

Baumaßnahmen, bei denen radioaktive Rückstände angetroffen werden - Hinweise zur Untersuchung und Erkundung

Die Forderung in der Strahlenschutzverordnung nach repräsentativen Werten (Anlage 5 StrlSchV) zu Beurteilung verlangt nach einer realistischen und gleichzeitig ausreichend konservativen Ermittlung der spezifischen Aktivitäten der zu beurteilenden Materialien. Die methodische Vorgehensweise zur Prüfung der Einhaltung der Überwachungsgrenzen ist in der Empfehlung der Strahlenschutzkommission [„Grundsätze und Methoden zur Berücksichtigung von statistischen Unsicherheiten für die Ermittlung repräsentativer Werte der spezifischen Aktivität von Rückständen“](#) dargelegt.

Die Repräsentativität ist ausreichend, wenn mit einer untersuchten Stichprobe eindeutig entschieden werden kann, ob die Beurteilungskriterien (z. B. die Überwachungsgrenze) eingehalten werden können.

Insbesondere für kleine Mengen und Materialien mit großer Heterogenität wird in der Erläuterung zur SSK-Empfehlung auf Einschränkungen bei der Anwendbarkeit der Vorgehensweise verwiesen. Deshalb wurden für diese Fälle im Rahmen einer Studie [„Radioaktive Stoffe bei Baumaßnahmen“](#), welche vom LfULG beauftragt wurde, Empfehlungen für die verschiedenen Baumaßnahmen für Untersuchungen und Probenzahlen erarbeitet. Diese orientieren sich u. a. an bestehenden Vorgaben aus dem Bereich der Bewertung von konventionellen Altlasten und der Baugrundbewertung.

Empfehlung der Probenzahl zur Bestimmung der repräsentativen spezifischen Aktivität

Charge	Heterogenität niedrig			Heterogenität hoch		
	Anzahl Einzelproben (EP)	Anzahl Mischproben (MP)	Anzahl Laborproben (LP)	Anzahl Einzelproben (EP)	Anzahl Mischproben (MP)	Anzahl Laborproben (LP)
≤100	6	-	6	10	-	10
≤600 pro 100	8-10	2	2	12	3	3
z. B. für 600	48	12	12	72	18	18
>600 pro weitere 300	4-12 (4 pro 100 m³)	1	1	4-12 (4 pro 100 m³)	3 (1 pro 100 m³)	3
z. B. 1500	60 = (48 + 12)	15 = (12 + 3)	15	108 = (72 + 36)	27 = (18 + 9)	27

Richtwerte für Abstände von Aufschlüssen und Erkundungstiefen nach DIN EN1997-2 Eurocode 7: Anlage B.3

Bauwerksart	Aufschlussabstand	Gründungsart/Bauwerk	Aufschlusstiefe
Hochbau, Ingenieurbauten (Wohnhaus, Industriehalle)	15-40 m	Fundament	≥ 6,0 m bzw. ≥ 3,0 x kürzere Seite der Gründung
		Plattengründung	≥ 1,5 x kleinere Bauwerksseitenlänge
		Pfahlgründung	≥ 5,0 m bzw. ≥ 3 x Pfahldurchmesser bzw. ≥ 5,0 x kürzere Seite des umschließenden Rechtecks einer Pfahlgruppe
Flächenbauwerk	<60 m	Parkplatz- und Lagerflächen, Flugplätze	≥ 2,0 m unter Aushubsohle
Linienbauwerk	20-200 m	Straßen	≥ 2,0 m
		Gräben	≥ 2,0 m x Grabenbreite
		Dämme	≥ 0,8 bis 1,2 x Dammhöhe oder ≥ 6,0 m
		Einschnitt	≥ 0,8 bis 1,2 x Einschnitttiefe
Sonderbauwerke	2-6 Stück pro Fundament	Fundament (Brücken, Schornsteine)	≥ 6,0 m
Staudämme und Wehre	25-75 m zwischen den Schnitten	Dichtungswände	≥ 2,0 m unter Oberfläche Grundwassernichtleiter

Empfehlung für die Anzahl von Aufschlüssen/Proben bei der Orientierenden Untersuchung gemäß der Arbeitshilfen Qualitätssicherung, Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) Altlastenausschuss (ALA), Juli 2002

Verdachtsgrad	Flächengröße [m ²]	Anzahl der Aufschlüsse	Vertikale Probenabstände
Bereiche mit vermuteten Kontaminationsschwerpunkten	<100	2-3	
	100-500	2-4	Probtrennung an Schichtgrenzen
	500-1.000	4-6	bis 20 m Tiefe: Auffüllungen maximal 0,5 m/Probe
	1.000-2.000	6-8	Bei großen Schichtmächtigkeiten maximal 1 m/Probe
oberflächennahe Beprobung bei Flächen mit allgemeinen Verdachtshinweisen	>500	3 (2)	>20 m Tiefe: maximal 2 m/Probe
Nutzung: Wohngebiete, Kinderspielflächen	500-10.000	3-10 (2-5)	separate Probenahme für visuell, organoleptisch auffällige Bereiche
Park-/Freizeitanlagen Industrie-/Gewerbegebiete	10.000-100.000	10-40 (≥10)	

Empfehlung zur Anzahl von Aufschlüssen/Proben für eine Ersteinschätzung für die Verwertung von Bodenmaterial gemäß den Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen - Technische Regeln – Teil III U 21 Probenahme und Analytik, Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 05.11.2004

Bauwerksart	Flächengröße [m ²]	Probenzahlen/Rasterabstand
Flächenbauwerke	100-400	≥4
Flächenbauwerke	>400	20-40 m
Linienbauwerke mit Breiten <10 m	-	50-200 m in der Mittelachse
Linienbauwerke mit Breiten >10 m	-	50-200 m auch außerhalb der Mittelachse

Mindestzahl der Einzel-, Misch-, Sammel- und Laborproben in Abhängigkeit vom Prüfvolumen gemäß LAGA PN 98, Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen, chemischen und biologischen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Verwertung/Be-seitigung von Abfällen, (Grundregeln für die Entnahme von Proben aus festen und stichfesten Abfällen sowie abgelagerten Materialien) Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) Nr. 32, Dezember 2001

Volumen der Grundmenge [m ³]	Anzahl der Einzelproben	Anzahl Mischproben	Anzahl Sammelproben	Anzahl der Laborproben
bis 30	8	2	-	2
bis 60	12	3	-	3
bis 100	16	4	-	4
bis 150	20	5	-	5
bis 200	24	6	-	6
bis 600	24+4 pro weitere 100 m ³ (40)	6+1 pro weiter 100 m ³ (10)	-	6+1 pro weiter 100 m ³ (10)
ab 600	40 + 4 pro weitere 100 m ³	10 + 1 Mischprobe pro angefangene 100 m ³	1 Sammelprobe ¹⁾ pro angefangene 300 m ³	10 + 1 Laborproben pro angefangene 300 m ³

¹⁾ ab 600 m³ werden für alle weiteren Mischproben bis zu drei Mischproben (d. h. zwölf Einzelproben) zu einer Sammelprobe vereinigt und die Sammelproben als Laborproben untersucht.

Mindestvolumen von Einzel- und Laborproben in Abhängigkeit von der Korngröße des Prüfmaterials gemäß LAGA PN 98, Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen, chemischen und biologischen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Verwertung/Be-seitigung von Abfällen, (Grundregeln für die Entnahme von Proben aus festen und stichfesten Abfällen sowie abgelagerten Materialien) Mitteilungen der Länderarbeitsge-meinschaft Abfall (LAGA) Nr. 32, Dezember 2001

Maximale Korngröße [mm]	Bodenart	Mindestvolumen Einzelproben [l]	Mindestvolumen Laborproben [l]
≤ 2	Ton, Schluff, Sand	0,5	1
> 2 bis ≤ 20	Fein-Mittelkies	1	2
> 20 bis ≤ 50	Grobkies	2	4
> 50 bis ≤ 120	Grobkies-Steine	5	10

Übliche Messverfahren zur Bestimmung der spezifischen Aktivität bzw. zur Beurteilung der radioaktiven Kontamination bei der Erkundung von Standorten sind:

- Gamma-Ortsdosisleistungsmessung
- Gamma-Log-Messungen und Spektral-Gamma-Log-Messungen von Bohrungen und Bohrkernen
- Schnellbestimmung der spezifischen Aktivität mit ODL- oder Gamma-, Beta-Kontaminationsmessgeräten
- In-Situ-Gammaspektrometrie von Flächen
- Gammaspektrometrie von Feststoffproben
- konventionelle spektroskopische Messverfahren zur Bestimmung der Uran- und Thorium-Konzentration.

Einen vergleichenden Überblick über die Messmethoden - Aufwand, Handhabbarkeit, Eignung für die Ermittlung repräsentativer Ergebnisse die nachfolgende Tabelle.

Eignung der Messmethoden für langlebige Radionuklide der Uran- und Thorium-Zerfallsreihe zur Bewertung der Einhaltung der Überwachungsgrenzen

Methode/ Eigenschaft	Messung der Gamma-ODL	Schnellbestimmungen durch kombinierte ODL- und γ , β -Kontaminationsmessungen	Gamma-Log (GRL)	Spektral- Gamma-Log (SGRL)	In-Situ- Gammasspektrometrie	komplette Gam- maspektrometrie	konventionelle Bestim- mung mit ICP-MS,
Methodenart	Feld (in-situ)	Feld (Kalibrierung Labor)	Feld (in-situ im Bohrloch oder an den Bohrproben)	Feld (in-situ im Bohrloch oder an den Bohrproben)	Feld (in-situ)	Labor	Labor
erreichbare relative Messunsicherheit	10-30 %	ca. 20 % bei Messzeiten von mindestens 60 s bei $a \geq 1,0$ Bq/g 120 s bei $a \leq 0,5$ Bq/g	keine Angabe	keine Angabe	15-25 % in Abhängigkeit von der Güte des Modells der Tiefenverteilung und Bodendichte	10-20 %, siehe Kapitel 6	Messbereich 0,1-0,2 Bq/g: 20-30 % Messbereich 0,5-1,0 Bq/g: 10-20 %
Beeinflussung der Messergeb- nisse durch radioaktive Gleich- gewichte	groß (nur Gamma- Strahler ge- messen)	gering bei Anwendung der zutreffenden An- schlusskalibrierung (Ermittlung Leitnuklid durch Gamma - spektrometrie)	groß, keine nuklid- spezifischen Aus- sagen	groß nur Bestimmung K-40, Ra-226 und Th-232	gering, simultane Be- stimmung fast aller rele- vanten Radionuklide möglich	gering, Bestimmung der Alpha-Strahler durch Folgenuk- lide	nein (nur Bestimmung U_{nat} , Th_{nat})
Beeinflussung der Messergeb- nisse durch räumliche oder zeitliche Heterogenitäten im Untersuchungsgebiet oder Rückstandsstrom	gering	geringer Aufwand pro Probe, erlaubt hohe Probendichte, deshalb relativ geringe Beein- flussung	groß	groß	horizontal gering (Erfas- sung von Flächen mit bis zu 30 m Radius/Mes- sung), vertikal entspre- chend Modell der Tiefen- verteilung	groß (bedingt durch Probenahme, Probenmenge)	groß (bedingt durch Proben- nahme, Probenmenge)
Aufwand für die Messung (Messausrüstung, Zeit, Kosten)	gering	gering (Messung), einmaliger Aufwand zur Herstellung der Kalib- rierproben und Be- stimmung der Kalibrier- faktoren	gering	gering	hoch (Messausrüstung)	hoch	relativ aufwändige Pro- benvorbereitung, kurze Messzeiten, Multi- Element-, Multi-Isotop- bestimmung (Labor- Standardmethode)
Eignung zur Ermittlung der spezifischen Aktivität	bedingt	gut	weniger	bedingt	bedingt	sehr gut	bedingt