

Wegleitung

Arbeiten auf ehemaligen Deponien
V1 11.10.2024
[www.bag.admin.ch/
str-wegleitungen](http://www.bag.admin.ch/str-wegleitungen)

Kontakt

Tel: 058 058 462 96 14
E-Mail: str@bag.admin.ch

Vorgehen bei Arbeiten auf ehemaligen Deponien, die mit Radium kontaminierte Abfälle aus vergan- genen Tätigkeiten enthalten könnten

Radium wurde bis in die 1960er-Jahre hauptsächlich von der Uhrenindustrie als Basis für Leuchtfarben verwendet. Die Abfälle aus diesen Tätigkeiten wurden damals auf konventionellen Deponien entsorgt.

Die Verwendung von Radium war bis 1963, als die erste Verordnung über den Strahlenschutz in Kraft trat, nicht reguliert. Einige ehemalige Deponien in der Schweiz enthalten deshalb möglicherweise immer noch mit Radium kontaminierte

Abfälle. Wenn an solchen Standorten Aushubarbeiten vorgenommen werden, müssen Massnahmen zum Strahlenschutz der Arbeiterinnen und Arbeiter sowie der Umwelt getroffen werden.

Inhalt

1	Ausgangslage	3
2	Zweck und Geltungsbereich	4
3	Gesetzliche Bestimmungen	4
3.1	Bewilligung für den Umgang mit radioaktivem Material	5
3.1.1	<i>Strahlenschutzkonzept</i>	5
3.1.2	<i>Schwellenwert</i>	5
4	Radioaktivitätsmessungen während Sondierungen	6
4.1	Durchführung der Radioaktivitätsmessungen	6
4.1.1	<i>Messgeräte</i>	6
4.1.2	<i>Bestimmung des natürlichen Untergrundes</i>	6
4.1.3	<i>Messung von Proben oder Aushubmaterial</i>	7
4.2	Strahlenschutzmassnahmen für die Arbeiterinnen und Arbeiter	7
5	Vorbereitende Radioaktivitätsmessungen, wenn mit Radium kontaminierte Abfälle nachgewiesen wurden	7
5.1	Durchführung der vorbereitenden Radioaktivitätsmessungen	7
5.2	Strahlenschutzmassnahmen für Arbeiterinnen und Arbeiter	8
6	Radioaktivitätsmessungen während Aushubarbeiten	8
6.1	Messgeräte	8
6.1.1	<i>Handmessgeräte</i>	8
6.1.2	<i>Messung mithilfe eines Messportals</i>	8
6.2	Wo und wann sollten Messungen der Radioaktivität durchgeführt werden?	9
6.3	Vorgehen	9
6.4	Strahlenschutzmassnahmen für Arbeiterinnen und Arbeiter	10
7	Verantwortlichkeiten	10
7.1	Vorgehen bei Sondierungen auf einer ehemaligen Deponie	10
7.2	Umsetzung des Strahlenschutzkonzepts	11
7.3	Mögliche Entsorgung von schwach mit Radium kontaminiertem Abfall	11
7.4	Entsorgung von radioaktivem Abfall	11
8	Kontakt	11
9	Referenzen	11
10	Rechtlicher Stellenwert	11
	Anhang 1 Allgemeine Konzepte	12
	Sondierungen	12
	Aushubarbeiten	12
	Anhang 2 Beispiel eines Messprotokolls	123

1 Ausgangslage

Die Standorte ehemaliger Deponien sind über die gesamte Schweiz verteilt. Über 15 000 ehemalige Deponien sind in den kantonalen Katastern der belasteten Standorte nach Altlasten-Verordnung (AltIV, SR 814.680)¹ aufgeführt. Über viele Jahrzehnte hinweg wurden in diesen Deponien verschiedene Abfälle aus der Industrie, dem Baugewerbe und aus Privathaushalten abgelagert. Deponien, die zwischen 1920 und 1970 in Betrieb waren, können unter Umständen auch Abfälle enthalten, die mit Radium-226 Leuchtfarbe aus der Uhrenindustrie (im Folgenden Radium genannt) kontaminiert sind. Werden in solchen Deponien Aushubarbeiten (im Rahmen von Sanierungen oder Bauarbeiten) oder Sondierungen durchgeführt, müssen Strahlenschutzmassnahmen für die betroffenen Arbeiterinnen und Arbeiter und die Umwelt getroffen werden.

Im Jahr 2015 hat der Bundesrat den Aktionsplan Radium [1] verabschiedet. In diesem Rahmen wurde das BAG unter anderem damit beauftragt, eine angemessene Überwachung in ehemaligen Deponien, die möglicherweise mit Radium kontaminierte Abfälle enthalten, sicherzustellen [2]. Dieser Teil des Aktionsplans verfolgt zwei Hauptziele. Zum einen sollen ehemalige Deponien identifiziert werden, welche solche Abfälle enthalten

könnten, die noch vor dem Inkrafttreten der ersten Strahlenschutzverordnung von 1963 auf konventionelle Weise entsorgt worden sind. Andererseits sollen geeignete Massnahmen definiert werden, um die Gesundheit der Arbeiterinnen und Arbeiter und der Bevölkerung und die Umwelt vor den Gefahren zu schützen, die mit dem Vorhandensein dieser Abfälle verbunden sind.

Um diesen Auftrag zu erfüllen, hat das BAG in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Umwelt und in Absprache mit den betroffenen Kantonen eine Methodik entwickelt, mit der ehemalige Deponien, die möglicherweise mit Radium kontaminierte Abfälle enthalten, identifiziert und in **drei Risikokategorien** (R-A, R-B, R-C) eingestuft werden können (Abbildung 1). Für die ehemaligen Deponien mit den grössten Risiken (Risikokategorien R-B und R-C) sieht die Methodik Strahlenschutzmassnahmen vor, die insbesondere bei Aushubarbeiten getroffen werden müssen. Für ehemalige Deponien der Risikokategorie R-A sind keine besonderen Strahlenschutzmassnahmen erforderlich, auch nicht bei Aushubarbeiten. In diesen Fällen ist die Wahrscheinlichkeit, dass sie mit Radium kontaminierte Abfälle enthalten, sehr gering.

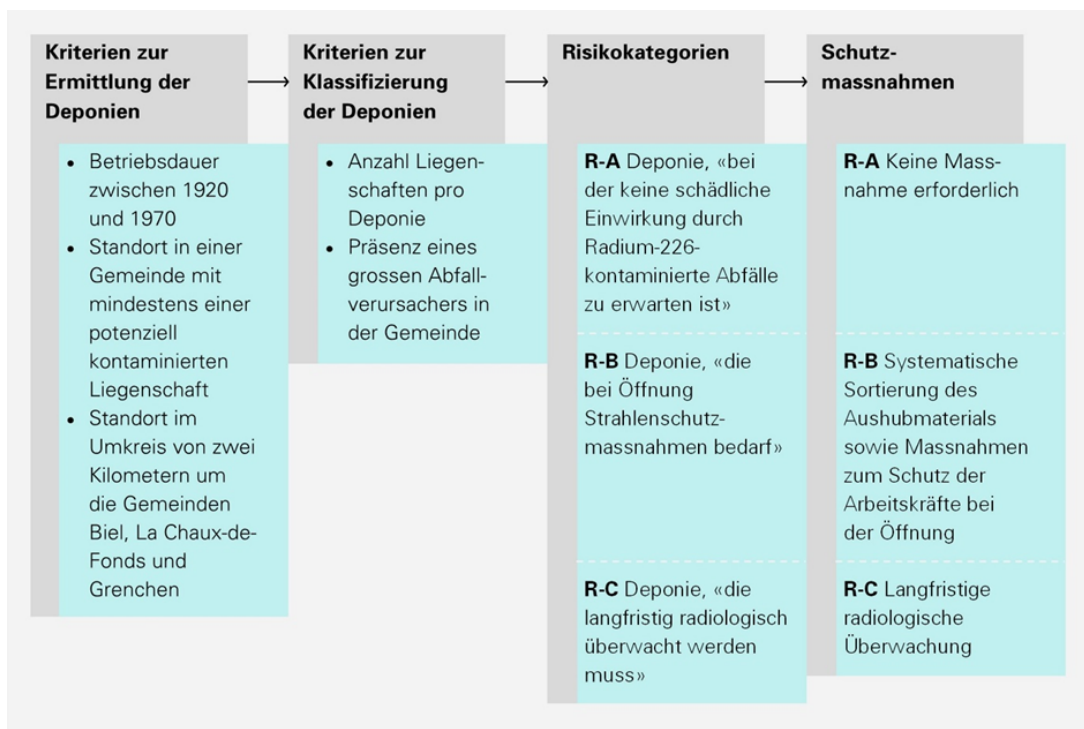


Abbildung 1: Vorgehen zur Ermittlung und Klassifizierung einer ehemaligen Deponie (Quelle: Strahlenschutz BAG; Jahresbericht 2020)

¹ Im Bereich der Altlasten gelten die Gesetze und Verordnungen der Umweltschutzgesetzgebung. Weitere Informationen sind auf der Seite des Bundesamtes für Umwelt BAFU zusammengestellt: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/altlasten/recht/gesetze-verordnungen.html>

Die Methodik und die Ergebnisse dieser Klassifizierung der Deponien sind im technischen Bericht «[Erfassung und Verwaltung von ehemaligen Deponien, die radiumkontaminierte Abfälle enthalten könnten](#)» [2] detailliert beschrieben.

Die hauptsächlich betroffenen Kantone (BE, GE, JU, NE und SO) haben ihre ehemaligen Deponien

nach dem festgelegten Verfahren klassifiziert. Dabei wurden rund 260 Standorte den Risikokategorien R-B und R-C zugeordnet. Die entsprechende Liste wurde auf der [Internetseite des BAG](#) [2] veröffentlicht. Die Kantone sind dafür verantwortlich, ihre Listen regelmässig zu aktualisieren.

2 Zweck und Geltungsbereich

Die vorliegende Wegleitung regelt das Vorgehen bei sämtlichen Arbeiten auf ehemaligen **Deponien der Risikokategorie R-B² und R-C**, welche möglicherweise mit Radium kontaminierte Abfälle enthalten können. Sie beschreibt insbesondere die Massnahmen, welche bei geplanten Aushubarbeiten getroffen werden müssen. Dazu gehören zum Beispiel Sondierungen (Bohrungen oder Grabungen für Probenahmen) sowie Aushubarbeiten im Rahmen von Bauprojekten oder Sanierungsarbeiten.

Standorte der Risikokategorie R-C enthalten erwiesenermassen mit Radium kontaminierte Abfälle, da bekannt ist, dass derartige Abfälle dort abgelagert wurden; sie stellen jedoch eine Ausnahme dar (derzeit ein bekannter Fall). Für Standorte der Risikokategorie R-B hingegen gilt das Vorhandensein solcher Abfälle als wahrscheinlich, leider ist aber nicht möglich, im Voraus mit Sicherheit festzustellen, ob die ehemalige Deponie tatsächlich mit Radium kontaminierte Abfälle

enthält oder nicht. Aus diesem Grund müssen im Vorfeld Massnahmen ergriffen werden, um eine unbeabsichtigte Exposition des Personals durch radiumhaltige Abfälle während der Aushubarbeiten und der Untersuchung des Probematerials zu verhindern³. Ausserdem sollen die Massnahmen eine konforme Entsorgung des mit Radium kontaminierten Materials ermöglichen, falls dieses gefunden wird. Gleichzeitig werden so auch die Bevölkerung und die Umwelt vor den Risiken der ionisierenden Strahlung geschützt.

Die Wegleitung richtet sich an Gemeindebehörden, welche Arbeiten im Bereich ehemaliger Deponien bewilligen, an die Kantone, welche im Rahmen des Vollzugs der AltIV Abklärungen, Sanierungen und Bauarbeiten an belasteten Standorten bewilligen, sowie an Firmen, die Sondierungen, Sanierungen oder Bauarbeiten planen und durchführen.

3 Gesetzliche Bestimmungen

Ehemalige Deponien welche mit Radium kontaminierte Abfälle enthalten und zwischen 1920 und 1970 in Betrieb waren, werden gemäss Artikel 2 der Strahlenschutzverordnung (StSV; SR 814.501) [3] als bestehende Expositionssituation⁴ behandelt. Für diese Situationen gilt ein Referenzwert von 1 mSv pro Kalenderjahr (Art. 148 StSV) für die effektive Dosis für Arbeitnehmende und die Bevölkerung.

Nach Artikel 154 StSV informiert das BAG betroffene Kantone über mögliche radiologische Altlasten, wenn eine Gefährdung von Menschen und der Umwelt durch ionisierende Strahlung nicht ausgeschlossen werden kann. Die Kantone wiederum informieren das BAG über geplante Untersuchungen, Überwachungsmassnahmen, Sanierungen oder allfällige Bauarbeiten auf belasteten Standorten.

² Deponien, die z. B. aufgrund fehlender Informationen im Kataster noch nicht endgültig klassifiziert werden konnten, erscheinen in der Liste meist in der Risikokategorie R-B (mit Vermerk «adminst. Abklärung» o.ä.). Es empfiehlt sich, **vor Beginn der Arbeiten die administrativen Untersuchungen durchzuführen**, insbesondere zum Zeitraum, in dem die Deponie betrieben wurde. Dies dient dazu, unnötige Massnahmen zu vermeiden, falls sich herausstellt, dass die Deponie zwischen 1920 und 1970 nicht in Betrieb war.

³ Verhinderung von Expositionssituationen, in denen Arbeiter oder die Bevölkerung mehr als 1 mSv pro Kalenderjahr akkumulieren könnten sowie Verhinderung von radioaktiven Kontaminationen in Laboratorien, welche die chemischen Schadstoffe analysieren.

⁴ Eine bestehende Expositionssituation ist gemäss StSV eine Expositionssituation, die bereits besteht, wenn eine Entscheidung über ihre Kontrolle getroffen werden muss, und die Sofortmassnahmen nicht oder nicht mehr erfordert (Art. 2 StSV).

3.1 Bewilligung für den Umgang mit radioaktivem Material

Die Durchführung jeglicher Aushubarbeiten in ehemaligen Deponien, die mit Radium kontaminierte Abfälle enthalten können, ist gemäss Artikel 28 des Strahlenschutzgesetzes (StSG; SR 814.50) [4] bewilligungspflichtig. Die Arbeiten dürfen nur mit einer vom BAG erteilten Bewilligung durchgeführt werden. Fachfirmen, die mit der Durchführung dieser Arbeiten beauftrag werden, müssen deshalb beim BAG ein Bewilligungsgesuch einreichen.

Das Gesuch muss im Wesentlichen die folgenden Informationen enthalten:

- Strahlenschutzkonzept: Informationen über die Überprüfung des Aushubmaterials der ehemaligen Deponie mittels **Radioaktivitätsmessungen** (vgl. Kapitel 3.1.1), Informationen über den **Schutz der Arbeitnehmenden** sowie die **Entsorgungswege** für die radioaktiven Materialien
- Benennung einer sachkundigen Person (Strahlenschutz-sachverständige Person) mit Nachweis einer anerkannten Ausbildung im Strahlenschutz

Diese Informationen müssen für jedes Projekt separat eingereicht und vom BAG im Rahmen des Bewilligungsverfahrens validiert werden.

Die Benennung einer Strahlenschutz-sachverständigen Person mit entsprechender Ausbildung (z. B. dreitägiger SPG Kurs der Suva⁵) ist eine der Voraussetzung für die Erteilung einer Bewilligung. Diese Person ist verantwortlich für die Umsetzung des Mess- und Triagekonzepts sowie für die Strahlenschutz-Instruktion der Arbeiterinnen und Arbeiter (Strahlenschutzkonzept für die Durchführung von Aushubarbeiten in einer ehemaligen Deponie); das Konzept muss zusammen mit dem Bewilligungsgesuch beim BAG eingereicht werden.

Im Rahmen des Bewilligungsverfahrens für die Aushubarbeiten legt das BAG fest, ob und welche Personen als beruflich strahlenexponiert gelten. Diese Personen sind während der Arbeiten einer individuellen Dosimetrie unterstellt.

Die Strahlenschutz-sachverständige Person ist auch zuständig für die Instruktion und die Ausbildung des Personals, welches mit dem potentiell

radiumkontaminierten Material in Kontakt kommt. Die Arbeiterinnen und Arbeiter müssen im Umgang mit den Messgeräten instruiert und über die Strahlenschutzmassnahmen vor Ort aufgeklärt werden.

3.1.1 Strahlenschutzkonzept

Das Strahlenschutzkonzept enthält Information über die Radioaktivitätsmessungen und ist Teil des Gesamtkonzepts, das den Rahmen für die Planung der Arbeiten auf einer ehemaligen Deponie bildet. Das Strahlenschutzkonzept muss vor Beginn der Arbeiten vom BAG validiert werden. Bei Bedarf steht das BAG zur Beratung und Unterstützung bei der Erarbeitung des Konzeptes zur Verfügung. Das Konzept muss mindestens die folgenden Punkte enthalten:

- Informationen zum festgelegten Schwellenwert (gemäss Kapitel 3.1.2): in der Regel wird der Schwellenwert auf das Doppelte der natürlichen Untergrundstrahlung festgelegt, gemessen in einem Abstand von 10 cm vom Material. Er ist abhängig vom verwendeten Messgerät;
- verwendete Messgeräte, Festlegung des Messverfahrens;
- Ort und Zeitpunkt der Messungen;
- Vorgehen und Massnahmen bei der Feststellung von radioaktivem Material;
- Strahlenschutzmassnahmen für die Arbeiterinnen und Arbeiter.

Anhang 1 dieser Wegleitung bietet einen Überblick über das generelle Vorgehen bei Aushubarbeiten sowie die geltenden Schwellenwerte. Im Folgenden werden die wichtigsten Aspekte eines Strahlenschutzkonzepts (Radioaktivitätsmessungen und Triage) erläutert.

3.1.2 Schwellenwert

Deponiematerial enthält meist auch geringe Mengen natürliches radioaktives Material. Ein erhöhter Messwert bedeutet deshalb nicht zwingend, dass künstliches Radium vorhanden ist. Erst wenn der gemessene Wert das Doppelte der natürlichen Untergrundstrahlung (doppelter natürlicher Untergrund, Schwellenwert) übersteigt, ist eine Kontamination mit künstlichem Radium wahrscheinlich. In diesem Fall müssen weitere Abklärungen erfolgen (siehe Kapitel 6.4).

⁵ Weiterführende Informationen zum SPG-Kurs:

<https://lms.suva.ch/ilp/pages/description.jsf#/users/@self/catalogues/1606852/course-templates/6500456/description>

4 Radioaktivitätsmessungen während Sondierungen

Sondierungsarbeiten an Standorten ehemaliger Deponien werden üblicherweise im Rahmen der Vor- oder Detailuntersuchungen⁶ gemäss AltIV angeordnet, um festzustellen, ob die vorhandenen chemischen Schadstoffe eine Überwachung oder Sanierung des Standorts gemäss Umweltschutzgesetzgebung erfordern oder ob die in der VVEA festgelegten Anforderungen an die deponierten Abfälle erfüllt sind.

Bei Sondierungen an Standorten von ehemaligen Deponien (Abbildung 2) der Risikokategorie R-B und R C muss das BAG vor Beginn der Arbeiten informiert werden (vgl. Anhang 1). Zudem müssen zum Schutz der vor Ort arbeitenden Personen während der Arbeiten Radioaktivitätsmessungen durchgeführt werden. Falls dabei erhöhte Werte festgestellt werden (höher als der Schwellenwert), darf das Probematerial nicht in einem konventionellen Umweltanalytiklabor untersucht werden, um eine Kontamination der Laborinfrastruktur durch Radium zu vermeiden. Stattdessen soll umgehend das BAG informiert werden, welches über das weitere Vorgehen für die Analyse des Materials entscheidet.



Abbildung 2: Beispiel einer Bohrlochsondierung. Alles mit Radium kontaminiertes Material sollte, wenn möglich, wieder im Bohrloch deponiert werden.

Es wird empfohlen, dass diese Massnahmen zur Erkennung von Radioaktivität im Probematerial bereits Teil des Strahlenschutzkonzepts sind (vgl. Kapitel 3.1.1) und von einer Firma mit einer entsprechenden Bewilligung und einer Strahlenschutz-sachverständigen Person durchgeführt werden.

4.1 Durchführung der Radioaktivitätsmessungen

4.1.1 Messgeräte

Um eine mögliche Radiumkontamination zu erkennen, muss das gewählte Messgerät empfindlich genug sein, um im Messbereich (doppelter natürlicher Untergrund) zuverlässige Werte zu erhalten. Während Sondierungen werden üblicherweise Handmessgeräte verwendet (Abbildungen 3 und 4). Es empfiehlt sich, Kontaminationsmessgeräte zu verwenden (Messung der Anzahl Zerfälle pro Zeiteinheit). Der Messwert wird in «Impulse pro Sekunde» angegeben. Je nach Messgerät entspricht dies «ips», «cps» oder «s⁻¹».

Abbildung 3: Messung der Zählrate mit einer kleinen Kontaminationsmesssonde.



Wird ein Dosisleistungsmessgerät verwendet, muss dieses in der Lage sein, Dosisleistungen im Bereich von ca. 0,1 bis 0,2 $\mu\text{Sv/h}$ (100 bis 200 nSv/h) zu messen. Bei Fragen zu diesem Thema steht das BAG zur Verfügung.

4.1.2 Bestimmung des natürlichen Untergrundes

Vor der Durchführung der Radioaktivitätsmessungen muss die natürliche Untergrundstrahlung am Standort der ehemaligen Deponie zu bestimmen. Es ist wichtig, dass die Bestimmung an einem Punkt abseits einer möglichen Radiumkontamination erfolgt, in einem Abstand von 10 cm zum Boden.

⁶ Diese Untersuchungen gemäss AltIV umfassen in der Regel eine historische und eine technische Untersuchung. Das BAG empfiehlt, die im Rahmen der historischen Untersuchung gesammelten Informationen zu nutzen, um die Informationen zum Zeitraum, in welchem die Deponie in Betrieb war, zu bestätigen/ergänzen und um sicherzustellen, dass die geplanten Strahlenschutzmassnahmen notwendig sind.

4.1.3 Messung von Proben oder Aushubmaterial

Die Radioaktivitätsmessungen werden direkt vor Ort durchgeführt (Abbildungen 4a und 4b). Es gelten die gleichen Messbedingungen wie bei der Bestimmung der natürlichen Untergrundstrahlung (10 cm Abstand zur Oberfläche).



Abbildung 4a (links) und 4b (rechts): Sondierungsgrabung und Messung in einem Sondierungsgraben mit einer Kontaminationsmesssonde.

Jeder Messwert muss dokumentiert werden. Erhöhte Werte (über dem Schwellenwert) geben einen Hinweis auf eine mögliche Radiumkontamination in Teilen des Standorts. In diesem Fall sollte das Material, wenn möglich, wieder an der Sondierungsstelle (z. B. Bohrloch, Grube, Graben) deponiert werden.

Sind weitere Analysen vorgesehen (z. B. für die Analyse auf Chemikalien) muss die radioaktive Kontamination berücksichtigt und umgehend das BAG informiert werden; diese Analysen müssen in spezialisierten Laboratorien durchgeführt werden, die für den Umgang mit radioaktivem Material ausgelegt sind.

Bei Werten unterhalb des Schwellenwertes können die Probenmaterialien für weitere Analysen verwendet werden, ohne dass Massnahmen in Bezug auf Radium erforderlich sind.

Wichtig: Wenn bei keiner der gesammelten Proben erhöhte Werte gemessen werden, bedeutet dies nicht zwangsläufig, dass in der gesamten ehemaligen Deponie mit Sicherheit keine mit Radium kontaminierten Abfälle vorhanden sind! In der Regel bilden die Sondierungen nur einen sehr kleinen Teil des Inhaltes einer Deponie ab. Es ist deshalb auch bei unverdächtigen Werten der Proben wichtig, den Schutz der Arbeiterinnen und Arbeiter bei späteren Aushubarbeiten zu gewährleisten.

4.2 Strahlenschutzmassnahmen für die Arbeiterinnen und Arbeiter

Für die Messungen während der Sondierungsarbeiten müssen für die Arbeiterinnen und Arbeiter keine speziellen Strahlenschutzmassnahmen zusätzlich zu den konventionellen Schutzmassnahmen getroffen werden.

5 Vorbereitende Radioaktivitätsmessungen, wenn mit Radium kontaminierte Abfälle nachgewiesen wurden

Wenn eine Radiumkontamination einer ehemaligen Deponie bestätigt wurde (Risikokategorie R-C oder aufgrund der Messergebnisse von Sondierungen), wird empfohlen, vor Beginn der eigentlichen Aushubarbeiten zusätzliche Messungen an der Oberfläche durchgeführt werden. So lassen sich beispielsweise «Hot Spots» erkennen, an denen die Menge an radioaktivem Material grösser ist. Auch können zusätzliche Sondierungen hilfreich sein. Hierbei ist zu beachten, dass dieser Fall sehr selten ist.

5.1 Durchführung der vorbereitenden Radioaktivitätsmessungen

Die Messungen werden mithilfe von Rastergittern durchgeführt, um sicherzustellen, dass alle Bereiche des Geländes, die ausgehoben werden

sollen, berücksichtigt werden. Zu diesem Zweck wird die zu vermessende Fläche in Raster mit einer Größe von 1m x 1m aufgeteilt. Diese Fläche wird dann in einem Abstand von 10 cm vom Boden gemessen, wobei das gleiche Messinstrument und der gleiche Schwellenwert wie bei den zuvor erwähnten Messungen angewendet werden (siehe Kapitel 4.1).

Erhöhte Messwerte weisen auf Bereiche hin, die wahrscheinlich eine signifikante Kontamination mit Radium aufweisen. Bei Aushubarbeiten in diesen Bereichen sollten zusätzliche Vorsichtsmassnahmen ergriffen werden. Insbesondere ist es ratsam, den Abtrag des Materials in einzelnen Schichten durchzuführen und eine Radioaktivitätsmessung direkt vor Ort einzurichten.

5.2 Strahlenschutzmassnahmen für Arbeiterinnen und Arbeiter

Vor Beginn der vorbereitenden Radioaktivitätsmessungen sollten die Arbeiterinnen und Arbeiter über die Gefahren informiert werden, die mit dem Umgang mit radioaktiven Materialien ver-

bunden sind. Es wird empfohlen, die Aufenthaltszeit in den betroffenen Bereichen so kurz wie möglich zu halten. Die Strahlenschutz-sachverständige Person ist für die Instruktion der Arbeiterinnen und Arbeiter und die Durchführung der Radioaktivitätsmessungen verantwortlich.

6 Radioaktivitätsmessungen während Aushubarbeiten

Unabhängig davon, ob bei Sondierungen oder bei vorbereitenden Messungen radioaktives Material festgestellt wurde, muss sämtliches Aushubmaterial, das bei Arbeiten auf dem Gelände einer ehemaligen Deponie der Risikokategorie R-B und R-C ausgehoben wird, vor Verlassen des Geländes gemäss einem Strahlenschutzkonzept auf Radioaktivität überprüft werden.

6.1 Messgeräte

Je nachdem, welche Vorgehensweise während der Aushubarbeiten angewendet wird, kann die Radioaktivitätsmessung mit einem Handmessgerät (Abbildung 5) oder einem Messportal (Abbildung 6) durchgeführt werden. Ein Handmessgerät eignet sich zur Messung der Kontamination (Zählrate) oder der Dosisleistung (vgl. Kapitel 4.1.1), insbesondere bei kleinen Volumen (Abbildung 5). Ein Messportal ist eher für die Messung grosser Volumen geeignet (Abbildung 6). Denkbar sind auch Messgeräte, deren Detektoren direkt an einer Baggerschaufel angebracht werden.

Die eingesetzten Messgeräte müssen eine ausreichende Empfindlichkeit und Ansprechgeschwindigkeit aufweisen. Es ist ausserdem empfehlenswert, robuste Geräte zu verwenden, um frühzeitige Beschädigungen zu vermeiden. Ob die vorgesehene Messausrüstung für die geplanten Aushubarbeiten geeignet ist, wird anlässlich des Bewilligungsverfahrens (Kapitel 3) von den Behörden überprüft.

6.1.1 Handmessgeräte

Wenn die Messungen mit einem Handmessgerät durchgeführt werden, werden sie in einem Abstand von 10 cm von der Oberfläche des Materials und im Abstand von 1 m zwischen jedem Messpunkt auf beiden Seiten und an der Rückseite der Ladung durchgeführt (Abbildung A2-1). An jedem Punkt muss die Messdauer so festgelegt werden, dass ein stabiler Messwert resultiert (Messdauer von mindestens 10 Sekunden, abhängig vom verwendeten Messgerät). Nur wenn die Messwerte der Radioaktivität an allen Punkten unter dem Schwellenwert liegen, kann die Ladung gemäss dem Entsorgungskonzept des Betriebes konventionell entsorgt werden. Sowohl

der Schwellenwert als auch der Höchstwert müssen im für die jeweilige Ladung spezifischen Messprotokoll festgehalten werden. Anhang 2 enthält ein Beispiel eines Protokolls für die manuelle Messung von Material, das für den Abtransport bestimmt ist (z. B. Ladung in einer Mulde oder in einem Lastwagen).



Abbildung 5: Messung von Aushubmaterial von Hand mit einem Dosisleistungsmessgerät. Kann auch zur Lokalisierung von radioaktivem Material verwendet werden.

6.1.2 Messung mithilfe eines Messportals

Wenn die Messung über ein Messportal erfolgt (direkte Kontrolle des gesamten Fahrzeugs), muss der natürliche Untergrund nicht für jedes Fahrzeug neu bestimmt werden, da die Messung des Untergrunds bereits durch das Portal erfolgt. Die Software des Portals führt permanente Messungen der natürlichen Untergrundstrahlung durch und subtrahiert diese automatisch. Die Alarmschwelle sollte so eingestellt werden, dass eine Erhöhung der Zählrate (Verdoppelung des natürlichen Untergrunds) einen Alarm auslöst.



Abbildung 6: Messportal für die Überprüfung von grossen Mengen an Material.

6.2 Wo und wann sollten Messungen der Radioaktivität durchgeführt werden?

Die Erfahrung zeigt, dass es sinnvoll ist, die Radioaktivitätsmessung bereits **beim Aushub** des Materials durchzuführen. Das heisst, entweder unmittelbar vor, während oder direkt nach dem Aushub. Der genaue Ablauf hängt vom gewählten Messinstrument ab. Auf diese Weise können Hotspots radioaktiver Kontaminationen frühzeitig erkannt werden. Dies erleichtert die spätere Sortierung, indem eine Vermischung des radiumkontaminierten Abfalls mit anderen, nicht kontaminierten Abfällen vermieden wird (Kapitel 6.4.1). Zudem können bei Bedarf weitere Sicherungsmassnahmen ergriffen werden, wie beispielsweise die Absperrung stark kontaminierter Bereiche der ehemaligen Deponie.

Spätestens vor dem Abtransport von der ehemaligen Deponie müssen jedoch sämtliche Materialien kontrolliert werden, um sicherzustellen,

dass kein radioaktives Material die Deponie verlässt. In diesem Fall müssten die Ladungen nachträglich sortiert werden, wenn ein Alarm wegen Überschreitung des Schwellenwerts ausgelöst wird.

6.3 Vorgehen

Das Material muss gemäss dem eingereichten und vom BAG akzeptierten Strahlenschutzkonzept gemessen werden, in welchem die Methode und der Ablauf der Radioaktivitätsmessungen festgelegt sind. Das allgemeine Verfahren wird im Folgenden beschrieben (Tabellen 1 und 2).

Das detaillierte Vorgehen für die Triage der radiumkontaminierten Abfälle, deren Lagerung sowie die spätere Entsorgung (Entsorgungskonzept für radioaktives Material) wird im Rahmen des Bewilligungsverfahrens mit Hilfe des BAG im Einzelfall festgelegt.

Tabelle 1 Vorgehen bei der Messung vor Ort beim Aushub

Wenn das Material bereits beim Aushub gemessen wird, geschieht dies in der Regel mit einem Handmessgerät oder einem Detektor, der direkt an der Schaufel eines Baggers angebracht wird.

a) Keine Überschreitung des Schwellenwerts	Wenn der Schwellenwert (siehe Kapitel 3.1.2) bei dieser ersten Messung nicht überschritten wird, kann das auszuhebende Material abgetragen und für die Nachkontrolle gemäss Tabelle 2 vorbereitet werden. Nur wenn der Schwellenwert bei dieser Nachkontrolle nicht überschritten wird, kann das Material vom Standort abtransportiert werden.
b) Überschreitung des Schwellenwerts	<p>Das BAG muss darüber informiert und es müssen manuelle Triagemessungen durchgeführt werden.</p> <p>Wenn mit Radium kontaminierte Abfälle in einem Deponieabschnitt entdeckt wurden, wird empfohlen, anschliessend manuelle Triagemessungen mit einem Handmessgerät direkt an der Aushubstelle vor dem Aushub durchzuführen. Diese Triagemessungen und Kontrollen sollten mit Hilfe eines Rasters mit einer Grösse von 1m x 1m durchgeführt werden. Die Radioaktivität wird in einem Abstand von 10 cm von der Oberfläche gemessen und das Material muss schichtweise abgetragen werden (maximale Schichtdicke: 50 cm).</p> <p>Bei manuellen Triagemessungen sollte das mit Radium kontaminierte Material nach Möglichkeit sichergestellt werden. Zu diesem Zweck sollte sich die Suche nach Hotspots auf die Stelle mit dem höchsten Wert der Dosisleistung oder der Oberflächenkontamination konzentrieren. Dabei können möglicherweise auch radioaktive Gegenstände identifiziert, aussortiert und entfernt werden (z. B. Uhrenkomponenten, Fläschchen mit Leuchtfarbe usw.).</p> <p>Wenn es nicht möglich ist, einzelne Gegenstände zu isolieren (z. B. bei Kontamination heterogener Materialien), sollten aus dem Teil des kontaminierten Materials mit dem höchsten Dosisleistungs- oder Kontaminationswert der mehrere Proben (ca. 1 kg) entnommen werden. Diese Proben müssen dann im Labor mittels Gammaspektrometrie analysiert werden, um die spezifische Aktivität zu bestimmen.</p>

Fortsetzung **Tabelle 1**

b) Überschreitung des Schwellenwerts	<p>Auf der Grundlage der Ergebnisse der Radionuklididentifizierung und der spezifischen Aktivitäten wird das BAG über das weitere Vorgehen im Hinblick auf die Entsorgung dieses Materials entscheiden (konventionell oder radioaktiv).</p> <p>Bevor die nächste Schicht gemäss dem festgelegten Raster wird, muss erneut die Dosisleistung oder die Kontamination der Bodenoberfläche gemessen und das Vorgehen, welches am Anfang dieser Tabelle beschrieben ist, wiederholt werden.</p> <p>Aussortiertes Material, das nicht kontaminiert ist (Messwerte unterhalb des Schwellenwerts), muss vor dem Abtransport und der Entsorgung der Nachkontrolle gemäss Tabelle 2 unterzogen werden</p>
---	--

Tabelle 2 Nachkontrolle

Vor dem Abtransport vom Standort muss eine Kontamination mit Radium für alle triagierten Materialien formell ausgeschlossen werden, indem eine Nachkontrolle durchgeführt wird. Dafür kann sowohl ein Handmessgerät als auch ein Messportal verwendet werden.

c) Keine Überschreitung des Schwellenwerts	<p>Die Materialien können gemäss dem regulären Entsorgungskonzept vom Standort abtransportiert werden.</p>
d) Überschreitung des Schwellenwerts	<p>Die Ladung darf nicht vom Gelände transportiert oder auf konventionelle Weise gemäss dem regulären Entsorgungskonzept des Unternehmens entsorgt werden.</p> <p>Die Ladung muss mithilfe von Triagemessungen gemäss Tabelle 1 Abschnitt b) sortiert werden.</p> <p>Bei häufigen Alarmen (z. B. bei einer grossflächigen radioaktiven Kontamination des Aushubmaterials einer ehemaligen Deponie) müssen in Koordination mit dem BAG spezifische Verfahren und Massnahmen ergriffen werden, um die geplanten Aushub- oder Bauarbeiten nicht unverhältnismässig zu stören.</p>

Vorgehen für Messungen von Aushubmaterial, nachdem dieses in eine Mulde verladen wurde:

Wird das Material gemessen, nachdem es in eine Mulde/einen LKW verladen wurde, gilt das oben unter **c)** und **d)** beschriebene Vorgehen.

6.4 Strahlenschutzmassnahmen für Arbeiterinnen und Arbeiter

Bevor auf dem Standort einer ehemaligen Deponie der Risikokategorien R-B und R-C mit Aushubarbeiten begonnen wird, müssen die Arbeiter-

innen und Arbeiter über die Gefahren informiert werden, die mit dem Umgang mit radioaktiven Materialien verbunden sind. Zudem müssen sie durch geeignete Massnahmen davor geschützt werden.

7 Verantwortlichkeiten

Die Bauherrschaft ist dafür verantwortlich, die Unternehmen, die Sondierungen durchführen oder mit Aushubarbeiten beauftragt sind, über die Einstufung einer ehemaligen Deponie in die Risikoklasse R-B oder R-C zu informieren.

7.1 Vorgehen bei Sondierungen auf einer ehemaligen Deponie

Das Unternehmen, das eine Sondierung durchführt, muss das BAG vorgängig darüber informieren. In der Regel werden die Radioaktivitätsmessungen von der für die Sondierung verantwortlichen Firma ausgeführt. Bei Bedarf kann das

BAG im Bereich des Strahlenschutzes und bei der Planung der Radioaktivitätsmessungen Unterstützung leisten. Die Kosten für die Beschaffung der notwendigen Messgeräte und die Radioaktivitätsmessungen trägt das Unternehmen, welches die Messungen durchführt.

7.2 Umsetzung des Strahlenschutzkonzepts

Die Umsetzung obliegt dem mit den Aushubarbeiten beauftragten Unternehmen, das dafür über eine Bewilligung des BAG verfügen muss. Die Aushubarbeiten sowie die Verfahren und Radioaktivitätsmessungen werden vom BAG überwacht.

7.3 Mögliche Entsorgung von schwach mit Radium kontaminiertem Abfall

Leicht mit Radium kontaminierte Abfälle aus dem Aushub einer ehemaligen Deponie, die nach der Triage, Analyse und Charakterisierung eine spezifische Aktivität von weniger als 10 kBq/kg (Tausendfachen der Befreiungsgrenze für Radium-

226) aufweisen, können im Einzelfall und mit Zustimmung des BAG an eine dafür geeignete, in Betrieb stehende Deponie des Typs E zur Ablagerung abgegeben werden (Art. 114 Abs. 3 StSV). Weitere Informationen dazu sind in der BAG-Wegleitung «Ablagerung von radioaktiven Abfällen mit geringer Aktivität auf einer Deponie» beschrieben⁷.

7.4 Entsorgung von radioaktivem Abfall

Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass Material stärker mit Radium kontaminiert ist und nach der Triage nicht mehr an eine Deponie des Typs E (in Betrieb stehend) abgegeben werden kann. Dies ist der Fall, wenn die spezifische Aktivität des mit Radium kontaminierten Abfalls mehr als 10 kBq/kg beträgt. In diesem Fall muss eine Entsorgung als radioaktiver Abfall an die Sammelstelle des Bundes BZL am Paul Scherrer Institut erfolgen. Dieser Entsorgungsweg ist äusserst kostspielig, sodass das Volumen des radioaktiven Materials durch eine geeignete und gründliche Triage so weit wie möglich reduziert werden muss.

8 Kontakt

Bundesamt für Gesundheit BAG

Abteilung Strahlenschutz
Schwarzenburgstrasse 157
3003 Bern

Telefon: +41 58 462 96 14
E-Mail: str@bag.admin.ch

9 Referenzen

1. Aktionsplan Radium 2015–2023, weitere Informationen unter www.bag.admin.ch/radium-altlasten
2. Technischer Bericht des Teilprojekts «Deponien»: *Erfassung und Verwaltung von ehemaligen Deponien, die radium-kontaminierte Abfälle enthalten könnten*; weitere Informationen unter www.bag.admin.ch/radium-altlasten > Radium-Altlasten in Deponien
3. Strahlenschutzverordnung (StSV, SR 814.501) vom 26. April 2017
4. Strahlenschutzgesetz (StSG, SR 841.50) vom 22. März 1991

10 Rechtlicher Stellenwert

Diese Wegleitung ist eine Vollzugshilfe des BAG als Aufsichtsbehörde für Strahlenschutz. Sie richtet sich primär an die Bewilligungsinhaber oder Strahlenschutz-sachverständigen Personen, an die für Altlasten zuständigen Stellen sowie an weitere Stellen und Personen, die mit ionisierender Strahlung in Berührung kommen können. Sie konkretisiert Anforderungen aus dem Strahlenschutzrecht

und entspricht dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik. Berücksichtigen die Bewilligungsinhaber oder die Strahlenschutz-sachverständigen Personen, die kantonalen Behörden oder andere betroffene Personen deren Inhalt, können sie davon ausgehen, dass sie das Strahlenschutzrecht rechtskonform vollziehen.

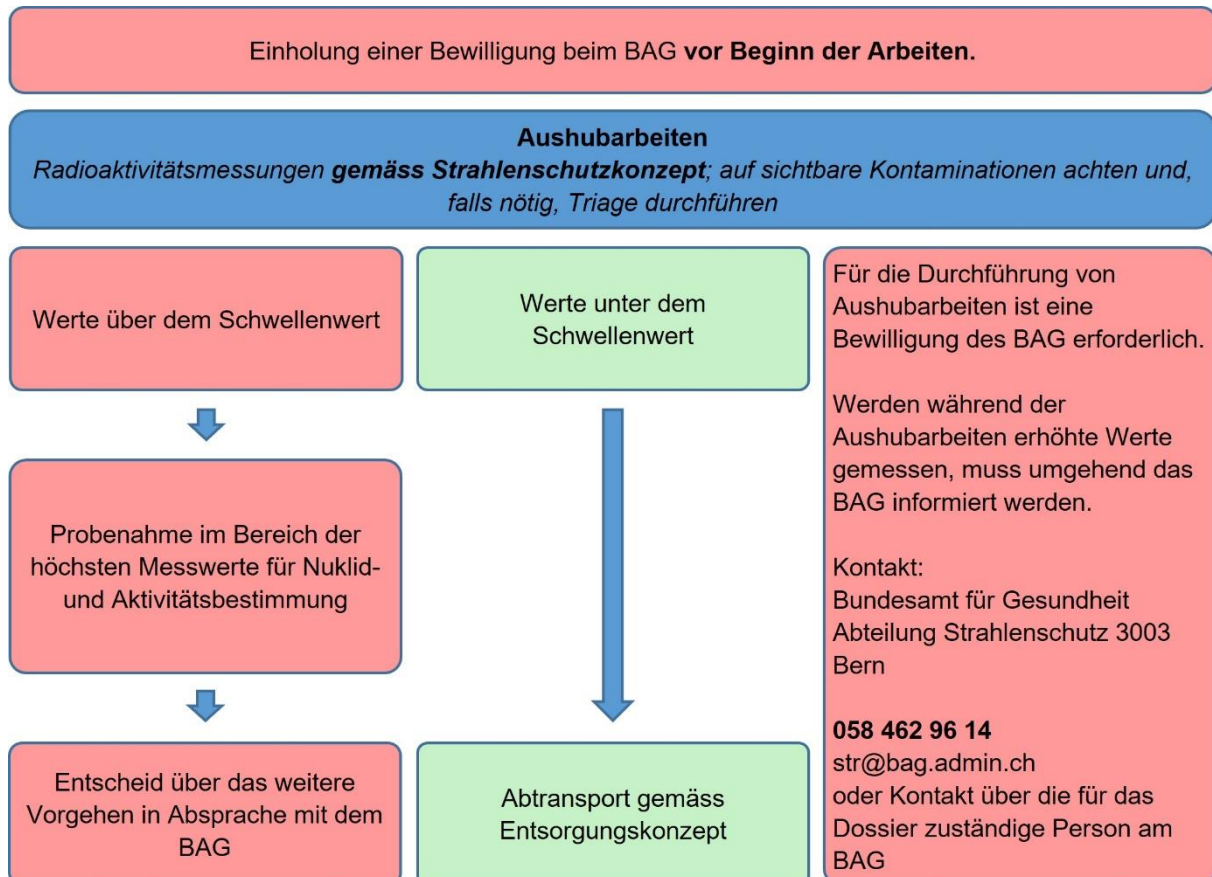
⁷ Die Wegleitung kann von der BAG-Webseite www.bag.admin.ch/str-wegleitungen im Themenbereich «Radioaktive Abfälle, NORM-Abfälle und Altlasten» heruntergeladen werden.

Anhang 1 Allgemeine Konzepte

Sondierungen



Aushubarbeiten



Anhang 2 Beispiel eines Messprotokolls

Kontrolle der Radioaktivität in Aushubmaterial

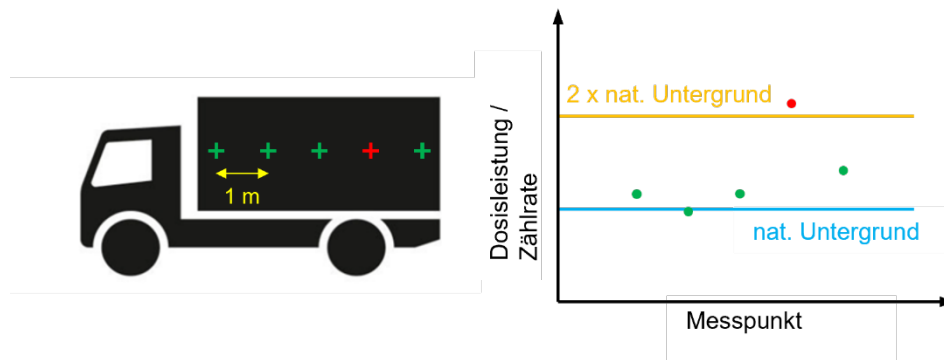


Abbildung A2-1 Beispiel für Messungen an einem Lkw. Der Abstand zwischen den Messpunkten muss 1 m betragen. Die Messungen müssen in einem Abstand von 1 m von der Ladefläche durchgeführt werden.

Beispiel eines Messprotokolls

Die Messwerte müssen für jede Ladung protokolliert werden.

LKW Kennzeichen	Uhrzeit der Messung	Datum	nat. Untergrund $\mu\text{Sv/h}^1$	Max. Messwert $\mu\text{Sv/h}^1$	Für die Messung verantwortliche Person
BE 12345	10:15	13.12.21	0.08	0.13	XY

¹ Die Einheit der Messwerte hängt vom verwendeten Messgerät ab ($\mu\text{Sv/h}$ oder cps/ips).