



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI

# **Entsorgungsmöglichkeiten bei schwachradioaktiven Abfällen: ein Erfahrungsbericht des ENSI**

März 2025

R. Lüscher  
ENSI



# Die Geschichte der Abgabe an die Umwelt

Die «neue» StSV (26. April 2017) erlaubt die Abgabe an die Umwelt:

Art. 111 StSV – Grundsätze:

- 1 Als Abgabe an die Umwelt gelten insbesondere die Ablagerung auf einer Deponie, die Entsorgung im Hausmüll, die Abgabe über Abluft und Abwasser, die Verbrennung, die Verwertung oder die Abgabe an eine Recyclingstelle.
- 2 Es dürfen nur radioaktive Abfälle mit geringer Aktivität an die Umwelt abgegeben werden

Die «alte» StSV (22. Juni 1994) erlaubte es teils auch schon:

Art. 82 StSV – Abgabe fester Abfälle

- 1 Feste radioaktive Abfälle mit spezifischen Aktivitäten von höchstens der hundertfachen Freigrenze (LE) ...

Art. 83 StSV – Verbrennung von Abfällen in Betrieben

- 3 Die wöchentlich zur Verbrennung zugelassene Aktivität darf die tausendfache Bewilligungsgrenze [LA] ...

Dies kam jedoch bis Ende 2017 fast nie zur Anwendung



# Entsorgungspfade für Abfälle aus Kernanlagen

## Vorrang der Entsorgungspfade – gemäss ENSI Juristen

Befreiung (Art. 106 StSV)



Abgabe an die Umwelt (Art. 114, 115, 116 StSV – Ablagerung, Verwertung, Verwertung)



- Nach Abgabe: Befreit (Art. 105 StSV)

Abklinglagerung (Art. 117 StSV)



Nach Abklingzeit:

- Befreit (Art. 106) oder
- Verwertet (Art. 115)

Andere Pfade sind nicht vorgesehen

Als radioaktiver Abfall zu entsorgen (Art. 54 KEV)



# Kriterien für Entsorgungspfade

Art. 106 StSV  
(Befreiung)

Befreiungskriterien

Mittelungsmasse  
Standard:  
100 kg

Erhöhte Mittelungsmasse

Art. 106 Abs. 4 Bst. a  
Richtlinie ENSI-B04

Verbrennung/Einschmelzen:  
300 kg

Deponie:  
1'000 kg

Art. 114 StSV  
(Ablagerung)

< 100 LL

Entweder

Folgedosis < 10  $\mu$ Sv/a

Oder

< LL über die gesamte Deponie gerechnet

Wegleitung des EDI

< AGW (Ablagerungs-Obergrenzen)

Abklingdauer < 100 Jahren

< 0,5% des finalen Typ-E Kompartiment-Volumens in der Deponie

Art. 116 StSV  
(Verbrennung)

< 1000 LA pro Woche

< LL für Verbrennungsrückstände

Radionuklide: H-3 und C-14

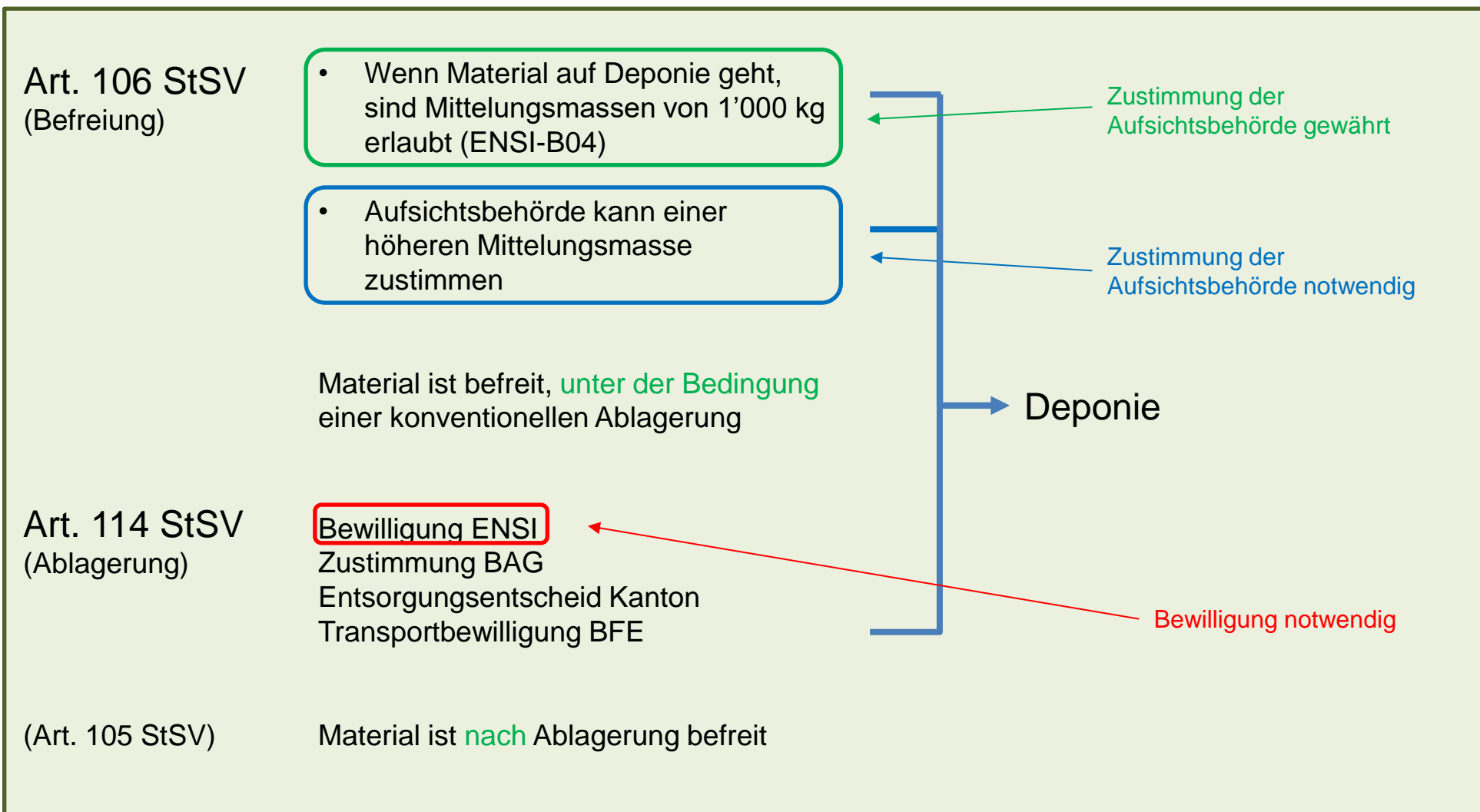
Bewilligungsbehörde kann Verbrennung anderer Nuklide zustimmen

LL: limite de libération =  
Befreiungsgrenze [Bq/g]

LA: limite d'autorisation =  
Bewilligungsgrenze [Bq]



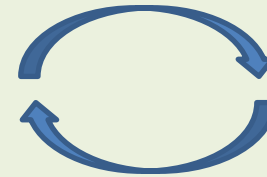
# Entsorgungspfade für die Deponie





# Wegleitung zu Art. 114 StSV (Ablagerung)

- Absichtserklärung von Deponie und Kanton  
↓
- Bewilligung des ENSI für Abgabe an Umwelt  
↓
- Zustimmung des BAG zur Ablagerung  
↓
- Da es sich bis zur Ablagerung um **radioaktive Abfälle nach KEG/KEV** und nicht um radioaktives Material nach StSV handelt:  
Transportbewilligung des BFE  
↓
- Entsorgungsentscheid des Kantons



Zusatzschleife:  
Stellungnahme des  
ENSI



# Wegleitung zu Art. 114 StSV (Ablagerung)

- Absichtserklärung von Deponie und Kanton



- Bewilligung des ENSI für Abgabe an Umwelt



- Zustimmung des BAG zur Ablagerung



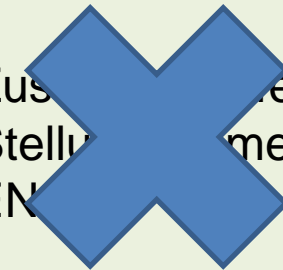
- Da es sich bis zur Ablagerung um **radioaktive Abfälle nach KEG/KEV** und nicht um radioaktive Material nach StSV handelt:  
Transportbewilligung des ~~ENS~~ **ENS**



- Entsorgungsentscheid des Kantons

Vereinfachung durch  
Anpassungen/Revision  
der KEV?

Zusätzliche:  
Stellungnahme des  
EN





# Wegleitung zu Art. 114 StSV (2)

Bewilligungsantrag muss beinhalten:

- **Beschreibung** der Abfälle, Herkunft;
- Stichhaltige und nachvollziehbare **Begründung** für diesen Entsorgungspfade (Optimierung des Strahlenschutzes, Verhältnismässigkeit, technische und sicherheitstechnische Aspekte);
- Abklärungen **alternativer** Entsorgungswege;
- **Spezifikation** der radioaktiven Abfälle (**spezifische Aktivität**, Volumen, Gewicht);
- Angabe zusätzlich vorhandener **Gefahrenstoffe**;
- Angabe zur Art und Weise, wie die radioaktiven Abfälle mit geringer Aktivität **bis zur Übergabe an die Deponie unter Kontrolle** des Abfallverursachers stehen (Art. 111 Abs. 3 StSV).





# Wegleitung zu Art. 114 StSV (3)

Radiologische Kriterien :

- nur relativ kurzlebige Nuklide

Einhaltung der Befreiungskriterien (Art. 106 StSV) innert 100 a

- Spezifische Aktivität < Ablagerungs-Obergrenzen AGW

AGW werden nach Anhang 4 der Wegleitung berechnet

$$AGW_i = \left\{ \left( \frac{IG_{GW,i}}{30} \right) \cdot VF_{Mat-TW} \right\}$$

$$\left( \frac{IG_{GW,i}}{30} \right)$$

Immissionsgrenzwert für  
Oberflächengewässer gem.  
Anhang 7 der StSV in Bq/l  
 $VF_{Mat-TW}$  Verdünnungsfaktor zwischen  
Material und Trinkwasser in l/kg

**Faktor 30:** Für die Berücksichtigung der Radiotoxizität wird in der obigen Formel der Immissionsgrenzwert  $IG_{GW}$  der StSV verwendet und auf  $10 \mu Sv/a$  umgerechnet



# Wegleitung zu Art. 114 StSV (4)

**Tabelle A4-1** AGW für verschiedene Radionuklide

Nuklid	LL [Bq/kg]	AGW [Bq/kg]	AGW/LL
Mn-54	100	10 000	100
Co-58	1 000	9 000	9
Co-60	100	1 000	10
Cs-134	100	800	8
Cs-137	100	1 000	10
Ba-133	100	3 000	30
Eu-152	100	5 000	50
Eu-154	100	3 000	30

Die Wegleitung ist für viele Nuklide strenger als Art. 114 StSV (i. e. als 100 LL)



# Ablagerung auf eine Deponie

Erste Beispiele:

KKM:

Betonblöcke

2 Methoden angewendet:

- Art. 106, mit erhöhter Mittelungsmasse (auf den ganzen Block)
- Art. 114, Bewilligung für Abgabe an die Umwelt

Aus BAG-Bericht:

Ausgangsmessung und Begleitung der ersten Ablagerung [...] aus dem KKM

Dosisleistung (DL) über dem vorbereiteten Ablagerungsstandort:	60 nSv/h
DL direkt auf dem Betonblock:	65 nSv/h



Abb. 2: Ablagerung Betonblock A 1.01



# Art. 114 StSV (Ablagerung) in der Praxis



Quelle: Deponie Teuftal AG





# Wegleitung zu Art. 115/116 StSV (Verwertung, Verbrennung)

- Absichtserklärung von **Verwertungsanlage/KVA\*-Betreiber** und ~~Kanton~~



- Bewilligung des ENSI für Abgabe an Umwelt



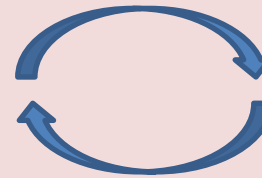
- Zustimmung des BAG zur **Verwertung/Verbrennung**



- Da es sich bis zur **Verwertungsanlage/KVA\*** um **radioaktive Abfälle nach KEG/KEV** und nicht um radioaktives Material nach StSV handelt: Transportbewilligung des BFE



- Entsorgungsentscheid des Kantons



Zusatzschleife:  
Stellungnahme des  
ENSI

\* KVA = Kericht- bzw.  
Mühlverbrennungsanlagen



# Wegleitung zu Art. 115/116 StSV (Verwertung, Verbrennung)

- Absichtserklärung von Verwertungsanlage/KVA-Betreiber



- Bewilligung des ENSI für Abgabe an Umwelt



- Zustimmung des BAG zur Verwertung/Verbrennung



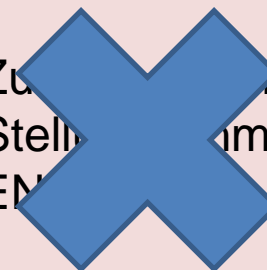
- Da es sich bis zur Verwertungsanlage/KVA um radioaktive Abfälle nach KEG/KEV und nicht um radioaktives Material nach StSV handelt: Transportbewilligung des BAG ~~ENS~~ ENSI



- Entsorgungsentscheid des Kantons

Vereinfachung durch Anpassungen/Revision der KEV?

Zu ... ie:  
Stell ... me des  
EN





# Der (wiederkehrende) Prozess in der Realität

- Absichtserklärung von KVA-Betreiber  
↓
- Erste Bewilligung des Jahres des ENSI für Abgabe an Umwelt  
↓
- Zustimmung des BAG zur Verbrennung für das ganze Jahr gültig (mit Auflagen)  
↓
- Transportbewilligung des BFE für das ganze Jahr gültig (mit Auflagen)  
↓
- Entsorgungsentscheid des Kantons für das ganze Jahr gültig (mit Auflagen)  
↓
- **Bewilligung des ENSI für Abgabe an Umwelt für jede weitere Charge**





# Wegleitung zu Art. 115/116 StSV (2)

## Art. 115 StSV (Verwertung)

Kriterien:

- Material: **spezifische Aktivität** < 10 LL
- **Nach Verwertung** anfallendes Material: spezifische Aktivität < 1 LL

### Wegleitung

- Nach Verwertung **anfallende Rückstände** (Schlacke etc.) < 1 LL (**Wochenmittel**)
- Dosis an Bevölkerung < 10  $\mu\text{Sv/a}$

Welches Material: hauptsächlich **Metall, Beton**

Noch keine praktischen Beispiele





# Wegleitung zu Art. 115/116 StSV (3)

## Art. 116 StSV (Verbrennung)

Kriterien:

- Material: **absolute Aktivität** < 1000 LA/w
- Verbrennungsrückstände: spezifische Aktivität < 1 LL (**Wochenmittel**)
- Nuklide: **C-14, H-3**. In begründeten Fällen, Zustimmung für andere Nuklide

### Wegleitung

- Material: **spezifische Aktivität** < 100 LL
- Dosis an Bevölkerung < 10 µSv/a
- KVA erfüllt Anforderungen der **Abfallverordnung (VVEA)**

Welches Material: hauptsächlich **organisches und Verpackungsmaterial**



# Art. 116 StSV (Verbrennung) in der Praxis

Resultate aus Pilotversuch:  
Probenahme in KVA

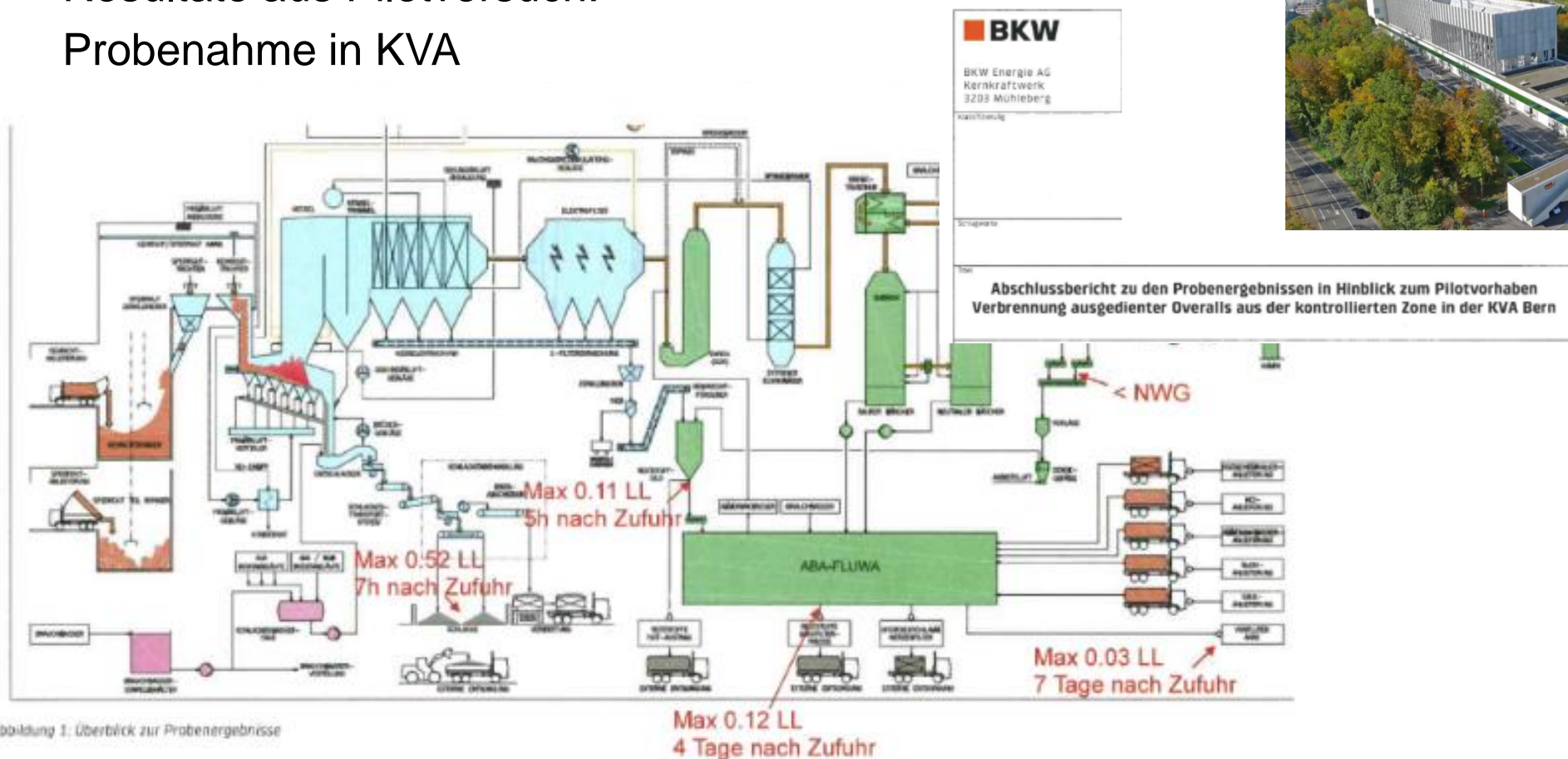


Abbildung 1: Überblick zur Probenergebnisse



Quelle: ewb



# Schlussfolgerungen

- Die StSV erlaubt die Abgabe an die Umwelt von Abfällen mit geringer Aktivitäten
- Die Wegleitungen wurden in 2022 (Art. 114 StSV) und 2024 (Art. 115 und 116 StSV) fertiggestellt
- Erste Erfahrungen mit dem (aufwendigen) Prozess



# Art. 114 und 116 StSV in der Praxis

An die Umwelt abgegebene schwach radioaktive Abfälle aus Kernanlagen:

2024	Masse	Aktivität
Art. 114 StSV (Ablagerung)	336 t	5,61e7 Bq (ca. 0,86 AGW)
Art. 116 StSV (Verbrennung)	16,4 t	3,62e7 Bq (ca. 135 LA)



Für mehr Informationen besuchen Sie uns auf:



[www.ensi.ch](http://www.ensi.ch)  
[www.ifs.ch](http://www.ifs.ch)



LinkedIn (<https://ch.linkedin.com/company/ensi>)



X ([https://twitter.com/ENSI\\_CH](https://twitter.com/ENSI_CH))

X ([https://twitter.com/IFSN\\_CH](https://twitter.com/IFSN_CH))



# Basis der Grenzwerte

- LL: IAEA Safety Guide RS-G-1.7, IAEA SRS No. 44
- «**realistische**» Szenarien, verglichen mit **10  $\mu\text{Sv/a}$**
  - «unwahrscheinliche» Szenarien, verglichen mit 1 mSv/a

Ablagerung:

Art. 114: 100 x LL

Wegleitung: AGW: basiert auf  **$\text{IG}_{\text{GW}}$**  und **10  $\mu\text{Sv/a}$**

Vergleich (Beispiel Co-60 in Bq/g):

Deponie nach StSV (CH)			Deponie nach StrlSchV (D)			
LL	Art. 114 (100 x LL)	AGW	Freigrenze	Bauschutt mehr als 1e3 t/a	Feste Stoffe bis zu 1e2 t/a	Feste Stoffe bis zu 1e3 t/a
0.1	10	1	0.1	0.09	6	2

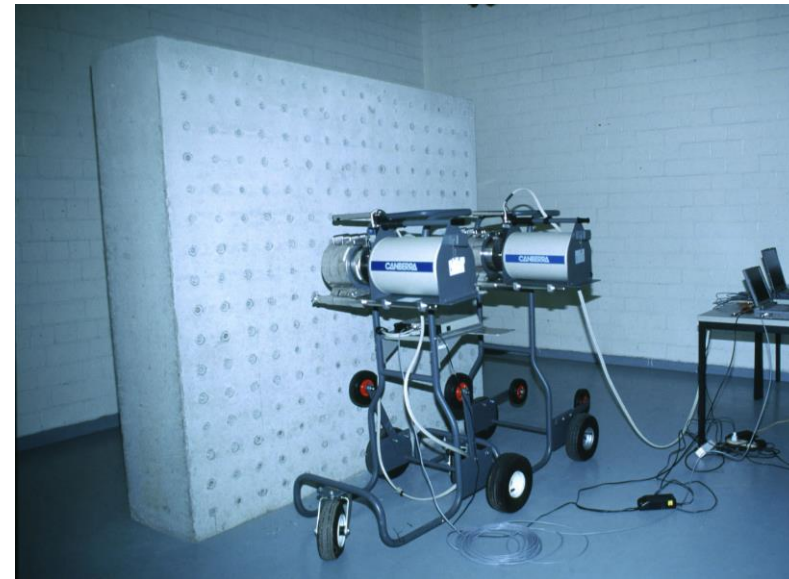
Spezifische  
Freigabe



# Messsysteme für Frei-/Entscheidungsmessverfahren



Quelle: Mirion



Quelle: Uni Regensburg



# Frei-/Entscheidungsmessverfahren

Das Messverfahren für die Befreiung bzw. Abgabe an die Umwelt von Materialien ist:

- Nicht freigabepflichtig unter der Stilllegungsverfügung oder einer phasen-spezifischen Freigabe, aber ...
- ... **freigabepflichtig** unter der Richtlinie ENSI-B04 bzw. ENSI-G13:
  - mittels In-Situ-Gammaspektrometrie
  - mittels Gesamt-Gamme-Freimessanlagen (FMA)
- Die Freigabe bezieht sich auf das **Messverfahren** mittels gegebener Messsystem, nicht auf das Messsystem selbst. Das kann z. B. vorgängige Messungen mit Handmessgeräten einschliessen.





# Gesamt-Gamma-Freimessanlagen

## Freigabekriterien:

- Das Messverfahren ist in einem QM-Dokument dokumentiert
- Das Ziel des Verfahrens ist eindeutig beschrieben und abgegrenzt
- Verantwortlichkeiten sind definiert
- Die Verantwortlichen haben nachweislich passende Ausbildung und Erfahrung
- Die FMA entspricht dem Stand der Technik
- Der Standort ist passend
- Dokumentierte Kalibrierung und Validierung
- Unsicherheiten sind bekannt und werden berücksichtigt
- Eine periodische Funktionsprüfung ist definiert



# In-Situ-Gammaspectroscopie

## Freigabekriterien:

- Das Messverfahren ist in einem QM-Dokument dokumentiert
- Das Ziel des Verfahrens ist eindeutig beschrieben und abgegrenzt
- Verantwortlichkeiten sind definiert
- Die Verantwortlichen haben nachweislich passende Ausbildung und Erfahrung
- Das Messsystem entspricht dem Stand der Technik
- Kriterien zur Auswahl eines passenden Messortes (Messsystem ist mobil)
- Dokumentierte Kalibrier- und Validierverfahren
- Unsicherheiten sind bekannt und werden berücksichtigt
- Eine periodische Funktionsprüfung ist definiert
- Definierter Dokumentierungsprozess bei Freimessungen von komplexer Geometrie