

Wegleitung

Verwertung oder
Verbrennung von
radioaktiven Abfällen
V2 17.02.2025
[www.bag.admin.ch/
str-wegleitungen](http://www.bag.admin.ch/str-wegleitungen)

Kontakt

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

Verwertung oder Verbrennung von radioaktiven Abfällen mit geringer Aktivität

1 Einleitung

Die vorliegende Wegleitung wurde durch das Bundesamt für Gesundheit (BAG) in Zusammenarbeit mit den Aufsichtsbehörden Suva (Schweizerische Unfallversicherungsanstalt) und ENSI (Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat), dem BAFU (Bundesamt für Umwelt) sowie einer Vertretung der kantonalen Behörden, des VBSA (Verband der Betreiber Schweizerischer Abfallverwertungsanlagen) und dem VSMR (Verband der Schweizer Recycler) erarbeitet.

Die Wegleitung richtet sich primär an die Vollzugsbehörden der Strahlenschutz- und Umweltschutzgesetzgebung sowie an die Betreiber von Recyclingbetrieben und Kehrichtverbrennungsanlagen. Sie regelt den Ablauf und die Zusammenarbeit zwischen den Behörden (BAG, ENSI, Suva, BAFU und kantonale Umwelt-

schutzbehörden) zur **Verwertung** oder **Verbrennung** radioaktiver Abfälle mit geringer Aktivität. Sie konkretisiert die Forderungen aus der Strahlenschutzgesetzgebung und richtet sich nach dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik.

Inhalt

1	Einleitung	4
1.1	Zweck und Geltungsbereich	4
1.2	Regelung der Entsorgung radioaktiver Abfälle	4
1.3	Regelung der Abgabe an die Umwelt	4
1.4	Rechtliche Grundlagen und Zuständigkeiten	4
1.5	Kostentragung	5
2	Grundsätze zur Verwertung und Verbrennung radioaktiver Abfälle mit geringer Aktivität	5
3	Bewilligung zur Abgabe radioaktiver Abfälle mit geringer Aktivität an die Umwelt durch eine Verwertung	7
3.1	Bewilligungsgesuch zur Abgabe radioaktiver Abfälle mit geringer Aktivität an die Umwelt durch eine Verwertung	7
3.2	Bewilligungskriterien zur Abgabe radioaktiver Abfälle mit geringer Aktivität an die Umwelt durch eine Verwertung	7
4	Zustimmung zur Verwertung radioaktiver Abfälle mit geringer Aktivität in geplanten und bestehenden Expositionssituationen	7
4.1	Zustimmungskriterien zur Verwertung radioaktiver Abfälle mit geringer Aktivität aus geplanten Expositionssituationen	8
4.2	Zustimmungskriterien zur Verwertung radioaktiver Abfälle mit geringer Aktivität aus bestehenden Expositionssituationen	8
5	Bewilligung zur Abgabe radioaktiver Abfälle mit geringer Aktivität an die Umwelt durch eine Verbrennung	9
5.1	Bewilligungsgesuch zur Abgabe radioaktiver Abfälle mit geringer Aktivität an die Umwelt durch eine Verbrennung	9
5.2	Bewilligungskriterien zur Abgabe radioaktiver Abfälle mit geringer Aktivität an die Umwelt durch eine Verbrennung	9
6	Zustimmung zur Verbrennung radioaktiver Abfälle mit geringer Aktivität aus bestehenden und geplanten Expositionssituationen	9
6.1	Zustimmungskriterien zur Verbrennung radioaktiver Abfälle mit geringer Aktivität aus geplanten Expositionssituationen	10
6.2	Zustimmungskriterien zur Verbrennung radioaktiver Abfälle mit geringer Aktivität aus bestehenden Expositionssituationen	10
7	Entgegennahme der Abfälle zur Verwertung oder Verbrennung	11

8	Überwachungsprogramm und Veröffentlichung der Abgaben an die Umwelt	11
9	Kontaktadressen der Aufsichts- und Bewilligungsbehörden im Strahlenschutz	12
10	Referenzen	12
11	Glossar	13
	Anhang 1a: Ablauf zur Verwertung radioaktiver Abfälle mit geringer Aktivität aus geplanten Expositionssituationen (bewilligte Tätigkeiten)	14
	Anhang 1b: Ablauf zur Verwertung radioaktiver Abfälle mit geringer Aktivität aus bestehender Expositionssituation (radioaktive Altlast)	15
	Anhang 2a: Ablauf zur Verbrennung radioaktiver Abfälle mit geringer Aktivität aus geplanten Expositionssituationen (bewilligte Tätigkeiten)	16
	Anhang 2b: Ablauf zur Verbrennung radioaktiver Abfälle mit geringer Aktivität aus bestehender Expositionssituation (radioaktive Altlast)	17
	Anhang 3: Berechnungsmethoden	18

1.1 Zweck und Geltungsbereich

- Die vorliegende Wegleitung beschreibt den Ablauf zur Verwertung oder **Verbrennung** radioaktiver Abfälle mit geringer Aktivität. Sie präzisiert ausserdem
- die Kriterien zur Erteilung der **Bewilligung** des BAG oder ENSI bei geplanten Expositionssituationen, die der Abfallverursacher und **Bewilligungsinhaber** für eine Abgabe an die Umwelt erfüllen muss;
- die Kriterien zur Erteilung einer **Zustimmung** zur Abgabe radioaktiver Abfälle mit geringer Aktivität durch das BAG, welche an den Betreiber der Verwertungs- oder Verbrennungsanlage gerichtet ist;
- das Vorgehen bei der Annahme und Zugabe der Abfälle zur Verwertung oder Verbrennung.

Diese Wegleitung behandelt nicht die Entsorgung von natürlich vorkommenden radioaktiven Materialien (NORM). Diese wird in der Wegleitung «Entsorgung von NORM-Abfällen» geregelt [1].

Das Umweltschutzgesetz [2] (**USG**) gilt nicht für radioaktive Stoffe und ionisierende Strahlen, sondern verweist diesbezüglich auf die Strahlenschutz- und die **Kernenergiegesetzgebung** (Art. 3 Abs. 2 USG, Art. 2 **VVEA** [3] und Art. 1 Abs. 3 Bst. c **VeVA**) [4]). In der Gewässerschutzverordnung (**GSchV**) [5] wird ebenfalls festgelegt, dass die Strahlenschutz- und die **Atomgesetzgebung** gelten, wenn Stoffe biologische Wirkungen auf Grund ihrer Strahlung zur Folge haben. Soweit die Kernenergiegesetzgebung keine entsprechenden Bestimmungen enthält, gelangen auch für die Abgabe von radioaktiven Abfällen aus Kernanlagen an die Umwelt die Bestimmungen der Strahlenschutzgesetzgebung zur Anwendung. Daraus ergibt sich, dass für die Abgabe radioaktiver Abfälle mit geringer Aktivität an die Umwelt über eine Verwertungs- oder Verbrennungsanlage die Bestimmungen der Strahlenschutzgesetzgebung massgebend sind.

1.2 Regelung der Entsorgung radioaktiver Abfälle

Radioaktive Abfälle müssen über die dafür vorgesehenen Entsorgungswege beseitigt werden. Im Regelfall werden diese an die Sammelstelle des Bundes (BZL) abgegeben (Abfälle aus der Medizin, Industrie oder Forschung (MIF-Abfälle)) oder an das Zwischenlager Würenlingen (Zwilag) abgeliefert (Abfälle aus Kernanlagen). Dort werden die radioaktiven Abfälle konditioniert und zwischengelagert, bis sie zu einem späteren Zeitpunkt in einem Tiefenlager eingelagert werden.

Die MIF-Abfälle aus dem Bereich des Strahlenschutzgesetzes **StSG** [6] fallen nach ihrer Ablieferung beim BZL unter das Kernenergiegesetz **KEG** [7] (Art. 2 Abs. 1 Bst. c Ziff. 2). Die Abfälle aus Kernanlagen fallen bereits zum Zeitpunkt ihrer Entstehung unter das KEG (Art. 2 Abs. 1 Bst. c Ziff. 1). Sowohl die Entsorgung der an das BZL abgelieferten radioaktiven Abfälle als auch die Entsorgung der in Kernanlagen angefallenen radioaktiven Abfälle richten sich nach dem KEG.

1.3 Regelung der Abgabe an die Umwelt

Radioaktive Abfälle mit geringer Aktivität dürfen gemäss Artikel 26 StSG unter bestimmten Voraussetzungen an die Umwelt abgegeben und müssen daher nicht an das BZL oder Zwilag abgeliefert werden. Die Grundsätze zur Abgabe von Abfällen mit einer Aktivität über der **Befreiungsgrenze LL** an die Umwelt sind in Artikel 111 der Strahlenschutzverordnung (**StSV**) [8] festgelegt. Die Bedingungen zur Verwertung in Recyclingbetrieben und zur Verbrennung radioaktiver Abfälle in Kehrrechtverbrennungsanlagen (KVA) und Sonderabfallverbrennungsanlagen (SAVA) werden in Artikel 115 resp. 116 StSV präzisiert.

Nach Artikel 105 Buchstabe a. StSV werden Materialien bzw. Abfälle, die nach Artikel 115 oder 116 StSV an die Umwelt abgegeben wurden, von der Bewilligungspflicht und Aufsicht befreit, sofern gewährleistet werden kann, dass die spezifische Aktivität die Befreiungsgrenze LL nicht überschreitet.

1.4 Rechtliche Grundlagen und Zuständigkeiten

Die rechtlichen Grundlagen für die Verwertung und Verbrennung radioaktiver Abfälle mit geringer Aktivität sind in Artikel 115 und 116 StSV verankert:

Art. 115 Verwertung mit Zustimmung der Bewilligungsbehörde

Die Bewilligungsbehörde kann Bedingungen für die Verwertung von radioaktiven Abfällen, insbesondere Metallen, mit einer spezifischen Aktivität von maximal dem Zehnfachen der Befreiungsgrenze festlegen, wenn sichergestellt werden kann, dass die nach der geplanten Verwertung anfallenden Materialien die Befreiungsgrenze unterschreiten.

Art. 116 Verbrennung mit Zustimmung der Bewilligungsbehörde

¹Brennbare radioaktive Abfälle können mit Zustimmung der Bewilligungsbehörde in Anlagen zur thermischen Behandlung von Abfällen nach der Abfallverordnung vom 4. Dezember 2015 verbrannt werden, wenn:

- a. durch eine Überwachung der Aktivitätskonzentration oder eine Berechnung der möglichen Kontamination der Verbrennungsrückstände die Einhaltung der Befreiungsgrenze nachgewiesen werden kann;
- b. die radioaktiven Abfälle nur die Radionuklide H-3 oder C-14 enthalten; und
- c. die wöchentlich zur Verbrennung zugelassene Aktivität das Tausendfache der Bewilligungsgrenze nicht überschreitet.

²In begründeten Fällen kann die Bewilligungsbehörde der Verbrennung brennbarer radioaktiver Abfälle zustimmen, die andere Radionuklide als diejenigen nach Absatz 1 Buchstabe b enthalten.

Die Zuständigkeit für die Erteilung von Bewilligungen zur Abgabe von Abfällen aus geplanten Expositionssituationen¹ liegt für Kernanlagen beim ENSI, für alle anderen Bereiche beim BAG (Art. 11 StSV). Für die Erteilung einer Zustimmung zur Annahme radioaktiver Abfälle mit geringer Aktivität nach Artikel 115 und 116 StSV in Verwertungs- oder Verbrennungsanlagen ist das BAG zuständig.

1.5 Kostentragung

Im Zusammenhang mit der Verwertung oder Verbrennung von radioaktiven Abfällen mit geringer Aktivität stellen sich je nach Konstellation unterschiedliche Fragen zur Kostenübernahme für die Entsorgungskosten. Gemäss dem Verursacherprinzip trägt grundsätzlich der Verursacher von radioaktiven Abfällen die Kosten für die fachgerechte Entsorgung (Art. 4 i.V.m. Art. 27 Abs. 2 StSG). Wenn der Verursacher von radioaktiven Abfällen nicht bekannt ist, trägt der Bund die Kosten einer fachgerechten Entsorgung im Sinne der Strahlenschutzgesetzgebung (Bundesvollzug). Sind in den leicht radioaktiven Abfällen auch nicht-radioaktive Schadstoffe enthalten, gilt zusätzlich die Umweltschutzgesetzgebung und entsprechend eine anteilmässige Kostenverteilung.

Im Falle eines Schadens durch radioaktive Abfälle können sich allerdings auch haftpflichtrechtliche Fragen stellen. Wer Einrichtungen betreibt oder Tätigkeiten ausübt, die eine Gefährdung durch ionisierende Strahlung mit sich bringen, haftet grundsätzlich nach Artikel 39 Absätze 1 und 2 StSG für die dadurch verursachten Schäden, sofern er nicht nachweist, dass er alle Sorgfalt zur Vermeidung des Schadens aufgewendet hat. Die Sorgfalt gilt als erfüllt, wenn die geltenden gesetzlichen Strahlenschutzbestimmungen und insbesondere die Auflagen der Zustimmung eingehalten werden.

2 Grundsätze zur Verwertung und Verbrennung radioaktiver Abfälle mit geringer Aktivität

Die Verwertung oder Verbrennung von radioaktiven Abfällen mit geringer Aktivität gelten nach Artikel 111 StSV als Abgabe an die Umwelt. Diese dürfen nur mit einer **Bewilligung** und unter Kontrolle durch die **Bewilligungsinhaberin** oder den **Bewilligungsinhaber** an die Umwelt abgegeben werden.

Der Grenzwert für eine Verwertung nach Art. 115 StSV beträgt das Zehnfache der Befreiungsgrenze (10 x LL). Übersteigt die spezifische Aktivität des Materials diesen Wert, ist eine Verwertung nicht zulässig und das Material muss als radioaktiver Abfall entsorgt werden (Kapitel 1.2. dieser Wegleitung)

Unter Einhaltung strenger Kriterien gemäss Art. 116 StSV ist auch die Verbrennung von radioaktiven Abfällen mit

geringer Aktivität bis zum Tausendfachen der **Bewilligungsgrenze LA** pro Kalenderwoche (1000 x LA/Woche) eine sinnvolle Möglichkeit zur Abgabe an die Umwelt. Diese Entsorgungsmöglichkeit ist primär für die Radionuklide H-3 und C-14 vorgesehen. Für die Verbrennung von Abfällen mit anderen Radionukliden bedarf es einer zusätzlichen Begründung (Art. 116 Abs. 2 StSV).

Die Verbrennung sogenannter radiologischer Altlasten (bestehende Expositionssituation), bei welcher durch die Beseitigung eine für Mensch und Umwelt wesentlich bessere Lösung erzielt werden kann, als die Beibehaltung des bestehenden Zustands, gilt in diesem Sinne als begründet. Für die Verbrennung von Abfällen aus geplanten Expositionssituationen (mit Ausnahme von C-14 und H-3) soll neben einer sorgfältigen Abklärung zur Rechtfertigung

¹ Expositionssituation, die durch den geplanten Betrieb einer Strahlungsquelle oder durch menschliche Betätigungen, die Expositionspfade verändern, entsteht mit der Folge, dass eine Exposition oder eine mögliche Exposition von Mensch oder Umwelt verursacht wird (Art. 2 StSV).

(keine verhältnismässige Entsorgungsalternative) in Analogie mit Artikel 114. Absatz 3 StSV ebenfalls sichergestellt sein, dass die spezifische Aktivität unterhalb des Hundertfachen der Befreiungsgrenze LL (100 x LL) liegt.

Sowohl bei einer Verwertung wie auch bei einer Verbrennung muss sichergestellt werden, dass die Befreiungsgrenze LL in den Verwertungsprodukten und Verwertungsrückständen, sowie in den Verbrennungsrückständen (z. B. Schlacke und Filterasche) nicht überschritten wird. Falls beim Verwertungs- oder Verbrennungsprozess radioaktive Stoffe über die Abluft oder das Abwasser an die

Umwelt abgegeben werden, darf die daraus resultierende Dosis für die Bevölkerung max. 10 µSv pro Jahr betragen (Schutzziel). Dieser Wert basiert auf der sogenannten Untersuchungsschwelle bei der Umweltüberwachung gemäss Artikel 195 Absatz 1 StSV² und kann auch in Analogie mit Art. 114 StSV begründet werden.

Die Einzelfallprüfung bei der Erteilung einer Zustimmung durch das BAG zur Verwertung oder Verbrennung stellt sicher, dass durch die Abgabe zu keiner Zeit eine Gefährdung für Arbeitnehmende, die Bevölkerung und die Umwelt besteht.

Tabelle 1: Kriterien für die Verwertung gemäss Artikel 115 StSV

Aktivitätskonzentration der Abfälle	Bestehende Expositionssituation ³ (radiologischen Altlasten) z. B. radiumkontaminierte Abfälle	Geplante Expositionssituation (aus bewilligter Tätigkeit) z. B. aktiviertes/kontaminiertes Metall oder aktivierter/kontaminierter Beton
≤ LL	keine Einschränkung	
≤ 10 x LL	Einzelfallprüfung a) Keine verhältnismässige Entsorgungsalternative ist vorhanden; b) die spezifische Aktivität in den Verwertungsprodukten liegt unter Berücksichtigung der Mittelungsmasse nach Art. 106 Abs. 3 und 4 StSV unterhalb der Befreiungsgrenze LL; c) die spezifische Aktivität der Verwertungsrückstände (z. B. Schlacke, Asche) liegt im Wochenmittel unterhalb der Befreiungsgrenze LL; d) die durch Abgabe radioaktiver Stoffe über die Abluft oder das Abwasser mögliche Dosis für die Bevölkerung beträgt max. 10 µSv pro Jahr; e) ein Nachweis liegt vor, dass die Verwertung dem Stand der Technik entspricht.	

Tabelle 2: Kriterien für die Verbrennung gemäss Artikel 116 StSV

C-14/H-3 (Art. 116 Abs. 1 Bst. b)	andere Radionuklide (Art. 116 Abs. 2)	
	Bestehende Expositionssituation (radiologischen Altlasten, medizinische Abfälle entlassener Patienten)	Geplante Expositionssituation (aus bewilligter Tätigkeit)
	Spezifische Aktivität ≤ LL keine Einschränkung	
	Absolute Aktivität ≤ 1000 LA pro Kalenderwoche	
		Spez. Aktivität < 100 LL
Einzelfallprüfung a) Keine verhältnismässige Entsorgungsalternative ist vorhanden; b) die spezifische Aktivität in den Verwertungsprodukten liegt unter Berücksichtigung der Mittelungsmasse nach Art. 106 Abs. 3 und 4 StSV unterhalb der Befreiungsgrenze LL; c) die spezifische Aktivität der Verwertungsrückstände (z. B. Schlacke, Asche) liegt im Wochenmittel unterhalb der Befreiungsgrenze LL; d) die durch Abgabe radioaktiver Stoffe über die Abluft oder das Abwasser mögliche Dosis für die Bevölkerung beträgt max. 10 µSv pro Jahr; e) ein Nachweis liegt vor, dass die Verwertung dem Stand der Technik entspricht.		

² Untersuchungsschwellen bei der Umweltüberwachung: Werden Konzentrationen von künstlichen Radionukliden in der Umwelt festgestellt, die zu einer effektiven Dosis von mehr als 10 µSv pro Jahr für einen bestimmten Expositionspfad und für Personen aus der Bevölkerung führen können, so sucht das BAG nach der Ursache.

³ Expositionssituation, die bereits besteht, wenn eine Entscheidung über ihre Kontrolle getroffen werden muss, und die Sofortmassnahmen nicht oder nicht mehr erfordert; es handelt sich insbesondere um radiologische Altlasten, Radium, Radon, natürlich vorkommendes radioaktives Material sowie langfristige Kontamination nach einem Notfall (Art. 2 StSV).

3 Bewilligung zur Abgabe radioaktiver Abfälle mit geringer Aktivität an die Umwelt durch eine Verwertung

Bevor das BAG prüfen kann, ob einer Entsorgung radioaktiver Abfälle aus geplanten Expositionssituationen in einer Verwertungsanlage zugestimmt werden kann, muss der Abfallverursacher/Bewilligungsinhaber zusätzlich eine Bewilligung gemäss Artikel 9 Buchstabe c StSV zur Abgabe radioaktiver Abfälle an die Umwelt vorweisen können.

Zur Erteilung der Bewilligung zur Abgabe radioaktiver Stoffe an die Umwelt führt die zuständige Bewilligungsbehörde BAG oder ENSI eine detaillierte Prüfung der Gesuchsunterlagen nach Kapitel 3.1 dieser Wegleitung durch und beurteilt, ob die Bewilligungskriterien gemäss Kapitel 3.2 erfüllt werden.

3.1 **Bewilligungsgesuch zur Abgabe radioaktiver Abfälle mit geringer Aktivität an die Umwelt durch eine Verwertung**

Der Abfallverursacher muss folgende Unterlagen an die zuständige Bewilligungsbehörde BAG oder ENSI einreichen:

- Beschreibung und Herkunft der Abfälle;
- nachvollziehbare Begründung, warum die Abfälle nicht über die üblichen Entsorgungspfade als radioaktiver Abfall entsorgt werden sollen (Optimierung des Strahlenschutzes, **Verhältnismässigkeit**; technische und sicherheitstechnische Aspekte, Ressourcenverbrauch);

- Spezifikation der radioaktiven Abfälle (spezifische Aktivität, Volumen, Gewicht, Angabe zusätzlich vorhandener Gefahren- und/oder Schadstoffe);
- Absichtserklärung einer Verwertungsanlage, dass diese zur Annahme der Abfälle bereit ist.

3.2 **Bewilligungskriterien zur Abgabe radioaktiver Abfälle mit geringer Aktivität an die Umwelt durch eine Verwertung**

Für die Erteilung einer Bewilligung für die Verwertung radioaktiver Abfälle mit geringer Aktivität prüft das BAG (in Zusammenarbeit mit der Aufsichtsbehörde Suva) oder das ENSI im Einzelfall, ob:

- eine **stichhaltige und nachvollziehbare Begründung** vorliegt, dass eine Entsorgung über die üblichen Entsorgungspfade unverhältnismässig wäre und dass eine Verwertung unter Berücksichtigung aller anderen möglichen Optionen gesamthaft für Mensch und Umwelt die beste Lösung darstellt;
- eine Verwertung aufgrund der vorliegenden Aktivitätskonzentration in Frage kommt und die Charakterisierung des Abfalls und im Wesentlichen die Bestimmung der Aktivität auf plausiblen Kriterien beruhen;
- die radioaktiven Abfälle mit geringer Aktivität durch den Abfallverursacher/Bewilligungsinhaber bis zur Übergabe an den Verwertungsbetrieb unter Kontrolle gehalten werden (Art. 111 Abs. 3 StSV).

4 Zustimmung zur Verwertung radioaktiver Abfälle mit geringer Aktivität in geplanten und bestehenden Expositionssituationen

Eine Verwertung ist insbesondere für leicht kontaminierte oder aktivierte Metalle beim Metallrecycling oder für leicht radioaktive, mineralische Abfälle beim Baustoffrecycling denkbar. Damit eine Verwertung geprüft werden kann, muss sich ein geeigneter Betrieb bereiterklären, die leicht radioaktiven Abfälle zur Verwertung entgegenzunehmen. Antragssteller für eine Zustimmung zur Verwertung radioaktiver Abfälle mit geringer Aktivität,

welche durch das BAG zuhanden des Verwertungsbetriebs erteilt wird, ist in geplanten Expositionssituationen der Abfallverursacher (Ablauf nach Anhang 1a dieser Wegleitung).

Da in bestehenden Expositionssituationen (radioaktive Altlasten) der Abfallverursacher meist unbekannt ist oder nicht über die erforderlichen Strahlenschutzkompetenzen

bzw. eine Bewilligung für den Umgang mit radioaktivem Material verfügt, übernimmt das BAG in diesem Fall die Rolle des Abfallverursachers. (Ablauf nach Anhang 1b dieser Wegleitung).

Der Abfallverursacher muss darlegen, dass die zulässigen Aktivitätskonzentrationen in den Verwertungsprodukten eingehalten werden. Zudem muss er zeigen, dass das Schutzziel der effektiven Dosis für die Bevölkerung unter den gegebenen Umständen erfüllt wird: 10 µSv pro Kalenderjahr bei der durch den Verwertungsprozess bedingten Abgaben radioaktiver Stoffe über das Abwasser und die Abluft. In bestehenden Expositionen oder falls der Abfallverursacher nicht über die dafür erforderlichen Kenntnisse verfügt, übernimmt das BAG diese Aufgabe. Um eine Zustimmung erteilen zu können, müssen spezifische Abklärungen und Berechnungen vorgenommen und beim BAG eingereicht werden. Dabei müssen die Angaben zum Verwertungsprozess, welche durch den Verwertungsbetrieb zur Verfügung gestellt werden müssen, berücksichtigt werden:

- Nachvollziehbare Abschätzung und Begründung, in welche Verwertungsprodukte und -rückstände ein Transfer radioaktiver Stoffe wahrscheinlich ist;
- Berechnung der möglichen Aktivitätskonzentration in den Verwertungsprodukten und -rückständen;
- Berechnungen zum Nachweis, dass das Schutzziel für die effektive Dosis für die Bevölkerung von max. 10 µSv pro Kalenderjahr durch mögliche Abgabe radioaktiver Stoffe über die Abluft oder das Abwasser der Verwertungsanlage gemäss den Rahmenbedingungen nach Anhang 3 dieser Wegleitung eingehalten wird;
- Angaben zur vorgesehenen strahlenschutzkonformen Anlieferung und Zugabe in den Verwertungsprozess.

Das BAG prüft im Einzelfall unter Berücksichtigung der durchgeführten Abklärungen und Berechnungen die Einhaltung der zulässigen Aktivitätskonzentrationen und Immissionen gemäss den Kriterien nach Kapitel 4.1 und 4.2 und verlangt exemplarisch eine Aktivitätsbestimmung der Verwertungsprodukte, der Verwertungsrückstände sowie der Abluft und des Abwassers anlässlich einer Probeverwertung. Gegebenenfalls erteilt das BAG nachfolgend im Einverständnis mit der kantonalen Behörde seine Zustimmung an den Betreiber der Verwertungsanlage zur Annahme und Verwertung der Abfälle. Für die arbeitstechnischen Aspekte zur Annahme und Verwertung ist der Anlagebetreiber zuständig.

4.1 Zustimmungskriterien zur Verwertung radioaktiver Abfälle mit geringer Aktivität aus geplanten Expositionssituationen

Die Zustimmung kann erteilt werden, wenn:

- Die Verwertung nachweislich dem Stand der Technik entspricht;

- die spezifische Aktivität in den Verwertungsprodukten unter Berücksichtigung der **Mittelungsmasse** von Art. 106 Abs. 3 und 4 StSV unterhalb der Befreiungsgrenze LL liegt;
- die spezifische Aktivität der Verwertungsrückstände (z. B. Schlacke, Asche) liegt im Wochenmittel unterhalb der Befreiungsgrenze LL;
- durch mögliche Abgaben radioaktiver Stoffe über die Abluft oder das Abwasser die Dosis für die Bevölkerung von 10 µSv pro Jahr nicht überschritten wird;
- das Personal der Verwertungsanlage bei der Anlieferung und Verwertung der radioaktiven Abfälle keiner relevanten Strahlenexposition ausgesetzt wird und somit nicht als **beruflich strahlenexponiert** bezeichnet werden muss (effektive Dosis kleiner als 1 mSv/Jahr).

4.2 Zustimmungskriterien zur Verwertung radioaktiver Abfälle mit geringer Aktivität aus bestehenden Expositionssituationen

In bestehenden Expositionssituationen ist der Abfallverursacher meist unbekannt. Aus diesem Grund liegt auch keine Bewilligung für die Abgabe radioaktiver Abfälle mit geringer Aktivität an die Umwelt vor, weshalb die Einhaltung der Bewilligungskriterien nach Kapitel 3.2 dieser Wegleitung anlässlich der Erteilung der Zustimmung durch das BAG überprüft wird. Die Zustimmung kann erteilt werden, wenn:

- eine Entsorgung über die üblichen Entsorgungspfade unverhältnismässig wäre und die Verwertung unter Berücksichtigung aller anderen möglichen Optionen gesamthaft für Mensch und Umwelt die beste Lösung darstellt;
- eine Verwertung aufgrund der vorliegenden Aktivitätskonzentration in Frage kommt (bis 10 x LL) und die Charakterisierung des Abfalls und im Wesentlichen die Bestimmung der Aktivität auf plausiblen Kriterien beruhen;
- die Verwertung nachweislich dem Stand der Technik entspricht;
- die spezifische Aktivität in den Verwertungsprodukten unter Berücksichtigung der Mittelungsmasse von Art. 106 Abs. 3 und 4 StSV unterhalb der Befreiungsgrenze LL liegt;
- die spezifische Aktivität der Verwertungsrückstände (z. B. Schlacke, Asche) liegt im Wochenmittel unterhalb der Befreiungsgrenze LL;
- durch mögliche Abgaben radioaktiver Stoffe über die Abluft oder das Abwasser die Dosis für die Bevölkerung von 10 µSv pro Jahr nicht überschritten wird;
- das Personal der Verwertungsanlage bei der Anlieferung und Verwertung der radioaktiven Abfälle keiner relevanten Strahlenexposition ausgesetzt wird und somit nicht als beruflich strahlenexponiert bezeichnet werden muss (effektive Dosis kleiner als 1mSv/Jahr).

5 Bewilligung zur Abgabe radioaktiver Abfälle mit geringer Aktivität an die Umwelt durch eine Verbrennung

Bevor das BAG prüfen kann, ob einer Entsorgung radioaktiver Abfälle aus geplanten Expositionssituationen in einer Verbrennungsanlage zugestimmt werden kann, muss der Abfallverursacher/Bewilligungsinhaber zusätzlich eine Bewilligung gemäss Artikel 9 Buchstabe c StSV zur Abgabe radioaktiver Abfälle an die Umwelt vorweisen können.

Zur Erteilung einer Bewilligung zur Abgabe radioaktiver Stoffe an die Umwelt führt die zuständige Bewilligungsbehörde BAG oder ENSI eine detaillierte Prüfung und Einzelfallbetrachtung der Gesuchsunterlagen nach Kapitel 5.1 dieser Wegleitung durch und beurteilt, ob die Bewilligungskriterien gemäss Kapitel 5.2. erfüllt werden.

5.1 **Bewilligungsgesuch zur Abgabe radioaktiver Abfälle mit geringer Aktivität an die Umwelt durch eine Verbrennung**

Der Abfallverursacher muss folgende Unterlagen an die zuständige Bewilligungsbehörde BAG oder ENSI einreichen:

- Beschreibung und Herkunft der Abfälle;
- nachvollziehbare Begründung, weshalb die Abfälle nicht über die üblichen Entsorgungspfade als radioaktiver Abfall entsorgt werden sollen (Optimierung des Strahlenschutzes, Verhältnismässigkeit; technische und sicherheitstechnische Aspekte, Ressourcenverbrauch). Dieser Nachweis ist im Speziellen für eine Verbrennung von radioaktiven Abfällen erforderlich, welche nicht nur H-3 und C-14 enthalten;
- Spezifikation der radioaktiven Abfälle (spezifische Aktivität, Volumen, Gewicht, Angabe zusätzlich vorhandener Gefahrenstoffe);
- Absichtserklärung einer Verbrennungsanlage, dass diese zur Annahme der Abfälle bereit ist.

5.2 **Bewilligungskriterien zur Abgabe radioaktiver Abfälle mit geringer Aktivität an die Umwelt durch eine Verbrennung**

Für die Erteilung einer Bewilligung für die Verbrennung radioaktiver Abfälle mit geringer Aktivität prüft die zuständige Bewilligungsbehörde BAG (in Zusammenarbeit mit der Aufsichtsbehörde Suva) oder das ENSI im Einzelfall, ob:

- eine stichhaltige und nachvollziehbare Begründung vorliegt, dass eine Entsorgung über die üblichen Entsorgungspfade unverhältnismässig wäre und dass eine Verbrennung unter Berücksichtigung aller anderen möglichen Optionen gesamthaft für Mensch und Umwelt die beste Lösung darstellt;
- die spezifische Aktivität von Abfällen aus geplanten Expositionssituationen mit Ausnahme von C 14 und H-3 100 x LL nicht überschreitet;
- eine Verbrennung aufgrund der vorhandenen absoluten Aktivität der Abfälle in Frage kommt (bis 1000 LA pro Woche) und die Charakterisierung des Abfalls und im Wesentlichen die Bestimmung der Aktivität auf plausiblen Kriterien beruhen;
- die radioaktiven Abfälle mit geringer Aktivität durch den Abfallverursacher/Bewilligungsinhaber bis zur Übergabe an die Verbrennungsanlage unter Kontrolle gehalten werden (Art. 111 Abs. 3 StSV).

6 Zustimmung zur Verbrennung radioaktiver Abfälle mit geringer Aktivität aus bestehenden und geplanten Expositionssituationen

Damit eine Verbrennung geprüft werden kann, muss sich ein geeigneter Betrieb bereiterklären, die leicht radioaktiven Abfälle entgegenzunehmen. Antragssteller für eine Zustimmung zur Verbrennung radioaktiver

Abfälle mit geringer Aktivität, welche durch das BAG zuhanden des Verbrennungsbetriebs erteilt wird, ist in geplanten Expositionssituationen der Abfallverursacher (Ablauf nach Anhang 2a).

Da in bestehenden Expositionssituationen (radioaktive Altlasten) der Abfallverursacher meist unbekannt ist oder dieser nicht über die erforderlichen Strahlenschutzkompetenzen oder eine Bewilligung für den Umgang mit radioaktivem Material verfügt, übernimmt das BAG in diesem Fall die Rolle des Abfallverursachers. (Ablauf nach Anhang 2b dieser Wegleitung).

Der Abfallverursacher muss darlegen, dass die zulässigen Aktivitätskonzentrationen in den Verbrennungsrückständen sowie das Schutzziel für die effektive Dosis für die Bevölkerung von 10 μSv pro Jahr bei der durch den Verbrennungsprozess bedingten Abgaben radioaktiver Stoffe über das Abwasser und die Abluft unter den gegebenen Umständen eingehalten werden können. In bestehenden Expositionssituationen oder falls der Abfallverursacher nicht über die dafür erforderlichen Kenntnisse verfügt, übernimmt das BAG diese Aufgabe. Um eine Zustimmung erteilen zu können, müssen spezifische Abklärungen und Berechnungen vorgenommen und beim BAG eingereicht werden. Dabei müssen die Angaben zum Verbrennungsprozess, welche durch den Betrieb zur Verfügung gestellt werden müssen, berücksichtigt werden:

- Nachvollziehbare Abschätzung und Begründung, in welche Verbrennungsrückstände (Filterasche, Schlacke) ein Transfer radioaktiver Stoffe wahrscheinlich ist;
- Berechnung der möglichen Aktivitätskonzentration im Wochenmittel in den Verbrennungsrückständen;
- Berechnungen zum Nachweis, dass das Schutzziel für die effektive Dosis für die Bevölkerung von max. 10 μSv pro Kalenderjahr durch mögliche Abgabe radioaktiver Stoffe über die Abluft oder das Abwasser der Verbrennungsanlage gemäss den Rahmenbedingungen nach Anhang 3 dieser Wegleitung eingehalten wird;
- Angaben zur strahlenschutzkonformen Anlieferung und Zugabe in den Verbrennungsprozess.

Das BAG prüft im Einzelfall unter Berücksichtigung der durchgeführten Abklärungen und Berechnungen die Einhaltung der zulässigen Aktivitätskonzentrationen und Immissionen gemäss den Kriterien nach Kapitel 6.1 und 6.2 und verlangt exemplarisch eine Aktivitätsbestimmung in den Verbrennungsrückständen, in der Abluft und im Abwasser anlässlich einer Probeverbrennung. Gegebenenfalls erteilt das BAG nachfolgend im Einverständnis mit der kantonalen Behörde seine Zustimmung an den Betreiber der Verbrennungsanlage zur Annahme und Verbrennung der Abfälle. Für die arbeitstechnischen Aspekte zur Annahme und Verbrennung ist der Anlagebetreiber zuständig.

6.1 Zustimmungskriterien zur Verbrennung radioaktiver Abfälle mit geringer Aktivität aus geplanten Expositionssituationen

Die Zustimmung kann erteilt werden, wenn:

- die KVA oder SAVA die Anforderungen der **Abfallverordnung (VVEA)** vom 4. Dezember 2015 erfüllt;
- die Aktivität der Verbrennungsrückstände im Wochenmittel unterhalb der Befreiungsgrenze LL liegt;
- durch mögliche Abgaben radioaktiver Stoffe über die Abluft oder das Abwasser die effektive Dosis für die Bevölkerung von 10 μSv pro Jahr nicht überschritten wird;
- das Personal der Verbrennungsanlage bei der Anlieferung und Verbrennung der radioaktiven Abfälle keiner relevanten Strahlenexposition ausgesetzt wird und somit nicht als beruflich strahlenexponiert bezeichnet werden muss (effektive Dosis kleiner als 1 mSv/Jahr).

6.2 Zustimmungskriterien zur Verbrennung radioaktiver Abfälle mit geringer Aktivität aus bestehenden Expositionssituationen

In bestehenden Expositionssituationen ist der Abfallverursacher meist unbekannt. Aus diesem Grund liegt auch keine Bewilligung für die Abgabe radioaktiver Abfälle mit geringer Aktivität an die Umwelt vor, weshalb die Einhaltung der Bewilligungskriterien nach Kapitel 5.2 dieser Wegleitung anlässlich der Erteilung der Zustimmung durch das BAG überprüft wird. Die Zustimmung kann erteilt werden, wenn:

- eine Entsorgung über die üblichen Entsorgungspfade unverhältnismässig wäre und die Verbrennung unter Berücksichtigung aller anderen möglichen Optionen gesamthaft für Mensch und Umwelt die beste Lösung darstellt;
- eine Verbrennung aufgrund der vorhandenen Abfälle und deren Aktivität in Frage kommt und die Charakterisierung des Abfalls und im Wesentlichen die Bestimmung der Aktivität auf plausiblen Kriterien beruhen;
- die KVA oder SAVA die Anforderungen der Abfallverordnung (VVEA) vom 4. Dezember 2015 erfüllt;
- die Aktivität der Verbrennungsrückstände im Wochenmittel unterhalb der Befreiungsgrenze LL liegt;
- durch mögliche Abgaben radioaktiver Stoffe über die Abluft oder das Abwasser die effektive Dosis für die Bevölkerung von 10 μSv pro Jahr nicht überschritten wird;
- das Personal der Verbrennungsanlage bei der Anlieferung und Verbrennung der radioaktiven Abfälle keiner relevanten Strahlenexposition ausgesetzt wird und somit nicht als beruflich strahlenexponiert bezeichnet werden muss (effektive Dosis kleiner als 1 mSv/Jahr).

7 Entgegennahme der Abfälle zur Verwertung oder Verbrennung

Für die Entgegennahme von radioaktiven Abfällen mit geringer Aktivität muss dem Betreiber der Verwertungs- oder Verbrennungsanlage eine Zustimmung des BAG vorliegen. Um eine Zustimmung erteilen zu können, muss dem BAG auch das Einverständnis der für die Einhaltung des USG zuständigen kantonalen Behörde vorliegen. So wird sichergestellt, dass auch allfällige Anforderungen gemäss USG berücksichtigt werden.

Zum Schutz des involvierten Personals vor möglicher Gefährdung durch radioaktives Material legt das BAG mit der Zustimmung das Vorgehen fest, wie die leicht radioaktiven Abfälle der Verwertung oder der Verbrennung zugeführt werden müssen und beaufsichtigt die Einhaltung der festgelegten Massnahmen. Dabei muss sichergestellt werden, dass die zulässige **Ortsdosis**

zum Schutz des Personals gemäss Artikel 79 StSV resp. die Ortsdosisleistungs-Richtwerte gemäss Anhang 2 der Verordnung des EDI über den Umgang mit radioaktivem Material (UraM) [9] eingehalten werden und sich betroffene Personen vor möglicher Inkorporation schützen. Sofern die Abfälle unmittelbar nach der Anlieferung dem Verwertungs- oder Verbrennungsprozess zugeführt werden, benötigt der Anlagebetreiber nach der Zustimmung des BAG zur Annahme der Abfälle keine Umgangsbewilligung nach Artikel 9 Buchstabe a StSV. Andernfalls muss der Betrieb für die Lagerung der radioaktiven Abfälle vorgängig eine Bewilligung beim BAG beantragen. Für den Transport von radioaktiven Abfällen aus einer Kernanlage zur Verwertungs- oder Verbrennungsanlage ist zusätzlich eine Transportbewilligung des BFE erforderlich.

8 Überwachungsprogramm und Veröffentlichung der Abgaben an die Umwelt

Das BAG überwacht die Radioaktivität in der Umwelt im Rahmen des Probenahme- und Messprogramms (Art. 193 StSV). Werden dabei Konzentrationen von künstlichen Radionukliden in der Umwelt festgestellt, die zu einer effektiven Dosis von mehr als 10 μSv pro Jahr für einen bestimmten Expositionspfad und für Personen aus der Bevölkerung führen können, klärt das BAG die Ursache. Falls erforderlich werden dafür Verwertungsprodukte,

Verwertungsrückstände, Verbrennungsrückstände sowie die Abgaben radioaktiver Stoffe ans Abwasser und an die Abluft aus Verwertungsbetrieben und Kehrlichtverbrennungsanlagen auf erhöhte Radioaktivität überprüft. Die Abgaben radioaktiver Abfälle mit geringer Aktivität an die Umwelt durch Verwertung und Verbrennung werden im Jahresbericht Umweltradioaktivität veröffentlicht.

9 Kontaktadressen der Aufsichts- und Bewilligungsbehörden im Strahlenschutz

Bundesamt für Gesundheit (BAG)

Abteilung Strahlenschutz
3003 Bern
Telefon: 058 462 96 14
E-Mail: str@bag.admin.ch

Suva

Bereich Chemie, Physik & Ergonomie
6002 Luzern
Telefon: 041 419 61 33
E-Mail: physik@suva.ch

Eidg. Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI)

Industriestrasse 19
5200 Brugg
Telefon: 056 460 84 00
E-Mail: info@ensi.ch

10 Referenzen

- [1] BAG-Wegleitung «[Entsorgung von NORM-Abfällen](#)»
- [2] Umweltschutzgesetz (USG, SR 814.01) vom 7. Oktober 1983
- [3] Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung VVEA, SR 814.600) vom 4. Dezember 2015
- [4] Verordnung über den Verkehr mit Abfällen (VeVA, SR 814.610) vom 22. Juni 2005
- [5] Gewässerschutzverordnung (GSchV, SR 814.201) vom 28. Oktober 1998
- [6] Strahlenschutzgesetz (StSG, SR 841.50) vom 22. März 1991
- [7] Kernenergiegesetz (KEG, SR 732.1) vom 21. März 2003
- [8] Strahlenschutzverordnung (StSV, SR 814.501) vom 26. April 2017
- [9] Verordnung über den Umgang mit radioaktivem Material (UraM, SR 814.554) vom 26. April 2017

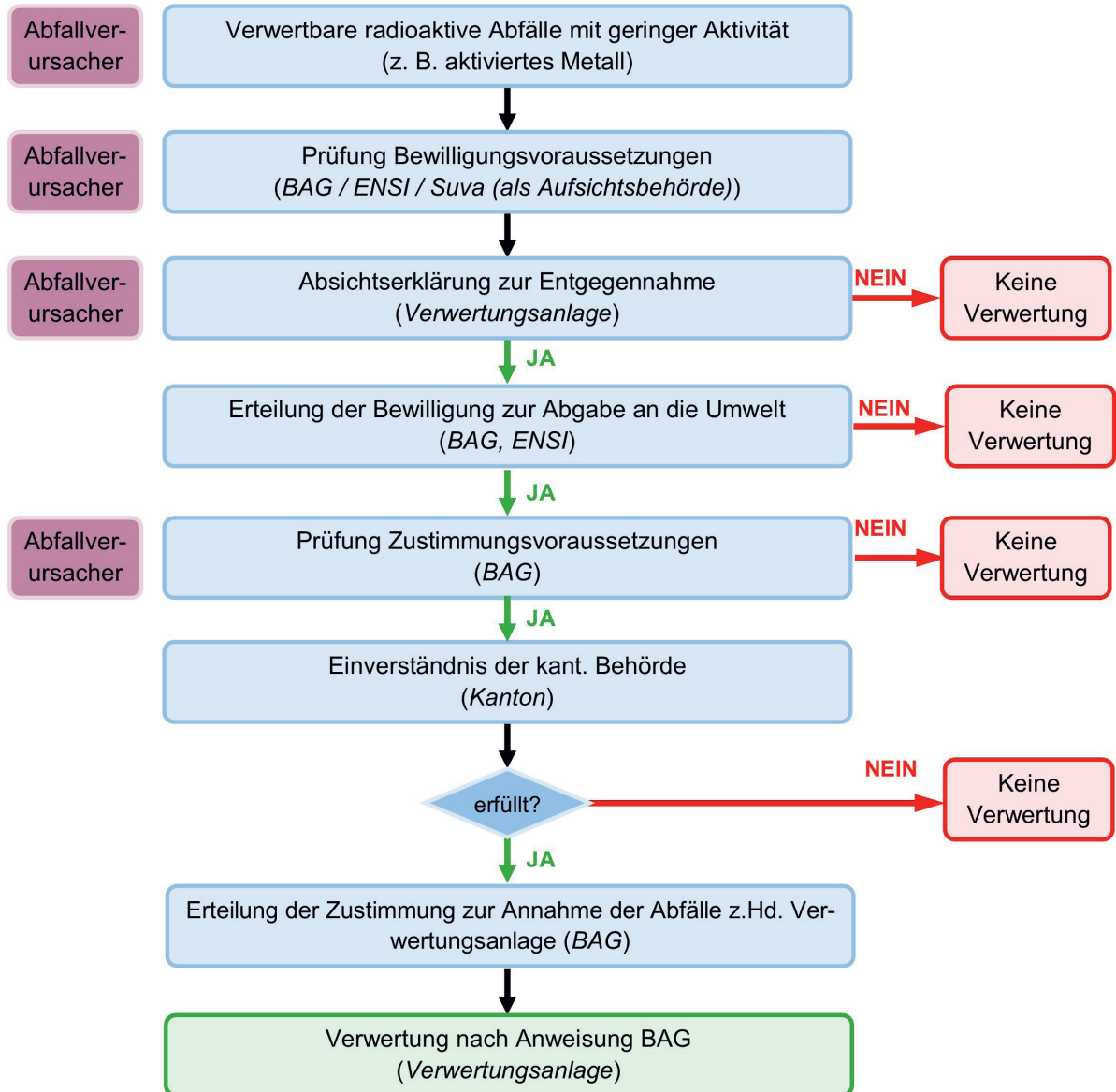
11 Glossar

Atomgesetzgebung	Mit der Atomgesetzgebung ist die Kernenergiegesetzgebung gemeint. Das Atomgesetz ist vollständig aufgehoben und durch das Kernenergiegesetz vom 21. März 2003 (KEG, SR 732.1) ersetzt worden.
Beruflich strahlenexponiert	Als beruflich strahlenexponiert gelten Personen, welche durch ihre berufliche Tätigkeit einen Dosisgrenzwert für Personen aus der Bevölkerung von 1 mSv pro Jahr überschreiten können. Für den bewilligungspflichtigen Umgang mit ionisierender Strahlung ist beruflich strahlenexponiertes Personal erforderlich, welches für diese Tätigkeit im Strahlenschutz ausgebildet ist und dosimetriert wird.
Bewilligung	Die Bewilligung für die Abgabe von leicht radioaktiven Abfällen an die Umwelt berechtigt den Abfallverursacher, diese unter Einhaltung der festgelegten Auflagen an eine Verwertungs- oder Verbrennungsanlage zur Entsorgung abzugeben.
Bewilligungsinhaber	Der Bewilligungsinhaber für die Abgabe leicht radioaktiver Abfälle an die Umwelt ist in geplanten Expositionssituationen der Abfallverursacher
Ortsdosis	Mess-Äquivalentdosis, gemessen an einem bestimmten Ort. Als Ortsdosis gelten die Grössen Umgebungs-Äquivalentdosis $H^*(10)$ und Richtungs-Äquivalentdosis $H'(d, \Omega)$.
GSchV	Gewässerschutzverordnung
Kernenergiegesetzgebung	Kernenergiegesetz und Kernenergieverordnung
LA	Bewilligungsgrenze gemäss Anhang 3 Spalte 10 der Strahlenschutzverordnung StSV. Ab der nuklidspezifischen Aktivität der Bewilligungsgrenze unterliegt der Umgang mit radioaktivem Material der Bewilligungspflicht
LL	Befreiungsgrenze gemäss Anhang 3, Spalte 9 der Strahlenschutzverordnung. Abfälle mit einer spezifischen Aktivität unterhalb der Befreiungsgrenze LL können wie herkömmliche, nichtradioaktive Abfälle entsorgt werden
Mittelungsmasse	Zur Sicherstellung, dass die Befreiungsgrenze LL in Verwertungsprodukten eingehalten wird, muss bei der Bestimmung der Aktivität gemäss Art. 106 StSV gemittelt werden
StSG	Strahlenschutzgesetz
StSV	Strahlenschutzverordnung
USG	Umweltschutzgesetz
Verbrennung	Verbrennung ist in dieser Wegleitung mit dem Begriff thermische Behandlung gemäss VVEA gleichgesetzt.
Verhältnismässigkeit	Die Beurteilung der Verhältnismässigkeit des BAG oder ENSI erfolgt nach einem Kriterienkatalog, welcher u.a. folgende Kriterien enthalten kann (nicht abschliessende Aufzählung: Ökologie, Ökonomie, technische und sicherheitstechnische Aspekte, Schutz vor ionisierender Strahlung von Mitarbeitenden und der Bevölkerung, Ressourcenverbrauch)
VVEA	Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen
VeVA	Verordnung über den Verkehr mit Abfällen
Zustimmung	Mit der Zustimmung (Verfügung des BAG) wird der Anlagebetreiber berechtigt, leicht radioaktive Abfälle unter Einhaltung der festgelegten Auflagen zur Verwertung/Verbrennung entgegenzunehmen

Anhang 1a

Ablauf zur Verwertung radioaktiver Abfälle mit geringer Aktivität aus geplanten Expositionssituationen (bewilligte Tätigkeiten)

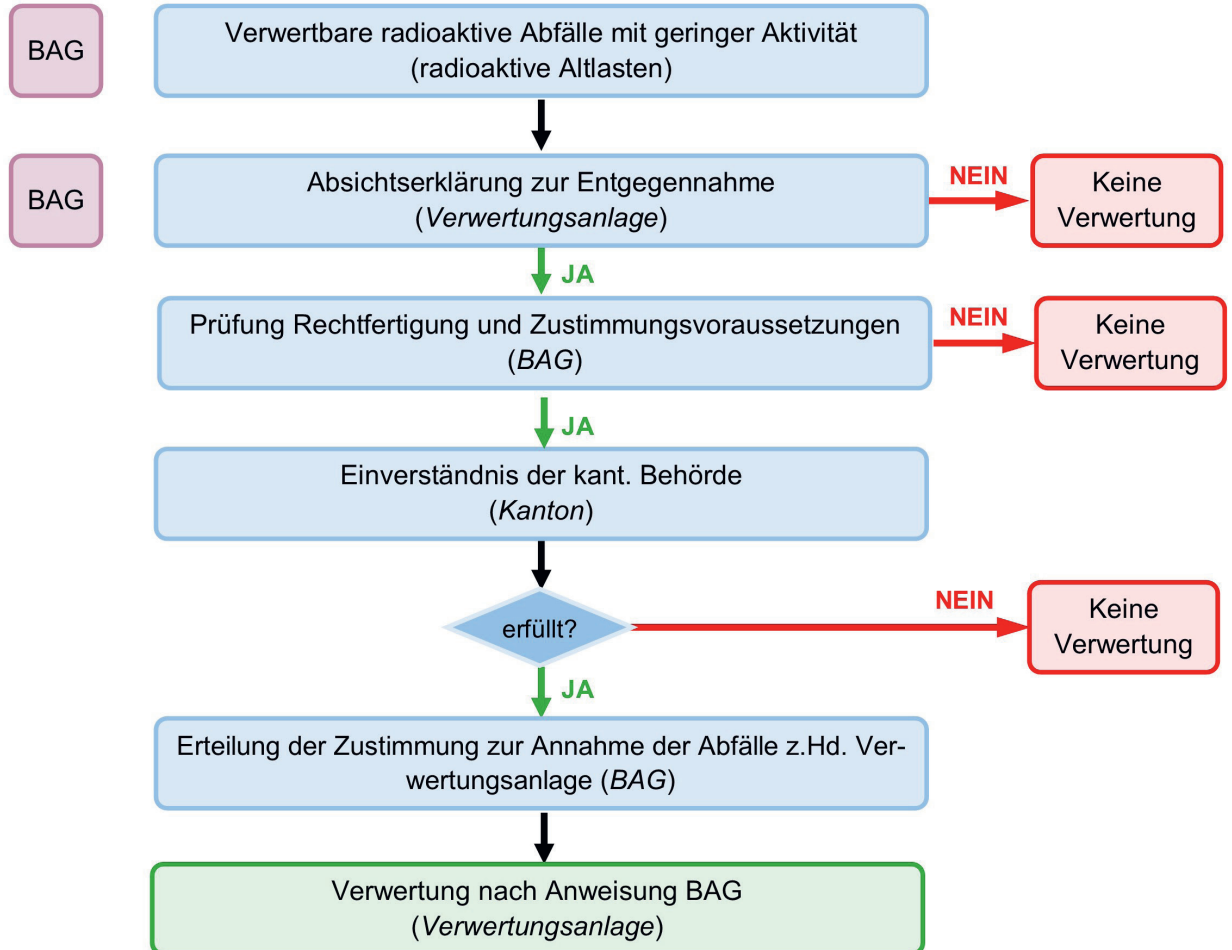
Auftraggeber



Anhang 1b

Ablauf zur Verwertung radioaktiver Abfälle mit geringer Aktivität aus bestehender Expositionssituation (radioaktive Altlast)

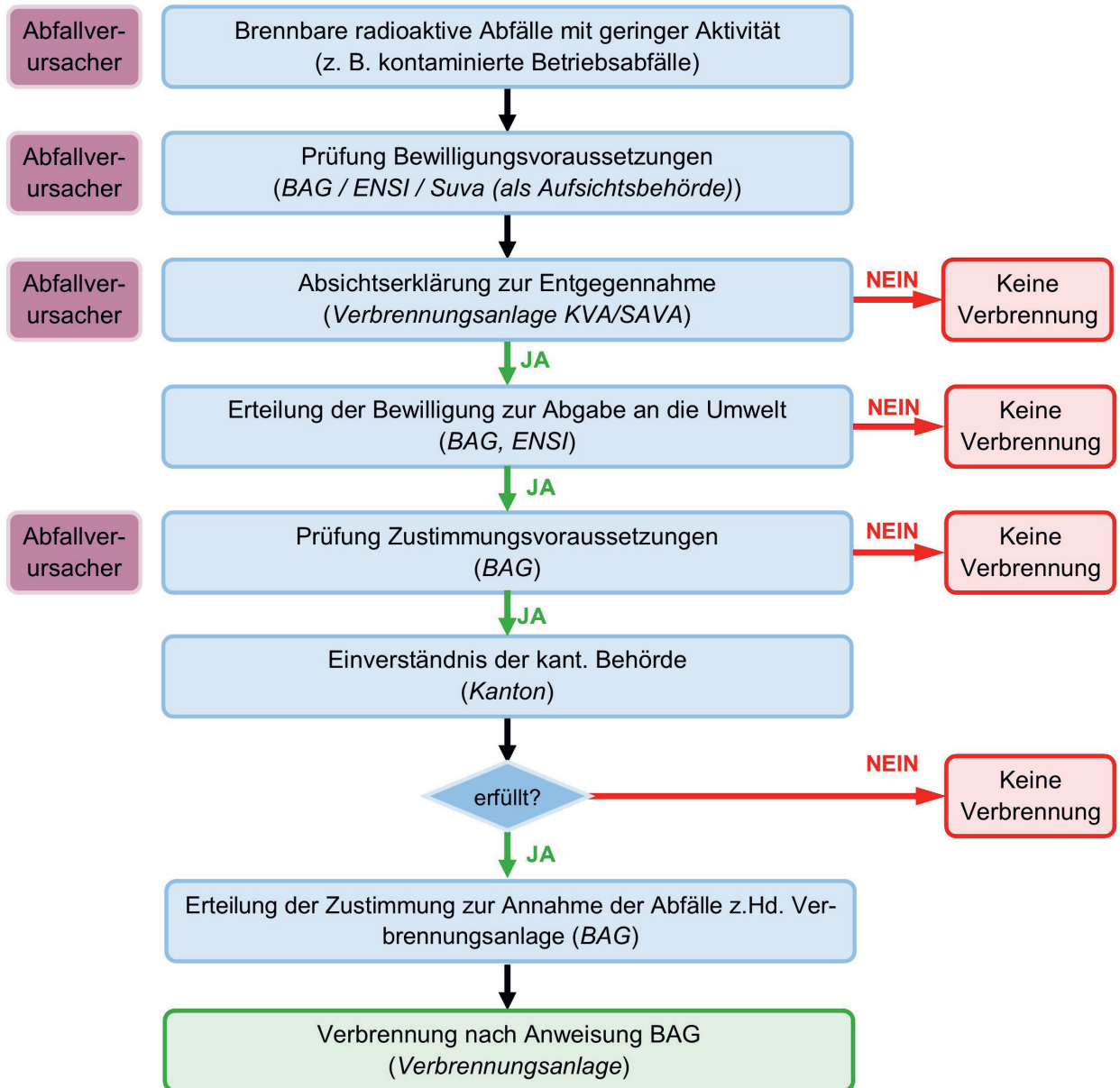
Auftraggeber



Anhang 2a

Ablauf zur Verbrennung radioaktiver Abfälle mit geringer Aktivität aus geplanten Expositionssituationen (bewilligte Tätigkeiten)

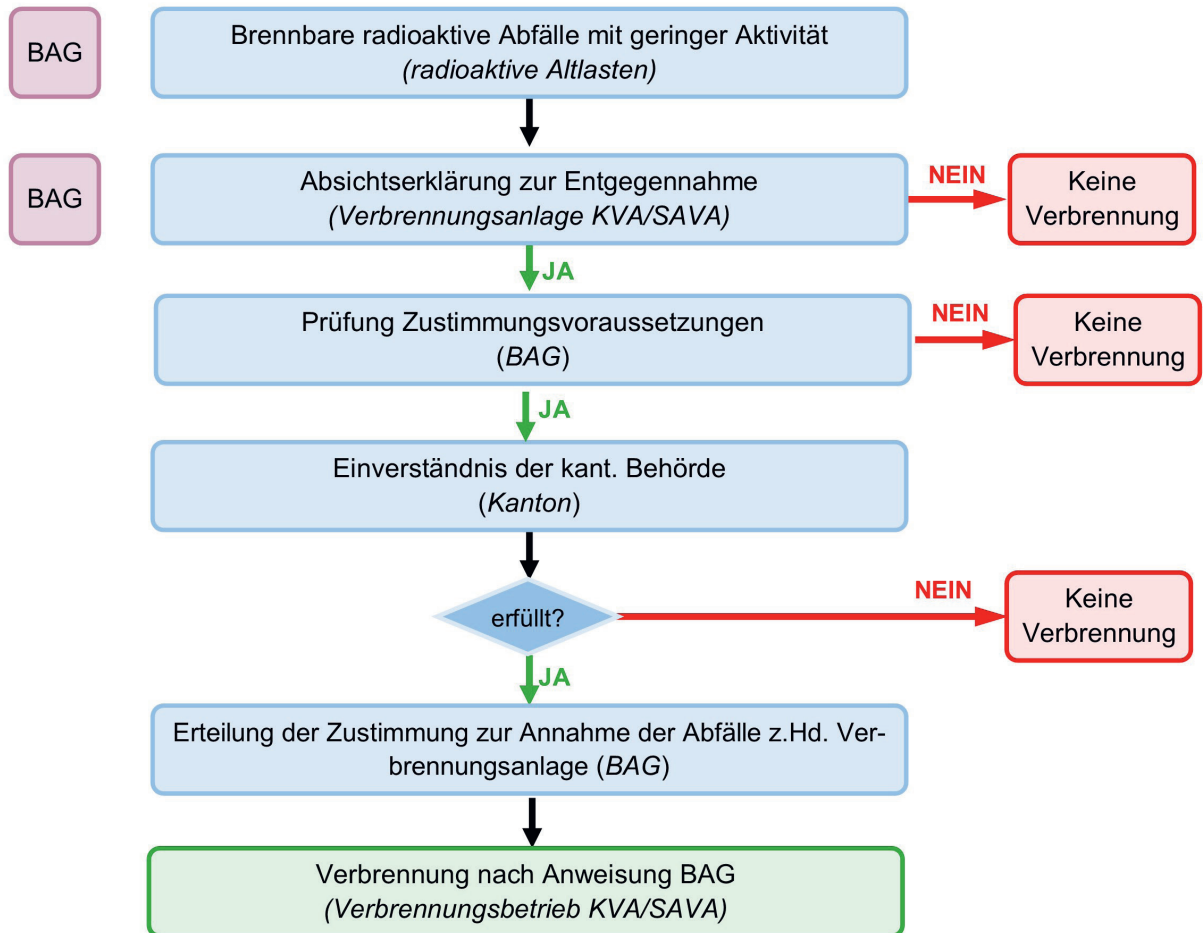
Auftraggeber



Anhang 2b

Ablauf zur Verbrennung radioaktiver Abfälle mit geringer Aktivität aus bestehender Expositionssituation (radioaktive Altlast)

Auftraggeber



Anhang 3

Berechnungsmethoden

1. Berechnungsmethode der effektiven Dosis für die Bevölkerung bei einer Abgabe von radioaktivem Material über die Abluft einer Verwertungs- oder Verbrennungsanlage

Zur Berechnung der möglichen Dosis für die Bevölkerung nach einer Abgabe von radioaktiven Stoffen aus dem Abluftkamin einer Verwertungs- oder Verbrennungsanlage werden konservative Annahmen getroffen. Die Dispersion nach einer Abgabe aus dem Abluftkamin wird nach den Luftdispersionsmodellen der ENSI-Richtlinie G-14 unter Berücksichtigung folgender Parameter berechnet:

- jährliche Statistik der durchschnittlichen Winde (Geschwindigkeit und Richtung);
- jährliche Statistik der Niederschläge über ein Jahr;
- Höhe des Abluftkamins;
- Durchmesser des Abluftkamins;
- Austrittsgeschwindigkeit der Luft aus dem Abluftkamin;
- Entfernung einer betroffenen Person aus der Bevölkerung vom Abgabepunkt.

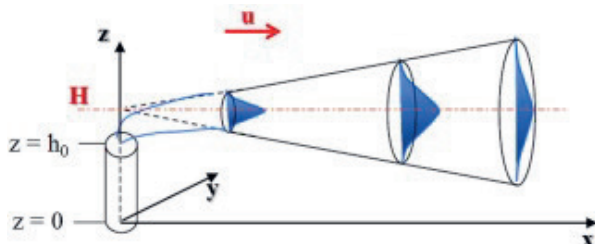


Abbildung A3-1: Schematische Darstellung der verwendeten Parametern für die Ausbreitungsberechnungen.

Für die Abschätzung der Dosis für die Bevölkerung wird die maximal zur Verwertung oder Verbrennung zugelassene Aktivität pro Jahr zugrunde gelegt.

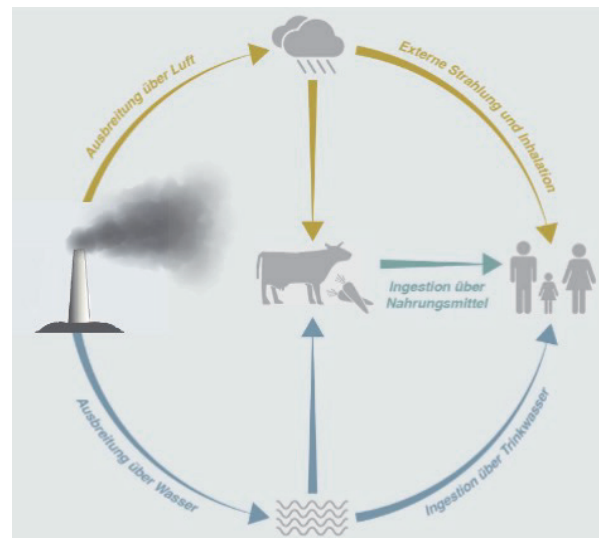


Abbildung A3-2: Expositionspfade für die Berechnungen der effektiven Dosis der Bevölkerung (Vorlage aus ENSI-Richtlinie G-14).

Für die Dosisabschätzung müssen sämtliche Expositionspfade berücksichtigt werden: direkte Exposition durch die radioaktive Wolke sowie durch Partikel, die auf dem Boden deponiert werden, Exposition durch Inhalation kontaminierter Atemluft sowie durch Ingestion kontaminierter Lebensmittel (Fleisch, Milch, Gemüse, Fisch usw.) und Trinkwasser.

2. Berechnung der effektiven Dosis für die Bevölkerung bei einer Abgabe von radioaktivem Material über das Abwasser einer Verwertungs- oder Verbrennungsanlage

Nach einer Verwertung oder Verbrennung leicht radioaktiver Abfälle gelangen möglicherweise Radionuklide ins Betriebsabwasser. Um die effektive Dosis für die Bevölkerung zu berechnen, muss die mögliche Aktivitätskonzentration in öffentlich zugänglichen Gewässern abgeschätzt werden, da diese zu einer Exposition der Bevölkerung führen kann. Für die Berechnung sind die nachfolgenden Parameter massgebend:

- jährliches Abwasservolumen aus der Verwertung oder Verbrennung des Betriebs bei einer direkten Abgabe an ein öffentlich zugängliches Gewässer;
- jährliches Gesamtabwasservolumen aus der Verwertung oder Verbrennung des Betriebs vor der

Abgabe an einen Vorfluter und weiterer inaktiver Abwässer bis zur Abgabe an ein öffentlich zugängliches Gewässer;

- jährliche nuklidspezifische Aktivität, welche zur Verwertung/Verbrennung zugelassen ist;
- nuklidspezifischer Dosisfaktor für die Ingestion (eing) (Anhang 3 StSV);
- durchschnittlicher Trinkwasserkonsum einer erwachsenen Person (650 l pro Jahr).

Die mögliche Dosis für eine Einzelperson der Bevölkerung berechnet sich wie folgt:

$$\text{eff. Dosis in Sv} = \frac{\text{verbrannte, verwertete Aktivität pro Jahr in Bq} \times \text{Trinkwasserkonsum pro Jahr in lt} \times e_{\text{ing}} \text{ in Sv/Bq}}{\text{jährliches Abwasservolumen in lt}}$$