waren.

Gemäss dem CEPN waren die vom BAG im Vorfeld der Sanierungen organisierten Planungssitzungen sehr wichtig und ermöglichten, die durchzuführenden Massnahmen und den dazugehörigen Zeitplan festzulegen und dabei die verfügbaren Ressourcen bestmöglich zuzuweisen. Es begrüsst zudem die Dokumentation der Sanierungen, dank der die Informationen dauerhaft rückverfolgt werden können, und die laufende Verbesserung der Sanierungspraktiken. EBP Schweiz AG erwähnt die Wirksamkeit und Nachhaltigkeit der Sanierungen. Es erachtet die Sanierungen (und Sanierungskosten) als grundsätzlich verhältnismässig, wobei sie sich im Einzelfall stark unterschieden. Die grosse Akzeptanz der Sanierungen bei den Betroffenen weist auf eine hohe Umsetzungsqualität hin. Im Übrigen beurteilt EBP das Vorgehen bei der Bewältigung der Mischkontaminationen als sehr relevant und zielführend.

Die Erkenntnisse aus dem Aktionsplan Radium sind auch für den künftigen Umgang mit bestehenden Expositionssituationen nützlich, vor allem bei einer dauerhaften Kontamination der Schweizer Landesfläche nach einem radiologischen Unfall.

6.1.4. Abfallentsorgung

Die Strategie für die Entsorgung der Sanierungsabfälle nutzt die Flexibilität im Rahmen der StSV, welche die Entsorgung grosser Volumen von schwach kontaminierten Abfällen zu tragbaren Kosten ermöglicht und so die radiologische Situation zum Nutzen der Gesellschaft verbessert. So ist es beispielsweise sinnvoller, grosse Mengen an kontaminierten Abfällen in einer Deponie des Typs E zu entsorgen, als sie in Privatgärten zu belassen, wo das Risiko der Inkorporation von Radium und Exposition der Nutzenden gegenüber externer Strahlung besteht. So wurden die schwach radiumkontaminierten Abfälle kontrolliert in Deponien des Typs E oder in Kehrichtverbrennungsanlagen entsorgt, wenn möglich im Kanton, in dem sie erzeugt wurden. Dabei wurde die Anzahl Entsorgungsorte begrenzt und die Rückverfolgbarkeit sichergestellt.

Die hauptsächlich betroffenen Gemeinden und Kantone unterstützten das BAG bei der Suche nach Lösungen für die temporäre Lagerung der schwach radiumkontaminierten Abfälle und ihre Entsorgung. Die Entsorgung der inerten Abfälle (insbesondere Erde) stellte über den gesamten Aktionsplan eine Herausforderung dar. Deponien des Typs E bieten den Vorteil, dass die Kontaminationen langfristig rückverfolgbar sind. Es gibt in den betroffenen Kantonen aber nur relativ wenige solcher Deponien und es war schwierig, Betreiber zu finden, welche die Abfälle entgegennahmen. Die Herabsetzung der Befreiungsgrenze für Radium im Rahmen der Revision der StSV um den Faktor 4 auf Anfang 2018 schränkte zudem die Mengen an inerten Abfällen ein, die in Deponien des Typs E entsorgt werden können. In einigen Gärten traten Mischbelastungen zutage, was die Abfallentsorgung komplexer machte, da zusätzlich die Grenzwerte für chemische Schadstoffe der Umweltschutzgesetzgebung einzuhalten waren.

Aufgrund der hohen Entsorgungskosten versuchte das BAG, das Volumen der radioaktiven Abfälle möglichst zu minimieren. Die Kosten für die Entsorgung von 4650 m³ schwach radiumkontaminierten Abfällen entsprachen schliesslich etwa denjenigen für die Entsorgung von 6.6 m³ radioaktiven Abfällen. Im Übrigen erschwerten Spuren von Quecksilber im radioaktiven Aushubmaterial die Entsorgung im BZL, das für solche Abfalltypen wenig geeignet ist.

6.2. Verwaltung von ehemaligen Deponien, die Radiumabfälle enthalten könnten

Das BAG hat in Zusammenarbeit mit dem BAFU, der Suva und den betroffenen Kantonen einen abgestuften und risikobasierten Ansatz für die Verwaltung von ehemaligen Deponien, die radiumkontaminierte Abfälle aus der Uhrenindustrie enthalten könnten, entwickelt. Bei

den ehemaligen Deponien stützte sich das Vorgehen auf die nationale Politik für den Umgang mit belasteten Standorten. So wurden 253 ehemalige Deponien in den Kantonen Bern, Genf, Jura, Neuenburg und Solothurn als Deponien eingestuft, die bei einer Öffnung Strahlenschutzmassnahmen bedürfen (Kategorie R-B). Im Rahmen des Aktionsplans wurde keine ehemalige Deponie in die Kategorie eingeteilt, die eine langfristige radiologische Überwachung erfordert (Kategorie R-C). Dies weist auf den punktuellen Charakter der Radiumbelastungen in den ehemaligen Deponien hin.

EBP Schweiz AG unterstreicht in der Evaluation die Relevanz der Erfassung der ehemaligen Deponien mittels Daten aus den kantonalen Katastern der belasteten Standorte sowie der ergänzenden historischen Nachforschungen. Die langfristige Verwaltung und Überwachung der ehemaligen Deponien sind sinnvoll konzipiert und nachhaltig. Allerdings weist die Evaluation darauf hin, dass die Daten aus den kantonalen Katastern der belasteten Standorte von unterschiedlicher und nicht immer ausreichender Qualität waren, um potenziell radiumkontaminierte Deponien aufzufinden.

Seit der Publikation des technischen Berichts 2021 wurden in ehemaligen Deponien der Kategorie R-B verschiedene Sondierungen und Sanierungs- oder Bauvorhaben realisiert. Bei den durchgeführten Messungen wurden in zwei dieser ehemaligen Deponien Radiumkontaminationen festgestellt. Das BAG leistete fachliche Unterstützung für die mit der Begleitung der Arbeiten auf den belasteten Standorten beauftragten Umwelttechnik-Unternehmen, die häufig noch über zu wenig Kenntnisse im Strahlenschutzbereich verfügen. In der in Kapitel 4.4.3 erwähnten neuen Wegleitung des BAG werden die Modalitäten für die Überwachung und die Verantwortlichkeiten der verschiedenen beteiligten Akteure festgelegt, damit diese an Autonomie gewinnen können.

6.3. Erreichung der Schutzziele

Die in den vier Stossrichtungen umgesetzten Massnahmen hatten zum Ziel, die Gesundheit der Bevölkerung und der Arbeitnehmenden sowie die Umwelt zu schützen.

6.3.1. Reduktion des radiologischen Risikos für die betroffene Bevölkerung

Ein ganzes Jahrhundert nach der Verwendung von Radiumleuchtfarben in der Uhrenindustrie hat der Aktionsplan gezeigt, dass 15 % der untersuchten Liegenschaften dauerhaft kontaminiert geblieben sind und die Gebäudenutzenden Strahlendosen von mehr als 1 mSv pro Jahr ausgesetzt sein könnten. Fast alle der früheren Radiumsetzateliers dienen heute Wohnzwecken, was lange Aufenthaltszeiten bedeutet. Radium ist für Menschen nachweislich krebserregend.³² Eine ständige Exposition der Bevölkerung gegenüber Kontaminationen, die über dem Referenzwert von 1 mSv pro Jahr liegen, ist deshalb unzulässig. In seinem Expertengutachten³³ erachtet das CEPN den Referenzwert von 1 mSv pro Jahr aus folgenden Gründen als «vernünftiges», aber auch «ambitioniertes» Schutzziel:

- Ein Referenzwert nahe 0 (vollumfängliche Dekontamination) hätte die Kosten für die Sanierung und Abfallentsorgung weit über das Budget hinaus massiv erhöht, ohne dass sich daraus ein nennenswerter Nutzen bezüglich Dosis und damit Risiko ergeben hätte.
- Im Vergleich zu den Grenzwerten für chemische Schadstoffe in der Schweizer Umweltschutzgesetzgebung³⁴ kann der Referenzwert von 1 mSv pro Jahr auch nicht als zu konservativ bezeichnet werden.

Durch die im Rahmen des Aktionsplans durchgeführten Sanierungen konnten die Gebäude dekontaminiert und langfristig bewohnbar gemacht werden. Zur Abschätzung des dosimetrischen Gewinns, der durch die Sanierung der Wohnungen im Aktionsplan insgesamt erzielt wurde, evaluierte das CEPN die Reduktion der Exposition in Bezug auf die Kollektivdosis,

³² [List of Classifications – IARC Monographs on the Identification of Carcinogenic Hazards to Humans \(who.int\)](https://www.who.int/publications-detail/list-of-classifications-iarc-monographs-on-the-identification-of-carcinogenic-hazards-to-humans)

³³ Avis du CEPN sur les aspects de radioprotection du plan d'action radium 2015-2023, 30 septembre 2024

³⁴ Herleitung von Konzentrationswerten und Feststoff-Grenzwerten, BAFU, 2013

d. h. die Summe der eingesparten individuellen Dosen, die es in Anbetracht der eingesetzten Mittel aus Sicht des Strahlenschutzes als erheblich beurteilt.

Kinder waren aufgrund ihrer Nähe zu Radiumkontaminationen in den Böden sowohl in Wohnungen als auch in Gärten der Belastung besonders stark ausgesetzt und damit vom ungünstigsten Szenario am meisten betroffen. Bei gleicher Exposition gegenüber ionisierender Strahlung ist das damit verbundene Krebsrisiko bei Kindern deutlich höher als bei Erwachsenen. Als Beispiel betrachtet wird hier ein Kind, das seit der Geburt in einer radiumkontaminierten Liegenschaft lebt und dort ohne Sanierung eine Dosis in Höhe von 5 mSv pro Jahr erhalten hätte. Unter der Annahme, dass diese Dosis durch die Sanierung auf deutlich unter 1 mSv pro Jahr reduziert wird, würde die in den ersten zwanzig Lebensjahren dieses Kindes vermiedene Dosis 100 mSv betragen.³⁵ Diese Dosis entspricht einer lebenslangen Erhöhung des Risikos um 1%, an Krebs zu sterben.³⁶ Diese Risikoreduktion ist auf individueller Ebene erheblich und trägt insbesondere dazu bei, das Risiko vorzeitiger Sterblichkeit aufgrund von Krebs zu senken.

Wären keine Massnahmen ergriffen worden, hätte dies bedeutet, dass eine ungleiche Verteilung der individuellen Dosen und der damit verbundenen Risiken innerhalb der Bevölkerung akzeptiert worden wäre, welche sowohl die heutigen als auch die künftigen Generationen betreffen würde, was ethische Fragen aufwirft. Zudem wären einige der Bewohnerinnen und Bewohner gezwungen gewesen, in vollem Bewusstsein der Lage weiter in einer radiumkontaminierten Wohnung zu leben, oder hätten zufällig erfahren, dass in ihren Wohnungen Radium vorhanden ist. Wie sich solche Situationen auf das Wohlbefinden und die psychische Gesundheit der Direktbetroffenen auswirken, ist zwar schwierig abzuschätzen. Die Folgen dürfen aber nicht ausser Acht gelassen werden.³⁷ Tatsächlich erwiesen sich die psychologischen Auswirkungen – wie Angst aufgrund der mit der Exposition verbundenen Ungewissheit – in den meisten Situationen, in denen Betroffene an einem kontaminierten Ort wohnen mussten, als erheblich.

6.3.2. Reduktion des radiologischen Risikos für die Arbeitnehmenden

Durch den Beizug spezialisierter Firmen, die über eine Bewilligung und einen Strahlenschutz-Sachverständigen verfügen, konnten die Risiken für die Arbeitnehmenden bei der Sanierung der Liegenschaften minimiert werden. Die dosimetrische Überwachung der auf den Sanierungsbaustellen tätigen Arbeitnehmenden zeigt, dass sie sicher geschützt werden konnten (siehe Kapitel 4.3.1). Zudem weist die Dekontamination der mit Radium belasteten Liegenschaften den Vorteil auf, dass nicht nur die Bewohnerinnen und Bewohner, sondern auch die Arbeitnehmenden geschützt werden, die bei künftigen Renovierungsarbeiten eingesetzt werden. Der Arbeitnehmerschutz bleibt auch in Zukunft eine Priorität: Es ist vorgesehen, die Arbeitnehmenden bei künftigen Aushubarbeiten in ehemaligen Deponien der Kategorie R-B dosimetrisch zu überwachen.

6.3.3. Reduktion der Kontamination in den Gärten und in der Umwelt

Bei den Gärten steht das operationelle Kriterium von 1000 Bq/kg aus Sicht des CEPN im Einklang mit dem Referenzwert von 1 mSv pro Jahr. Die Messungen haben massive Kontaminationen in den Privatgärten an den Tag gebracht (siehe Kapitel 4.2.4). Mit der Sanierung konnte die Bodenqualität in der unmittelbaren Umgebung von Wohngebieten für künftige Ge-

³⁵ Nimmt man eine lineare Beziehung zwischen Dosis und Risiko bei niedriger Dosis an (LNT-Modell), kann durch Extrapolation des Risikos ein Risiko für Krebstod im Zusammenhang mit der Strahlenexposition von 10% pro Sv für Kinder abgeleitet werden (siehe auch [Bericht zum Kenntnisstand betreffend Risiken ionisierender Strahlung im Niedrigdosisbereich \(admin.ch\)](#))

³⁶ Diese Schätzung ist mit einer grossen Unsicherheit verbunden (Faktor ± 10).

³⁷ ICRP Task Group 98 Application of the Commission's Recommendations to Exposures Resulting from Contaminated Sites from Past Industrial, Military and Nuclear Activities ([Link](#))

nerationen wiederhergestellt werden, wobei daran erinnert sei, dass Radium-226 eine Halbwertszeit von 1600 Jahren besitzt. Gemäss den getroffenen Annahmen³⁸ könnte die Radiumkonzentration in Gemüse 10 Bq/kg erreichen (d. h. ein nicht unerheblicher Wert, welcher der Befreiungsgrenze für Radium nach Anhang 3 StSV entspricht), wenn dieses in Erde mit einer Kontamination von 1000 Bq/kg angebaut wird. Unter der Annahme³⁹, eine erwachsene Person würde pro Jahr 20 kg und ein Kind 5 kg Gemüse essen, das in einem Privatgarten mit einer Radiumkonzentration von 1000 Bq/kg angebaut wurde, läge die effektive Jahresdosis aus der Radiumingestion dennoch unter dem Referenzwert von 1 mSv pro Jahr.

Schliesslich liess sich die Verbreitung von Radiumbelastungen in die Umwelt verhindern, indem Strahlenschutzmassnahmen auf den Dekontaminationsbaustellen umgesetzt und die Abfälle kontrolliert entsorgt wurden. Die langfristige Überwachung im Falle von Aushubarbeiten in den ehemaligen Deponien der Kategorie R-B wird ebenfalls zur Erreichung dieses Ziels beitragen.

6.4. Besondere Erkenntnisse

6.4.1. Kommunikation und Engagement der Stakeholder

Aufgrund des erhöhten Informationsbedarfs zu Beginn des Aktionsplans organisierte das BAG in Zusammenarbeit mit den Gemeinden Biel und La Chaux-de-Fonds Treffen mit der Bevölkerung und den Medien. Es informierte zudem aktiv über einzelne Fälle, beispielsweise über die Funde von Kontaminationen in einer früheren Kindertagesstätte in Biel (siehe Kapitel 4.2.3). Bei den wichtigen Etappen des Aktionsplans – etwa der Publikation des historischen Berichts und den vom Bundesrat beschlossenen Verlängerungen – wurden Medienmitteilungen publiziert. Daneben aktualisierte das BAG zweimal jährlich auf seiner Website den Stand der Arbeiten im Rahmen des Aktionsplans.⁴⁰ Diese verschiedenen Einsichten trugen zur Ausarbeitung eines Kommunikationskonzepts für radiologische Ereignisse bei (siehe auch 14.3610 Interpellation Trede⁴¹), insbesondere für Ereignisse von öffentlichem Interesse (heute in Artikel 196 StSV geregelt).

Das BAG hat die Uhrenbranche mit gezielten Massnahmen auf die Radiumproblematik aufmerksam gemacht. Unter anderem hat es ein Faktenblatt zum Umgang mit radiumhaltigen Uhren und Uhrenbestandteilen⁴² erarbeitet. Es stellte an verschiedenen Uhrenmessen Infostände auf und überwachte zahlreiche auf dem Markt im Umlauf befindliche radiumhaltige Uhrenbestandteile (Zeiger, Zifferblätter, Leuchtfarbe).

Das BAG informierte die betroffenen Behörden von Gemeinden und Kantonen im Übrigen wie in Artikel 152 und 153 StSV vorgesehen regelmässig über den Stand des Inventars und die Ergebnisse der Messungen und Sanierungen. Die Begleitgruppe ermöglichte einen regelmässigen Austausch mit den wichtigsten Stakeholdern. Die Kantone und Gemeinden nahmen bei der praktischen Umsetzung des Aktionsplans eine Vermittlerrolle wahr. Gemäss EBP Schweiz AG übernahm das BAG eine klare und starke Führungsrolle und konnte durch die Zusammenarbeit mit den Behörden von Kantonen und Gemeinden die festgelegten Ziele erreichen. Weiter war die Kommunikation gegenüber Behörden und Betroffenen laut EBP Schweiz AG hochgradig relevant und verbesserte sich über die Zeit. Gemäss dem CEPN arbeitete das BAG während der gesamten Dauer des Aktionsplans aktiv mit den Stakeholdern zusammen und zeigte sich bei der Kommunikation und Information über die aufgrund der Radiumkontaminationen entstehenden Risiken proaktiv.

³⁸ Der verwendete Transferfaktor Boden-Gemüse beträgt gemäss Literatur 1 %. Die vom BAG gemessenen Transferfaktorwerte lagen immer unter diesem Wert. Die Studie ist allerdings aufgrund einer beschränkten Zahl von Laboranalysen von Gemüse nur begrenzt aussagekräftig.

³⁹ Szenario unter Berücksichtigung einer realistischen Menge an kontaminiertem Gemüse.

⁴⁰ www.bag.admin.ch/radium-altlasten

⁴¹ [14.3610 | Erneute Vorfälle von radioaktiver Kontaminierung in Biel. Es braucht klare Kommunikationsabläufe zur Information der Öffentlichkeit | Geschäft | Das Schweizer Parlament \(parlament.ch\)](#)

⁴² Faktenblatt zum Umgang mit radiumhaltigen Uhren und Uhrenbestandteilen, BAG, V2.1 vom 21. Juni 2024 ([Link](#))

6.4.2. Gesetzliche Rahmenbedingungen für den Strahlenschutz bei radiologischen Altlasten

Als der Aktionsplan lanciert wurde, existierten keine gesetzlichen Bestimmungen über den Umgang mit radiologischen Altlasten in der Schweiz. Das BAG nutzte die Totalrevision der StSV, die 2018 in Kraft trat, um diese Lücken zu schliessen (siehe Kapitel 2.2). Im Übrigen soll die Anwendung des Verursacherprinzips nach Artikel 4 StSG mit der laufenden Teilrevision dieses Gesetzes für zahlreiche Bereiche, unter anderem die radiologischen Altlasten, präzisiert werden. In diesem Rahmen sieht der Revisionsentwurf die Einführung einer formellen gesetzlichen Grundlage für die Kostentragung bei Sanierungen von insbesondere mit Radium kontaminierten Standorten oder Liegenschaften vor, wobei ein ähnlicher Mechanismus wie gemäss Umweltschutzgesetz (USG) angewendet werden soll (siehe auch 22.3936 Interpellation Munz⁴³). Nach der Revision des StSG werden im Rahmen der nächsten Revision der StSV neue Bestimmungen festzulegen sein (siehe Kapitel 7).

6.4.3. Auswirkungen auf die Radonkonzentrationen in Wohnräumen

Der Prozess der Radiumsanierungen umfasste auch die Überwachung der Konzentration von Radon-222 (ein Zerfallsprodukt von Radium-226) in der Raumluft. In den sanierten Wohnungen konnte die Radonkonzentration nach der Radiumdekontamination um im Extremfall bis zu einem Faktor 10 von 2000 Bq/m³ auf unter 200 Bq/m³ gesenkt werden. Dies ist eine zusätzliche Wirkung des Aktionsplans Radium, die zu den Zielen der nationalen Radon-schutzstrategie⁴⁴ beiträgt. In La Chaux-de-Fonds, wo Radium in der Vergangenheit in grossem Umfang verwendet wurde, ist die Radonbelastung in den Gebäuden wahrscheinlich teilweise auf Restkontaminationen mit Radium aus der Uhrenindustrie in den Böden und Kanalisationen zurückzuführen. Dieser Anteil ist aber in Anbetracht der potenziell hohen natürlichen Radonkonzentration im Jurabogen schwer zu quantifizieren.

6.4.4. Wissenschaftliche Aspekte

Das BAG erhielt für die metrologischen Belange der Messungen und für die Abfallentsorgung wissenschaftliche Unterstützung durch das PSI und das IRA, wodurch die Qualität der entwickelten Verfahren sichergestellt wurde. In diesem Zusammenhang sei auf die wissenschaftliche Publikation des IRA zum Modell der Umgebungs-Äquivalentdosis für Radiumkontamination⁴⁵ verwiesen. Wie in Kapitel 4.2.1 erwähnt, hat das BAG einen wissenschaftlichen Artikel mit Peer-Review über die Methodik veröffentlicht, die zur Festlegung der Messkriterien und Abschätzung der effektiven Dosis auf Basis der durchgeführten Messungen angewendet wurde. Die Modelle basieren auf der Annahme eines vollständigen Gleichgewichts zwischen Radium-226 und seinen Zerfallsprodukten. Die Messungen, die anschliessend an kontaminierten Proben durchgeführt wurden, haben jedoch gezeigt, dass das Gleichgewicht in der Regel nicht erreicht wurde.⁴⁶ Dennoch haben diese Ergebnisse keinen erheblichen Einfluss auf die verwendeten Messverfahren. Überdies erarbeitet das BAG derzeit einen weiteren Artikel über Abfallentsorgungsmethoden. Der Aktionsplan Radium stiess in der internationalen wissenschaftlichen Gemeinschaft auf grosses Interesse. Die Internationale Strahlenschutzkommission (ICRP)⁴⁷ erarbeitet gegenwärtig einen Bericht über Standorte, die aufgrund früherer Industrietätigkeit kontaminiert sind, welcher als Fallbeispiel den Umgang mit Radium-Altlasten in der Schweiz präsentiert. In diesem Rahmen sieht die ICRP die langfristige Reduktion der mit diesen Standorten verbundenen Exposition der Bevölkerung auf einen Wert von rund 1 mSv pro Jahr vor.

⁴³ [22.3936 | Radioaktive Farben. Gilt das Verursacherprinzip nicht für die Uhrenindustrie? | Geschäft | Das Schweizer Parlament \(parlament.ch\)](#)

⁴⁴ Aktionsplan Radon 2021–2030, BAG ([Aktionsplan Radon 2021–2030 \(admin.ch\)](#))

⁴⁵ Desorgher L., Bochud F., Flury T., Murith C., Baechler S., Bailat C., Model of ambient dose equivalent for radium contamination: Dependence on the geometry of the source, Journal of Environmental Radioactivity, 2018

⁴⁶ Die Aktivitäten der Zerfallsprodukte entsprachen im Mittel rund 40% der Aktivitäten von Radium-226.

⁴⁷ ICRP Task Group 98 Application of the Commission's Recommendations to Exposures Resulting from Contaminated Sites from Past Industrial, Military and Nuclear Activities ([Link](#))

7. Über den Aktionsplan hinaus zu ergreifende Massnahmen

Obwohl die Ziele des Aktionsplans Radium erreicht wurden, bleiben manche Punkte nach dessen Realisierung noch offen und sind in die Grundleistungen des BAG aufzunehmen.

7.1. Langfristige Verwaltung der Liegenschaften

Auch wenn realistischerweise davon auszugehen ist, dass die meisten radiumkontaminierten Liegenschaften bereits ermittelt und saniert wurden, ist es wahrscheinlich, dass künftig neue kontaminierten Liegenschaften gefunden werden. Zudem muss eine langfristige Rückverfolgbarkeit der Restkontaminationen sichergestellt werden. Die folgenden Massnahmen erweisen sich deshalb auch nach Abschluss des Aktionsplans Radium als notwendig.

7.1.1. Rückverfolgbarkeit der Information

In seiner Evaluation betont das Unternehmen EBP Schweiz AG, wie wichtig eine langfristige Rückverfolgbarkeit des Radium-Inventars und insbesondere der Restkontaminationen in den Liegenschaften ist. Es regt das BAG an, diese Information mit den Behörden der betroffenen Gemeinden und Kantone zu teilen (und laufend anzupassen). Den Baubewilligungsbehörden empfiehlt es, bei Bauarbeiten in den Liegenschaften mit Restspuren von Radium (die im jetzigen Zustand kein Risiko darstellen, aber im Falle grösserer Arbeiten wieder mobilisiert würden) mittels Auflagen dafür zu sorgen, dass Strahlenschutzmassnahmen getroffen werden, so dass die Arbeitnehmenden geschützt und die Abfälle konform entsorgt werden.

Das BAG führt das Inventar der potenziell mit Radium kontaminierten Liegenschaften sowie der Ergebnisse der Messungen und Sanierungen. Dieses Inventar soll in das künftige Radon-Portal überführt werden. So bleiben die Informationen langfristig verfügbar und können von den betroffenen Behörden von Gemeinden und Kantonen eingesehen werden. Die notwendigen gesetzlichen Grundlagen sind im Rahmen der nächsten Revision der StSV zu erarbeiten. Im Rahmen dieser Revision wird auch geprüft werden, ob Restkontaminationen in das Kataster der öffentlich-rechtlichen Eigentumsbeschränkungen (ÖREB)⁴⁸ aufgenommen werden können.

7.1.2. Erhalt der Fachkompetenzen

Da das BAG auch in Zukunft Messungen durchführen wird, muss es die Verfahren langfristig beherrschen und über geeignete Messinstrumente verfügen sowie in der Lage sein, Mischkontaminationen zu erkennen. Es muss auch für den Erhalt der Fachkompetenzen der Sanierungsfirmen gesorgt werden, um diese im Falle künftiger Dekontaminationsarbeiten beziehen zu können.

7.1.3. Langfristige Finanzierung

Auch wenn das BAG künftig einzelne Messungen im Rahmen seiner Grundleistungen ohne Kosten für die Eigentümerinnen und Eigentümer durchführen kann, wird die Kostentragung bei Sanierungen durch die aktuelle Revision des StSG geregelt werden. In deren Rahmen sollen die gesetzlichen Grundlagen für die Anwendung des Verursacherprinzips für radiologische Altlasten nach einem ähnlichen Mechanismus wie im USG erarbeitet werden (siehe Kapitel 6.4.2). Dieser Mechanismus beinhaltet einen Kostenverteilschlüssel zwischen dem Verhaltensstörer (eigentlicher Verursacher), dem Zustandsstörer (Inhaber des Standorts oder der Liegenschaft) und dem Bund. Allerdings können die Verursacher von Radiumkontaminationen anders als bei den belasteten Standorten, die dem USG unterstehen, nur in den aller seltensten Fällen identifiziert werden. Wenn kein Verursacher zu ermitteln ist, sollte der Bund für die Ausfallkosten aufkommen. Für die Zukunft wird mit zwei Sanierungen pro Jahr gerechnet, was Kosten von rund 100 000 Franken für den Bund entspricht. Sollte künftig ein Standort mit grossen Radiumkontaminationen entdeckt werden, könnten dem Bund höhere Kosten entstehen.

⁴⁸ Kataster der öffentlich-rechtlichen Eigentumsbeschränkungen (ÖREB-Kataster), Swisstopo ([Link](#))

7.2. Langfristige Verwaltung der ehemaligen Deponien

Da der Umgang mit Radiumaltlasten in den ehemaligen Deponien langfristig angelegt ist, werden die geplanten Massnahmen in diesem Kapitel erläutert.

7.2.1. Zuständigkeit und Finanzierung

Gemäss dem in Kapitel 4.4.1 erwähnten technischen Bericht ist es Sache der betroffenen Kantone (Bern, Genf, Jura, Neuenburg und Solothurn), ihre jeweilige Liste der ehemaligen Deponien laufend anzupassen. Das BAG benachrichtigt diese Kantone, wenn neue potenziell kontaminierte Liegenschaften identifiziert werden, damit sie abschätzen können, ob andere ehemalige Deponien betroffen sind. In der vom BAG erarbeiteten neuen Wegleitung (siehe Kapitel 4.4.3) werden im Übrigen die Modalitäten und Verantwortlichkeiten bei der konkreten Umsetzung der Strahlenschutzmassnahmen festgelegt, die im Fall der Öffnung einer als R-B-Risiko eingestuften Deponie zu ergreifen sind. Es ist Aufgabe der für belastete Standorte zuständigen kantonalen Stellen, die in den erforderlichen Schutz involvierten Akteure (Baubewilligungsbehörden, Bauherrschaften, Fachbüros für belastete Standorte...) zu benachrichtigen. Diese Bestimmungen sind im Rahmen der nächsten Revision der StSV zu übernehmen. Wie in den Kapiteln 6.4.2 und 7.1.3 erwähnt, sollen im Rahmen der aktuellen Revision der StSG die gesetzlichen Grundlagen für die Anwendung des Verursacherprinzips für radiologische Altlasten erarbeitet werden. Im Gegensatz zu den Liegenschaften wird nicht erwartet, dass ehemalige Deponien aufgrund von Radiumkontaminationen zu sanieren sein werden. Die Anwendung des Verursacherprinzips betrifft also vor allem die konforme Abfallentsorgung.

7.2.2. Erwerb und Erhalt der Fachkompetenzen

Gemäss Wegleitung des BAG wird bei umfangreichen Aushubarbeiten (Sanierung gemäss AltIV oder Bauvorhaben) in einer als R-B-Risiko eingestuften Deponie eine Bewilligung des BAG benötigt. Der Aufbau neuer Kompetenzen ist deshalb besonders wichtig, namentlich durch die Ausbildung von Strahlenschutz-Sachverständigen in den Firmen, die auf Aushubarbeiten von belasteten Standorten spezialisiert sind. Hier sind Synergien zu schaffen, da diese Unternehmen auf solchen Baustellen tätig sein werden. Die EBP Schweiz AG empfiehlt dem BAG und dem BAFU, ihre Zusammenarbeit für den Umgang mit Mischkontaminationen weiterzuführen.

7.2.3. Begleitung der Strategie für den Umgang mit Radium aus der Uhrenindustrie

In Absprache mit den Kantonen wird das BAG die Strategie für den Umgang mit Radium aus der Uhrenindustrie und insbesondere den Prozess der Klassifizierung der ehemaligen Deponien anhand der Rückmeldungen der Kantone über ihre langfristigen Erfahrungen begleiten und periodisch evaluieren.⁴⁹ Dabei wird es vor allem darum gehen, den Anteil an Deponien der Kategorie R-B zu bestimmen, bei denen durch die Aushubarbeiten tatsächlich radiumkontaminierte Abfälle gefunden wurden. Falls dieser Anteil zu hoch oder zu tief ist, könnten die Kriterien verschärft oder gelockert und das Verfahren entsprechend angepasst werden. Die Häufigkeit dieser periodischen Evaluation wird hier nicht vorgegeben. Sie wird davon abhängen, in wie vielen ehemaligen Deponien pro Jahr Arbeiten durchgeführt werden. Ein Fünf-Jahres-Rhythmus scheint jedoch angemessen. Das Verfahren (systematische Rückmeldung der Erfahrungen der Kantone und Neuevaluation) ist vom BAG noch in Absprache mit den Kantonen festzulegen.

⁴⁹ Kapitel 5.2 des Technischen Berichts zur Erfassung und Verwaltung von ehemaligen Deponien, die radiumkontaminierte Abfälle enthalten könnten, BAG, 17. März 2021 ([Link](#))

7.2.4. Aufbau einer Wachsamkeit in Bezug auf Radium-Altlasten, die nicht aus der Uhrenindustrie stammen

Die im Rahmen des Aktionsplans Radium eingeführte Methodik für die Verwaltung von ehemaligen Deponien wurde nur für Radium aus der Uhrenindustrie verwendet. Es ist aber bekannt, dass radiumhaltige Gegenstände oder Materialien in weiteren Bereichen wie der Medizin, der Industrie oder dem Militär breite Anwendung fanden.⁵⁰ Vor dem Inkrafttreten der Strahlenschutzgesetzgebung konnten diese Gegenstände ohne besondere Vorkehrungen in den Haushaltabfall geworfen oder in Sonderabfalldeponien entsorgt werden, ohne erfasst zu werden. Dies bestätigen die Radiumkontaminationen, die 2024 in einer ehemaligen Deponie des Kantons Freiburg gefunden wurden. Für diesen hatten die im Rahmen des Aktionsplans Radium durchgeführten historischen Nachforschungen keinen Hinweis auf Verwendung von Radium aus der Uhrenindustrie ergeben. Eine risikobasierte Wachsamkeit in Bezug auf das Vorkommen von Radium, das nicht aus der Uhrenindustrie stammt, ist daher für die 15 000 im Kataster der belasteten Standorte eingetragenen ehemaligen Deponien weiterhin wichtig. In diesem Rahmen ist angesichts des geringen Risikos und der einzusetzenden Ressourcen ein fallspezifischer Umgang vorgesehen (Verdacht je nach Deponietyp oder auf Basis von Informationen oder Funden), ohne historische Nachforschungen und systematische Kontrollen durchzuführen. Mit den Radioaktivitätskontrollen, die beim Eingang zu den konventionellen Abfallentsorgungswegen nach StSV eingerichtet oder geplant sind, kann das Vorgehen verfeinert werden.

7.3. Umgang mit radiumhaltigen Gegenständen, Uhren und Uhrenbestandteilen

Zahlreiche radiumhaltige Objekte aus der Uhrenindustrie (Uhren, Zeiger, Zifferblätter, Leuchtfarbensets, Uhrmachermobiliar ...) sind weiterhin auf dem Markt im Umlauf. Bei den Untersuchungen hat das BAG zudem festgestellt, dass heute noch viele Uhrmacherinnen und Uhrmacher für die Reparatur alter Uhren radiumhaltige Uhrenbestandteile und sogar Radiumfarbe aus alten Sets verwenden, ohne eine Bewilligung zu besitzen. Hinzu kommen die zahlreichen Gegenstände, die jedes Jahr durch die Radioaktivitäts-Messportale am Eingang der Kehrrichtverbrennungsanlagen detektiert werden. Zusammen mit der Uhrenindustrie und der Suva müssen deshalb bessere Kenntnisse über die aktuelle Verwendung von radiumhaltigen Gegenständen in der Schweiz erworben werden. Dabei sollen die mit dem Besitz, dem Umgang, der Verwendung zu Ausstellungszwecken, sowie dem Inverkehrbringen und dem Handel dieser Gegenstände verbundenen Gesundheitsrisiken genauer beurteilt werden. So können gegebenenfalls über neue gesetzliche Regelungen oder Empfehlungen geeignete und dem Risiko angemessene Massnahmen festgelegt werden. Dieses Vorgehen steht im Einklang mit den Massnahmen, die im bis 2028 verlängerten Aktionsplan Radiss 2020–2025⁵¹ vorgesehen sind.

7.4. Überlegungen zur Abfallentsorgung

Die Erkenntnisse aus dem Aktionsplan haben gezeigt, dass es für grosse Volumen von stark radiumkontaminierten Abfällen, die zusätzlich chemische Schadstoffe enthalten, derzeit in der Schweiz keinen Entsorgungsweg gibt. Gemäss der StSV darf Erde mit einer Radiumkonzentration von über 10 000 Bq/kg nicht in Deponien des Typs E entsorgt werden. Aufgrund der chemischen Belastungen, insbesondere Quecksilber, ist auch die Entsorgung in der Sammelstelle des Bundes nicht möglich. Daher sind Überlegungen anzustellen, um für diesen Abfalltyp einen geeigneten Entsorgungsweg zu definieren, der die Vorgaben der Strahlenschutz- und der Umweltschutzgesetzgebung erfüllt. Sobald dieser Entsorgungsweg festgelegt ist, könnte das ehemalige Industriegelände im Kanton Basel-Landschaft (siehe Kapitel 4.3.4) nachhaltig saniert werden. Zudem ist nicht ausgeschlossen, dass künftig in weiteren Liegenschaften oder ehemaligen Deponien ähnliche Kontaminationen gefunden werden.

⁵⁰ Empfehlung der KSR zum Umgang mit radiologischen Altlasten, Januar 2003

⁵¹ Aktionsplan zur Verstärkung der radiologischen Sicherung und Sicherheit in der Schweiz 2020–2025 (Radiss), BAG ([Link](#))

8. Schlussfolgerungen und Ausblick

Der ursprünglich auf fünf Jahre ausgelegte Aktionsplan Radium 2015-2023 erstreckte sich schliesslich über ein Jahrzehnt. Dies verdeutlicht das Ausmass der früheren Verwendung von Radium in der Schweizer Uhrenindustrie und der damit verbundenen Restkontaminationen. Dank den umfangreichen historischen Nachforschungen und der hohen Akzeptanz der Messungen und Sanierungen bei den Eigentümerinnen und Eigentümern konnte die Problematik der radiumkontaminierten Liegenschaften erfolgreich bewältigt und ihre Bewohnbarkeit dauerhaft gewährleistet werden. Zudem wurde ein abgestufter und risikobasierter Ansatz für die Verwaltung von ehemaligen Deponien, die radiumkontaminierte Abfälle enthalten könnten, entwickelt. Der Aktionsplan hat damit seine Ziele – Schutz der Gesundheit der Bevölkerung und der Arbeitnehmenden sowie der Umwelt – erreicht. Mit diesem Aktionsplan wurde im Einklang mit den Prozessen zur nachhaltigen Entwicklung ein zukunftsgerichteter Ansatz gewählt, um künftige Generationen vor Radiumbelastungen zu bewahren.

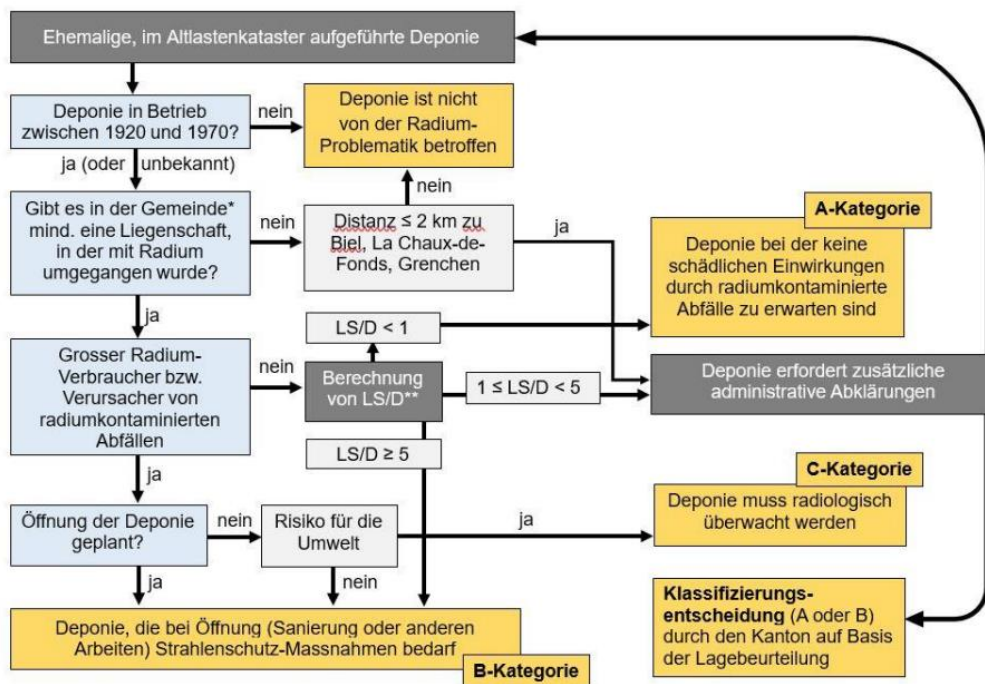
Während die Arbeiten in den Liegenschaften sehr weit fortgeschritten sind, ist die radiologische Nachverfolgung der über 250 ehemaligen Deponien, die mit Radium aus der Uhrenindustrie kontaminierte Abfälle enthalten könnten, langfristig angelegt. Für die Zukunft ist es wichtig, das Verursacherprinzip für diese Altlasten in die Strahlenschutzgesetzgebung aufzunehmen, die Informationen dauerhaft zu erhalten und die Zusammenarbeit mit den Stakeholdern zu konsolidieren. Innerhalb von zehn Jahren hat dieser Aktionsplan ermöglicht, zahlreiche Situationen im Zusammenhang mit Radium-Altlasten zu regeln und einen geeigneten Rahmen für den Umgang mit den künftigen Situationen festzulegen.

Anhang 1: Inventar der potenziell mit Radium kontaminierten Liegenschaften (Stand am 31.12.2023)

Kanton	Anzahl Liegenschaften
Kanton Bern	326
Bern	7
Biel/Bienne	205
Brügg	1
Büren an der Aare	1
Cortébert	1
Erlach	1
Hasle b. Burgdorf	2
Kräiligen	2
La Ferrière	1
La Neuveville	1
Lengnau b. Biel	8
Loveresse	1
Lyss	1
Meinisberg	1
Moutier	4
Nidau	14
Orpund	8
Péry-La Heutte	4
Pieterlen	1
Reconvilier	1
Renan	1
Safnern	4
Saint-Imier	16
Sonceboz	1
Sonvilier	2
Tavannes	15
Tramelan	20
Villeret	2
Kanton Basel-Landschaft	15
Bubendorf	1
Gelterkinden	1
Hölstein	2
Langenbruck	3
Niederdorf	2
Oberdorf	1
Tecknau	1
Waldenburg	3
Ziefen	1
Kanton Basel-Stadt	1
Basel	1
Kanton Genf	38
Bellevue	1
Carouge	1
Chêne-Bougeries	1
Genève	34
Petit-Lancy	1
Kanton Jura	29
Alle	1
Courgenay	2
Delémont	4
Fontenais	3
Le Noirmont	3
Les Bois	1
Les Breuleux	1
Porrentruy	11
Saignelégier	3
Kanton Luzern	4
Luzern	4
Kanton Neuenburg	456
La Brévine	1
La Chaux-de-Fonds	360
La Grande Beroche	1
La Sagne	2
Le Locle	26
Les Ponts-de-Martel	1
Neuchâtel	43
Milvignes	3
Val-de-Ruz	2
Val-de-Travers	17

Kanton	Anzahl Liegenschaften
Kanton St. Gallen	1
Bazenheid	1
Kanton Schaffhausen	1
Schaffhausen	1
Kanton Solothurn	187
Aedermannsdorf	1
Balsthal	1
Bellach	3
Bettlach	7
Biberist	5
Breitenbach	1
Derendingen	1
Flumenthal	1
Gerlafingen	3
Grenchen	60
Günsberg	3
Herbetswil	1
Holderbank	2
Langendorf	15
Lommiswil	2
Luterbach	1
Matzendorf	1
Mümliswil	2
Oensingen	1
Olten	10
Rechterswil	1
Selzach	1
Solothurn	38
Trimbach	1
Welschenrohr	11
Wolfwil	13
Zuchwil	1
Kanton Tessin	8
Arogno	1
Bissone	1
Isonne	1
Locarno-Solduno	1
Losone	1
Lugano	3
Kanton Waadt	25
Belmont-sur-Lausanne	1
Lausanne	10
Le Chenit	1
Le Sentier	2
L'Orient	1
Pully	1
Rolle	1
Sainte-Croix	1
St-Sulpice	1
Vallorbe	3
Vevey	3
Kanton Zürich	9
Küsnacht	1
Weiningen	1
Zürich	7
Total	1100

Anhang 2: Prozess der Klassifizierung der ehemaligen Deponien, die Radiumabfälle enthalten können



* Vorhandensein von mindestens einer Liegenschaft, in der mit Radium gearbeitet wurde, in der Gemeinde oder in der Gruppe von Gemeinden, welche dieselbe Deponie benutzten.

**LS/D = Anzahl Liegenschaften pro Deponien

Quelle: Technischer Bericht Erfassung und Verwaltung von ehemaligen Deponien, die radiumkontaminierte Abfälle enthalten könnten, BAG, 17. März 2021