

Ergebnisbericht 2024 der Umgebungsüberwachung der GRB-Sammelstelle für radioaktive Stoffe GmbH zum Vollzug der Wassergesetze und der Abwasserabgabengesetze gemäß Bescheid des Landratsamts Tirschenreuth mit Zeichen 632/2-23-GJ vom 24.10.2005.

Hier: Gammaskpektrometrische Bestimmung der Aktivitätskonzentration einzelner Radionuklide von sechs Wasserproben der liquiden Phasen im Rahmen der Analysen und Berichterstattung nach Abschnitt 1.4.1.5 im Rahmen der Eigenüberwachung

von Robert Schupfner
URA-Lab, Universität Regensburg

Inhalt

1. Einleitung

2. Proben

2.1.1 *Probenentnahme- und Transport*

2.1.2 *Probenvorbereitung*

2.1.3 *Probenaufschluss*

3. Analysen- und Bestimmungsmethoden

3.1 Bestimmungsgröße und Radionuklide

3.2 Kernstrahlungsmessmethoden- Gammaskpektrometrie

3.3 Nachweisgrenzen

4. Qualitätssicherung

4.1 Unabhängigkeit

4.2 Erfüllung strengster Qualitätsmerkmale

4.3 Staatliche Anerkennung

4.4 Bestätigung der Eignung der Qualitätssicherung gemäß KTA 1401

4.5 Beständigkeit und Verlässlichkeit

4.6 Qualitätssicherungskonzept

4.6.1 *Interne Qualitätssicherungsmaßnahmen*

4.6.2 *Externe Qualitätssicherungsmaßnahmen*

5. Ergebnisse

1. Einleitung

gemäß Ihrer Bestellung Nr. 053 525 vom 05.03.2015 und unserem Angebot F6111331/008 vom 24.02.2015, haben wir die gammaspektrometrische Bestimmung der Aktivitätskonzentration A_V einzelner Radionuklide von sechs Wasserproben der liquiden Phasen im Rahmen der Eigenüberwachung durchgeführt und ausgewertet. Die Analysen und Leistungen wurden den Grundlagen des LRA Tirschenreuth¹ und der REI² erbracht. Gemäß Abschnitt 1.4 unseres Angebots enthält dieser Ergebnisbericht die Zusammenfassung aller Ergebnisse in Tabellenform unter Angabe der Probenparameter (Bezeichnung, Herkunft, Probennahmedatum, Probenvolumen), das Bezugsdatum der Aktivitätsangaben als Mittelwerte des Beginns und des Endes der Probenentnahme, die gesamten Bestimmungsunsicherheiten $u_{rel}(A_V)$ vom Typ A und Typ B (Messstatistik, Unsicherheit in der Bestimmung des Probenvolumens, in der Bestimmung der Kalibrierfaktoren, in der Probenvorbereitung), die Erkennungs- a_V^* und Nachweisgrenzen $a_V^\#$ berechnet nach KTA 1504 auf der Grundlage der ISO 11929, Beschreibung der Probenentnahme, der Probenvorbereitung, Beschreibung der Probenaufschlussverfahren und Beschreibung der angewendeten Kernstrahlungsmessmethoden. Der DIN-ISO 11929- Standard legt Richtlinien fest, wie charakteristische Grenzen als Ergebnis von Messungen radioaktiver Strahlung zu berichten sind. Gemäß DIN ISO 11929 werden für jede Messung folgende Größen berechnet und berichtet:

✓ *Primäres Messergebnis y und seine Unsicherheit $u(y)$,*

Das primäre Messergebnis im Sinne der DIN ISO 11929 ist der endgültige, interferenz-korrigierte beste Schätzwert \hat{y} der nuklidspezifischen Aktivitätskonzentration A_V (mittlere Aktivität pro Probenvolumen) zum Bezugsdatum. Um eindeutig zu kennzeichnen, dass die Bestimmungsgröße die nuklidspezifische Aktivitätskonzentration ist, wird $y = A_V$ und der beste Schätzwert $\hat{y} = A_V^\wedge$ abgekürzt. Dabei wird auch die Unsicherheit $u(y)$ des Ergebnisses durch Fehlerfortpflanzung berechnet und als $u(A_V)$ bezeichnet.

✓ *Fehler-Wahrscheinlichkeiten α , β und γ*

α und β sind die Standard-Unsicherheiten erster und zweiter Art (falsch positiv und falsch negativ). γ ist die Wahrscheinlichkeit, dass der wahre Wert der Messgröße außerhalb der Grenzen des Vertrauensbereichs liegt. Diese Werte sind vorgegeben. Falls nichts Abweichendes vereinbart wird, werden $\alpha = \beta = \gamma = 0,05$ eingesetzt.

✓ *Erkennungsgrenze A_V^**

Die Erkennungsgrenze A_V^* entspricht der normalen kritischen Grenze für den Fehler 1. Art (Fehlalarm) umgerechnet in Einheiten der Bestimmungsgröße. Die Erkennungsgrenze wird für jede einzelne Linie jedes Nuklids berechnet. Die niedrigste Erkennungsgrenze jedes Nuklids wird als Nuklidenterkennungsgrenze im Bericht angegeben.

✓ *Nachweisgrenze $A_V^\#$*

Im Sinne der DIN ISO 11929 ist die Nachweisgrenze $A_V^\#$ identisch zur minimal nachweisbaren Aktivität mit der kritischen Grenze für den Fehler 2. Art (Alarmverfehlung). Die Nachweisgrenze wird für eine störungsfreie einzelne Linie jedes Nuklids berechnet. Die niedrigste Nachweisgrenze jedes Nuklids wird als Nuklidnachweisgrenze im Bericht angegeben.

¹ Der Bescheid des Landratsamts Tirschenreuth mit Zeichen 632/2-23-GJ vom 24.10.2005 (im Folgenden abgekürzt mit LRA Tirschenreuth).

² Die die Vorgabe für die Nachweisgrenze des Referenzradionuklids ⁶⁰Co nach Richtlinie zur Emissions- und Immissionskontrolle kerntechnischer Anlagen (REI) gemäß Rd. Schr. d. BMU v. 7.12.2005 – RS II 5 – 15603/5 - einschließlich deren Anlagen (GMBI 2006).

✓ **Vertrauensbereich: Untere $A_V^<$ und obere Grenze $A_V^>$**

Wird ein Nuklid als in der Probe vorhanden erkannt, so werden folgende Formeln eingesetzt, um die untere und obere Grenze des Vertrauensbereichs der Bestimmungsgrenze zu berechnen nach

$$A_V^< = A_V - u(A_V) \cdot \text{STANDNORMVERT}[\omega \cdot (1 - \gamma/2)]$$

$$A_V^> = A_V + u(A_V) \cdot \text{STANDNORMVERT}[1 - \omega \cdot \gamma/2]$$

Dabei wird das vorgewählte Vertrauensintervall γ , basierend auf der angenommenen Posterior-Verteilung der Messgröße, benutzt, um die erforderliche Hilfsgröße ω zu berechnen.

✓ **Bester Schätzer der nuklidspezifischen Aktivitätskonzentration A_V^{\wedge} und relative Unsicherheit $u_{\text{rel}}(A_V^{\wedge})$**

Der Mittelwert der Posterior-Verteilung wird als der beste Schätzer A_V^{\wedge} des wahren Wertes

✓ ebenso wie seine relative Unsicherheit $u_{\text{rel}}(A_V^{\wedge})$ angegeben.

✓ **Befund**

Ein Nuklid wird als vorhanden erkannt, wenn gilt $A_V^{\wedge} > A_V^*$. Dann wird A_V^{\wedge} und $u_{\text{rel}}(A_V^{\wedge})$ im Ergebnisbericht angegeben. Dann liegt ein Befund vor, auch wenn gilt: $A_V^{\wedge} < A_V^{\#}$.

Ist dagegen $A_V^{\wedge} < A_V^*$, so wird dieses Ergebnis als „ohne Befund“ bewertet und im Bericht „ $<A_V^{\#}$ “ angegeben.

2. Proben

2.1.1 Probenentnahme- und Transport

Die sechs Proben wurden am 13.06.2024 für das Kalenderjahr 2024 von unserem Probennehmer Herr Prantl im Beisein von Herrn Dill und einigen Mitarbeitern der GRB ordnungsgemäß entnommen. Gemäß LRA Tirschenreuth¹ erfolgt die Probennahme an folgenden Orten (Tabelle 1):

Tabelle 1: Probennahmeorte.

Bezeichnung Probennahmeort	URA Code#	Medium
Beobachtungsbrunnen 1	110000072	Grundwasser
Beobachtungsbrunnen 2	110000073	
Beobachtungsbrunnen 3	110000074	
Beobachtungsbrunnen 4	110000075	
Vorfluter Seibertsbach <u>vor</u> Einleitungsstelle liquider Phasen	110000076	Oberflächenwasser
Vorfluter Seibertsbach <u>nach</u> Einleitungsstelle liquider Phasen	110000077	

Pro Probe wurden rund fünf Liter genommen. Die für die Probenaufnahme vorgesehenen Kunststoffbehälter wurden vorher gründlich mit der jeweils aufzunehmenden Wasserprobe gespült. Die Proben werden vor Ort mit rund 10 mL der Trägerlösung (Zusammensetzung siehe Tabelle 2) geträgert, die die wichtigsten stabilen Elemente der Analyten enthält.

Tabelle 2: Trägerlösung.

Trägerverbindung	C _{Träger} [mg/mL]	Zugabe [mL] (gerundet)	Proben - volumen [L]	C _{Probe} [mg/L]
CsCl	2	10	5	4
EuCl ₃	2	10	5	4
NaJ	1	10	5	2
(CH ₃ COO) ₂ Co·4H ₂ O	2	10	5	4
(CH ₃ COO) ₂ Pb·3H ₂ O	2	10	5	4

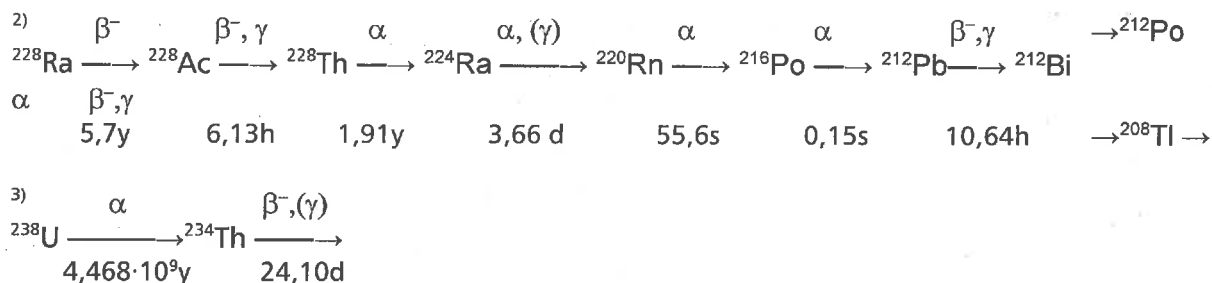
Die Trägerlösung ist leicht sauer (pH-Wert 4-5). Sie enthält einige Tropfen HNO₃. Der Transport der Proben mit einem PKW von den Probennahmeorten ins URA-Lab zur Universität Regensburg erfolgte unverzüglich nach Beendigung der Probenentnahme.

2.1.2 Probenvorbereitung

Nach der Ausladung und Verbringung ins low-level-Radiochemielabor (Ch23.0.05) erfolgte unverzüglich die Dokumentation der wichtigsten Probenparameter ins LIMS „manage_p, Teil; p1100“ unter Vergabe der fortlaufenden und anlagenspezifischen URA-Code-#. Die wichtigsten Parameter sind Tabelle 3 aufgelistet. Am 11.6.2024 wurden die Teilproben für die Messungen der gamma-Strahler mit höheren Energien (>100 keV) in radondichte 4 L Ringschalen eingewogen. Für die Bestimmung des ec-Strahlers ¹²⁵I mit niedrigen Elektronenenergien (< 36 keV) wurde jeweils rund 301 mL Probe auf 10 mL eingengt, mit dem Szintillationscocktails QSA homogen vermischt und mittels low-level LSC des Typs Quantulus 1220 gemessen. Dadurch lassen sich für dieses Radionuklid ohne erheblichen Mehraufwand sehr geringe Nachweisgrenzen erzielen.

Tabelle 3: Probenparameter zur gammaspektrometrischen Bestimmung der Aktivitätskonzentration einzelner Radionuklide von sechs Wasserproben der liquiden Phasen im Rahmen der Analysen und Berichterstattung nach Abschnitt 1.4.1.5 im Rahmen der Eigenüberwachung der GRB.

URA-Code#	Probennahmezeitraum		Herkunft	Probe	Menge Gesamt	Überführt Masse	in	Radondicht Datum/Uhrzeit	Verantwort- lich
	Beginn	Ende							
110000072	11.6.24 9:19	11.6.24 9:20	Beobachtungsbrunnen 1	Grundwasser	5 L	3573,6 g	4 L Ringschale	17.06.2024 09:08	Haas
						301,9 g	10 mL LSCVial		
110000073	11.6.24 9:11	11.6.24 9:12	Beobachtungsbrunnen 2	Grundwasser	5 L	3547,4 g	4 L Ringschale	17.06.2024 09:20	Haas
						301,6 g	10 mL LSCVial		
110000074	11.6.24 9:06	11.6.24 9:07	Beobachtungsbrunnen 3	Grundwasser	5 L	3550,3 g	4 L Ringschale	17.06.2024 09:32	Haas
						300,5 g	10 mL LSCVial		
110000075	11.6.24 9:00	11.6.24 9:01	Beobachtungsbrunnen 4	Grundwasser	5 L	3572,3 g	4 L Ringschale	17.06.2024 09:45	Haas
						300,2 g	10 mL LSCVial		
110000076	11.6.24 8:40	11.6.24 8:41	Vorfluter Seibertsbach vor Einleitung	Flusswasser	5 L	3570,5 g	4 L Ringschale	17.06.2024 09:58	Haas
						300,8 g	10 mL LSCVial		
110000077	11.6.24 8:35	11.6.24 8:36	Vorfluter Seibertsbach nach Einleitung (bei Brücke)	Flusswasser	5 L	3566,8 g	4 L Ringschale	17.06.2024 10:08	Haas
						301,0 g	10 mL LSCVial		
110000078	6.6.24 12:00	6.6.24 12:01	Sediment, Seibertsbach nach Einleitung, 1. HJ	Sediment	2 L	1211,33 g TM	1 L Ringschale	entfällt	Haas
110000079	Probeneingang wird im November erwartet		Sediment, Seibertsbach nach Einleitung, 2. HJ	Sediment	2 L	noch nicht genommen		entfällt	



Die Gammalinien der hier genannten natürlichen Radionuklide sind auch im Nulleffekt zu finden, so dass natürliche Radionuklide gammaspektrometrisch nur mit erhöhter Nachweisgrenze nachzuweisen sind. Folgende Radionuklide werden nicht bestimmt: ${}^{222}\text{Rn}$ und ${}^{220}\text{Rn}$. Begründung: Nach Anlage 11 Teil D Nr. 1.1 und 2 Tabelle 6 Spalte 3 StrlSchV²⁰¹⁸ ³ in der Fassung vom 04.10.2011 sind für diese Radionuklide keine Werte der maximal zulässigen Aktivitätskonzentration festgelegt.

3.2 Kernstrahlungsmessmethoden- Gammaskpektrometrie

Die angewendeten Bestimmungsmethoden sind selektiv, spezifisch und gewährleisten eine zuverlässige Aktivitätsbestimmung. Sie wurden zum Teil vom URA-Lab im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Gesundheit (STMUG) entwickelt, werden laufend weiterentwickelt und an die jeweilige Probenart angepasst oder werden gemäß den Messanleitungen für die Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt und zur Erfassung radioaktiver Emissionen aus kerntechnischen Anlagen⁴ durchgeführt. Sie haben sich in der Praxis bewährt. Die damit erzielten Ergebnisse werden bundesweit bzw. international anerkannt.

Tabelle 5: Übersicht über Analysen- und Bestimmungsmethoden.

Radionuklide	Messmethode	Abkürzung	Arbeitsvorschrift
${}^{60}\text{Co}$, ${}^{131}\text{I}$, ${}^{137}\text{Cs}$, ${}^{152}\text{Eu}$	Low-level-Gammaskpektrometrie- messplatz mit koaxialem HPGe-Detektor	γ	AAGammaUKA ^{*)} H- γ -SPEKT-AWASS-01
${}^{226}\text{Ra}$ (${}^{214}\text{Pb}$) ${}^{228}\text{Ra}$ (${}^{228}\text{Ac}$) ${}^{228}\text{Th}$ (${}^{208}\text{Tl}$) im radioaktiven Gleichgewicht mit Rn-Isotopen			AAGammaURA (rad.GG) ^{**)} Inklusive 3 Wochen radondichte Lagerung der Proben vor der Messung
${}^{210}\text{Pb}$, ${}^{241}\text{Am}$			AAGammaURA ^{**)}
${}^{238}\text{U}$ (${}^{234}\text{Th}$)			
${}^{125}\text{I}$			Low-level-LSC mit LSC des Typs Quantulus 1220

^{*)} Arbeitsanweisung in Anlehnung an die Messanleitungen des Bundes¹.

^{**)} Arbeitsanweisungen in Anlehnung an ähnliche Projekte des URA-Labors

Sämtliche Messungen werden an modernen Kernstrahlungsmessgeräten durchgeführt, die sich durch sehr niedrige Nulleffektszählraten auszeichnen. Sie sind sämtlich in mehrfacher Ausstattung vorhanden und werden ausschließlich von hochqualifiziertem zuverlässigem Personal mit langjähriger Erfahrung bedient. An allen Messgeräten, die für die

³ Strahlenschutzverordnung vom 29. November 2018 (BGBl. I S. 2034, 2036).

⁴ Herausgeber: Der Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, New York, 2000.

Aktivitätsbestimmungen verwendet werden, werden regelmäßig interne und externe Qualitätssicherungsmaßnahmen durchgeführt (Abschnitt 2). Zur Gammaskpektrometrie stehen fünf hochauflösende Reinstgermaniumdetektoren zur Verfügung. Sie haben koaxiale Detektorgeometrie (25 % bis 80% relative Efficiency). Niedrige Nulleffektszählraten werden durch vier je 10 cm dicke Abschirmungen aus radioaktivitätsarmem Blei erreicht. Die nachfolgenden Tabellen fassen die Spektrometerkomponenten und die Detektoreigenschaften der zwei Messplätze zusammen, an denen die vorliegenden Proben gemessen wurden.

Table 6a: Spektrometerkomponenten der Gammaskpektrometrie für den Detektor des Typs „GEM80P4“ (nach EG&G Ortec).

Spektrometerkomponenten	Bezeichnung	Bemerkung
Spektrometergehäuse	DSPECT	Digitale Elektronik
Hochspannungsquelle		
Hauptverstärker		
Vielkanalanalysator		

Table 6b: Eigenschaften des Detektors vom Typ „GEM80P4“ (HPGe) (nach EG&G Ortec).

Detektormaterial	Reinstgermanium
Detektorgeometrie	koaxial
Dotierung	p-type
Betriebstemperatur	77 K
Arbeitsspannung	+ 3100V
Kristalldurchmesser	80,8 mm
Tiefe	55,4 mm
aktives Volumen	ca. 284 cm ³
absorbierende Schichten	1 mm Al; 0,7 mm Ge
Halbwertsbreite	1,10 keV bei Co-57 (122 keV) 2,00 keV bei Co-60 (1333 keV)

Der Detektor nach Tabelle 6b ist koaxial und eignet sich für die Detektion von mittel- bis höherenergetischer Gammastrahlung. Für die Bestimmungen der nieder- und der mittel- bis höherenergetischen Gammastrahlung wird zur Absicherung eine LSC-Screeningmessung begleitend durchgeführt.

Es wurde die Geometrie „4 L Ringschale“ verwendet. Die Kalibrierungen werden mit Kalibrierlösungen durchgeführt, die es gestatten, sämtliche Aktivitäten relativ zu Standardaktivitätslösungen des Deutschen Kalibrierdienstes DKD oder ähnlicher Institutionen in obigen Messgeometrien zu bestimmen und die sich auf entsprechende Aktivitätsnormale oder -standards zurückführen lassen.

Zur Kalibrierung wurden verwendet:

Mischnuklidlösung 1: Be-7, Mn-54, Co-57, Zn-65, Y-88, Ce-139, Ba-133, Cs-137
Aktivitätsnormal: Pb-210, Am-241

Folgende Gammalinien werden zur Auswertung der gemäß Auftragserteilung zu untersuchenden Gammastrahler herangezogen.

Tabelle 7: Nuklide und deren zur Auswertung verwendete Gammalinien.

Nuklid	rad. Gleichgewicht mit	Energien der zur Auswertung verwendeten Gammalinien in keV
¹³⁷ Cs	^{137m} Ba	661,7
⁶⁰ Co	entfällt	1332,5
¹⁵² Eu	entfällt	344,27
¹³¹ I	entfällt	364,48
²²⁶ Ra	²¹⁴ Pb	351,92
²²⁸ Ra	²²⁸ Ac	911,16
²²⁸ Th	²⁰⁸ Tl	583,19
²¹⁰ Pb	entfällt	46,52
²⁴¹ Am	entfällt	59,54
²³⁸ U	^{234m} Pa	1001,00

Korrekturen: Die Nulleffektszählraten wurden korrigiert. Die Aktivität wird auf den Zeitpunkt der Mitte des Probenahmezeitpunkts zurückgerechnet.

3.2 Kernstrahlungsmessmethoden- LSC

Zudem wurde je rund 0,3 L der Proben mit 10 mL des Szintillationscocktails QSA homogen vermischt und mittels low-level LSC des Typs Quantulus 1220 gemessen und mittels LSC-Screening-Auswertung auf ¹²⁵I untersucht. Im URA-Lab wurde zu den Probengefäßen 10 mL des bei < 10°C im Dunkeln gelagerten Szintillationscocktails QSA zugegeben, gut geschüttelt und anschließend gemessen.

Die LSC Messungen wurden mit dem low-level-LSC des Typs Quantulus 1220 (Fa. Wallac) am Standort des URA-Labs (Raum Ch 32.01.22) bei einer Messzeit von rund 493 Minuten pro Probe durchgeführt. Die Werte des Quenchparameters lagen aufgrund der Eindampfrückstände im niedrigen Bereich. Nach entsprechender Quenchkorrektur können die damit aufgenommenen LSC-Spektren sinnvoll zur Bestimmung von ¹²⁵I interpretiert werden. Standardmäßig werden von der SV folgende Verfahren angewendet:

Tabelle 8: LSC-Screening-Auswertungsmethoden.

Radionuklide	Messung bzw. Beprobung	Bestimmungsmethode	Bemerkung
¹²⁵ I	direkt	LSC ¹⁾	Auswertung in Bereich niedriger Kanalnummern
²¹⁰ Pb(²¹⁰ Bi) ²⁾			Auswertung in Bereich niedrige bis hohe Kanalnummern
²¹⁰ Bi			Auswertung im Bereich bis höhere Kanalnummern
U-nat, ²⁴¹ Am			Auswertung im Bereich der Kanalnummern im α-Bereich

¹⁾ Screening-Auswertung, d.h. Einzelnuclideauswertung ist nicht möglich. Die Auswertung erfolgt so, dass die Aktivitäten der Einzelnuclide überschätzt sind.

²⁾ ²¹⁰Pb(²¹⁰Bi) bedeutet ²¹⁰Pb im radioaktiven Gleichgewicht mit ²¹⁰Bi

Die Blindwertzählraten am low-level LSC des Typs Quantulus 1220 (Fa. Wallac) sind abhängig vom Auswertungsbereich und in der folgenden Tabelle 9 gezeigt.

Tabelle 9: Messparameter und Blindwertzählraten am low-level LSC des Typs Quantulus 1220 (Fa. Wallac), die bei der Auswertung zur Bestimmung des ¹²⁵I verwendet wurden.

Radio-nuklide	Auswertungsbereich ^{*)}		R ₀ [lps]	η _{Phys} [%] ^{**)}	A _v ^{***)} [Bq/L]	
	chn _{low}	chn _{high}			A _{v,i} [*]	A _{v,i} [#]
¹²⁵ I	20	200	0,0199 ± 0,0003	18 ± 1	0,1	0,2

^{*)} Niedrigste chn_{low} bis höchste Kanalnummer chn_{high} wird, falls erforderlich angepasst

^{**)} Nachweiswahrscheinlichkeit gerundet

^{***)} Charakteristische Größen der Erkennungs- A_{v,i}^{*} und der Nachweisgrenze A_{v,i}[#] der nuklidspezifischen Aktivitätskonzentration A_v, mit α = β = γ = 0,05, beprobte Probenmenge 0,3 L, einem Entnahmefaktor von 1 und einer Messzeit von rund 2000 Minuten pro Probe.

3.3 Nachweisgrenzen

Es wird die nach REI⁵ und LRA Tirschenreuth⁶ festgelegte Nachweisgrenze von 0,05 Bq/L für das Referenznuclid ⁶⁰Co realisiert und angegeben. Die KTA-1504 wird für die Berechnung der Erkennungs- (A_v^{*}) und der Nachweisgrenzen (A_v[#]) auf der Grundlage der ISO11929 angewendet.

4. Qualitätssicherung

4.1 Unabhängigkeit

Das URA-Lab ist eine Abteilung der Betriebseinheit „Zentrale Analytik“ der Fakultät Chemie/Pharmazie und somit ein unabhängiges Laboratorium der Universität Regensburg, das sich mit der quantitativen Bestimmung praktisch aller relevanter Radionuklide im Spurenbereich in Umwelt und Umgebung beschäftigt. Bei der Umgebungsüberwachung kerntechnischer Anlagen kann das URA-Lab umfangreiche und langjährige Erfahrung vorweisen.

4.2 Erfüllung strengster Qualitätsmerkmale

Hohe Anforderungen an Selektivität, Richtigkeit und Präzision der Analysen sowie niedrigste Nachweisgrenzen auch in komplexen Probenmaterialien bei vertretbarem Zeit- und Kostenaufwand sind die Qualitätsmerkmale, die verbunden mit Verlässlichkeit, Verantwortungsbewusstsein und Unabhängigkeit belastbare Ergebnisse und eine langfristige Vertrauensbasis in einem sehr sensiblen Bereich garantieren.

⁵ Die Vorgabe für die Nachweisgrenze des Referenzradionuklids ⁶⁰Co nach Richtlinie zur Emissions- und Immissionskontrolle kerntechnischer Anlagen (REI) gemäß Rd.Schr. d. BMU v. 7.12.2005 – RS II 5 – 15603/5 - einschließlich deren Anlagen (GMBI 2006).

⁶ Der Bescheid des Landratsamts Tirschenreuth mit Zeichen 632/2-23-GJ vom 24.10.2005 (im Folgenden abgekürzt mit LRA Tirschenreuth).

4.3 Staatliche Anerkennung

Durch die regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an allen relevanten Ringanalysen bzw. Vergleichsmessungen der Leitstellen des Bundes in Wasserproben seit 1991, in Filterproben seit 1996 und in anderen Probenmaterialien (Urin) erfüllt das URA-Lab die Kriterien als zugezogene Messstelle des Freistaates Bayern. Das URA-Lab ist als

- ✓ zugezogene Messstelle des Freistaates Bayern
- ✓ unabhängige Messstelle gemäß REI staatlich anerkannt.

Das URA-Laboratorium ist mit dem Radioaktivitätserfassungsprogramm IMIS ausgestattet.

4.4 Bestätigung der Eignung der Qualitätssicherung gemäß KTA 1401

Die RWE Power AG bestätigt für die in der VGB-Arbeitsgemeinschaft "Auftragnehmerbeurteilungen" die Eignung der Qualitätssicherung gemäß KTA 1401 des URA-Labs für den Liefer- und Leistungsumfang „Durchführung von radiochemischen Analysen und Radionuklidmessungen“ zur system- und produktbezogenen Qualitätssicherung.

4.5 Beständigkeit und Verlässlichkeit

Eine Kerngruppe aus Vollwissenschaftlern und langjährig erfahrener technischer Fachpersonal (Chemielaborantinnen) garantiert Beständigkeit und macht das URA-Lab regional, national und international zu einer verlässlichen, unabhängigen Institution, wenn es um richtige und belastbare Radionuklidanalysen geht. Die langjährige Durchführung der Umgebungsüberwachung kerntechnischer Anlagen und erfolgreiche Projektarbeit im Bereich Sondernuklidanalytik im Rückbau kerntechnischer Anlagen belegen dies (siehe Abschnitt 4). Absolute Vertraulichkeit ist bei diesen sehr sensiblen Daten gewährleistet. Der Leiter ist Landesbeamter auf Lebenszeit. Stellvertreter und Laborantinnen sind unbefristet beschäftigte Angestellte der Universität Regensburg. Langjährig erfahrenes technisches Fachpersonal garantiert die reibungslose Durchführung der Maßnahmen.

4.6 Qualitätssicherungskonzept

Um die Qualität unserer Messergebnisse optimal zu gewährleisten, führt das URA-Laboratorium ständig interne und externe Qualitätssicherungsmaßnahmen durch. Sie werden gemäß den einschlägigen Vorgaben regelmäßig durchgeführt, dokumentiert mit früheren Ergebnissen verglichen und umfassen Prüfungen der Funktionstüchtigkeit und Konstanz der Messgeräte, Nulleffektmessungen und Kalibrierungen mit Standardlösungen und Aktivitätsnormalen.

4.6.1 Interne Qualitätssicherungsmaßnahmen

An allen Messgeräten, die für die Aktivitätsbestimmungen verwendet werden, werden regelmäßig Funktionstüchtigkeitskontrollen, Nulleffektmessungen, Kalibrierungen (physikalischer Wirkungsgrad, Energiekalibrierung) durchgeführt, die Ergebnisse dokumentiert und mit früheren Werten verglichen. Darüber hinaus werden regelmäßig in allen relevanten Laborbereichen umfangreiche Wischtestmessungen durchgeführt, die dazu beitragen, Querkontaminationen weitestgehend zu verhindern. Um dieses Restrisiko noch weiter abzusenken, werden für die radiochemischen Analysen ausschließlich Chemikalien und Geräte verwendet, bei denen vorher eine komplette Blindanalyse mit den Ergebnissen ohne Befund durchgeführt worden ist. Die Ergebnisse der Blindanalysen werden dokumentiert. Blindwerte aller bei der Probenvorbereitung und beim Aufschluss verwendeten Materialien, Gefäße und Geräte, die mit den Proben in Kontakt kommen können, werden ebenfalls durchgeführt.

4.6.2 Externe Qualitätssicherungsmaßnahmen

Gemäß GMBI 2006 Anhang A Abschnitt A.3.5 beteiligt sich das URA-Lab zur Kontrolle ihrer Analysen und Messverfahren an den entsprechenden Ringversuchen, die von den

Leitstellen „Emissions- und Umgebungsüberwachung kerntechnischer Anlagen“ durchgeführt werden. Hier ein Auszug:

Bereich: Umweltproben

$^{239/240}\text{Pu}$, ^{238}Pu , ^{238}U , ^{235}U , $^{233/234}\text{U}$, Gesamt- α -Aktivität in Wasser

Gesamt- α -Aktivität, ^3H , ^{89}Sr , ^{90}Sr , γ -Strahler in Wasser

^{226}Ra , ^{238}U , ^{235}U , $^{233/234}\text{U}$, Gesamt- α -Aktivität in Wasser

γ -Strahler in Flusssediment

Bereich: Emissionen kerntechnischer Anlagen

γ -Strahler in Aerosolfilter

^{14}C in Aerosolfilter

^{131}I in Aerosolfilter

^{241}Am , ^{244}Cm , ^{242}Cm , $^{239/240}\text{Pu}$, ^{238}Pu , ^{238}U , ^{235}U , $^{233/234}\text{U}$, Gesamt- α -Aktivität, ^3H , ^{55}Fe , $^{59/63}\text{Ni}$, ^{89}Sr , ^{90}Sr , γ -Strahler in Wasser.

Bereich: Lebensmittel (γ -Strahler und ^{90}Sr) in Milch und Lebensmittel pflanzlicher Herkunft

Die hier angeführten Ringanalysen stellen nur einen Ausschnitt unserer Tätigkeit dar.

5. Ergebnisse

In den folgenden Tabellen 5a bis 5c sind die Ergebnisse der Bestimmung der Aktivitätskonzentration einzelner Radionuklide von sechs Wasserproben der liquiden Phasen aufgelistet im Rahmen der Analysen und Berichterstattung nach Abschnitt 1.4.5.1 (LRA Tirschenreuth⁷ im Rahmen der Eigenüberwachung der GRB, Mitterteich).

Tabelle 5a: Ergebnisse 1 und 2 von 6

Auftraggeber (AG):	GRB-Sammelstelle für radioaktive Stoffe GmbH		
Angebotsnummer:	F6111331/008		
Auftrag:	Umgebungsüberwachung der GRB GmbH Mitterteich zum Vollzug der Wassergesetze und der der Abwasserabgabengesetze gemäß Bescheid des Landratsamts Tirschenreuth mit Zeichen 632/2-23-GJ vom 24.10.2005.		
Sachbearbeiter (GRB):	Herr Josef Dill, Birkgäß 5, D-95666 Mitterteich		
Probenentnahmedatum:	11.06.2024		
Gesamtmenge [L]:	5		
Dichte [g/L]:	998,2		
Messgerät, Typ GEM80:	Messung am low-level-Gamma-Spektrometriemessplatz mit koaxialem HPGe-Detektor Radondicht verschlossen ab 17.06.2024 09:08		
Messgerät, Typ Quantulus 1220	Messung am low-level-LSC		
Bestimmungsgröße A_V :	Aktivitätskonzentration in der Einheit Bq/L		
Erkennungsgrenze	A_V^* : berechnet gemäß KTA-Regel 1504 auf der Grundlage der ISO11929: Werte gerundet.		
Nachweisgrenze	$A_V^{\#}$: berechnet gemäß KTA-Regel 1504 auf der Grundlage der ISO11929: Werte gerundet.		
Erforderlicher Wert der Nachweisgrenze gemäß Auftrag:	$A_{V\text{Soll}}^{\#} \leq 0,05 \text{ Bq } ^{60}\text{Co/L}$		
relative Bestimmungsunsicherheit $u_{\text{rel}}(A_V)$: Angabe bezogen auf ein Vertrauensniveau von 68,3% in der Einheit %.			
Überwachungszeitraum:	Kalenderjahr 2024		

URA-Code#	Herkunft	Probe	Messung	V_{Mess} [L]	Nuklide	Bezugszeitpunkt	Aktivitätskonzentration [Bq/L]					
							A_V^A	$\pm u_{\text{rel}}(A_V)$	A_V^C	A_V^D	A_V^E	$A_V^{\#}$
110000072	Beobachtungsbrunnen 1	Grundwasser	GEM80	3,574	^{60}Co	11.6.24 9:19	< $A_V^{\#}$		entfällt	0,005	0,011	
					^{137}Cs		< $A_V^{\#}$		entfällt	0,007	0,010	
					^{152}Eu		< $A_V^{\#}$		entfällt	0,02	0,04	
					^{131}I		< $A_V^{\#}$		entfällt	0,02	0,04	
					^{226}Ra (^{214}Pb)		0,03	24%	0,01	0,04	0,03	0,06
					^{228}Ra (^{228}Ac)		< $A_V^{\#}$		entfällt	0,02	0,04	
					^{228}Th (^{208}Tl)		< $A_V^{\#}$		entfällt	0,02	0,04	
			LSC	0,302		^{125}I	< $A_V^{\#}$		entfällt	0,07	0,15	
			GEM80	3,574	^{210}Pb	< $A_V^{\#}$		entfällt	0,45	0,90		
					^{238}U ($^{234\text{m}}\text{Pa}$)	< $A_V^{\#}$		entfällt	0,03	0,06		
^{241}Am	< $A_V^{\#}$				entfällt	0,05	0,10					
110000073	Beobachtungsbrunnen 2	Grundwasser	GEM80	3,547	^{60}Co	11.6.24 9:11	< $A_V^{\#}$		entfällt	0,006	0,011	
					^{137}Cs		< $A_V^{\#}$		entfällt	0,007	0,013	
					^{152}Eu		< $A_V^{\#}$		entfällt	0,02	0,04	
					^{131}I		< $A_V^{\#}$		entfällt	0,03	0,07	
					^{226}Ra (^{214}Pb)		0,08	24%	0,04	0,11	0,03	0,06
					^{228}Ra (^{228}Ac)		< $A_V^{\#}$		entfällt	0,02	0,04	
					^{228}Th (^{208}Tl)		< $A_V^{\#}$		entfällt	0,02	0,04	
			LSC	0,302		^{125}I	< $A_V^{\#}$		entfällt	0,09	0,19	
			GEM80	3,547	^{210}Pb	< $A_V^{\#}$		entfällt	0,5	1,0		
					^{238}U (^{234}Th)	< $A_V^{\#}$		entfällt	0,8	1,6		
^{241}Am	< $A_V^{\#}$				entfällt	0,05	0,10					

⁷ Der Bescheid des Landratsamts Tirschenreuth mit Zeichen 632/2-23-GJ vom 24.10.2005 (im Folgenden abgekürzt mit LRA Tirschenreuth).

Tabelle 5b: Ergebnisse 3 und 4 von 6											
Auftraggeber (AG):		GRB-Sammelstelle für radioaktive Stoffe GmbH									
Angebotsnummer:		F6111331/008									
Auftrag:		Umgebungsüberwachung der GRB GmbH Mitterteich zum Vollzug der Wassergesetze und der der Abwasserabgabengesetze gemäß Bescheid des Landratsamts Tirschenreuth mit Zeichen 632/2-23-GJ vom 24.10.2005.									
Sachbearbeiter (GRB):		Herr Josef Dill, Birkigt 5, D-95666 Mitterteich									
Probenentnahmedatum:		11.06.2024									
Gesamtmenge [L]:		5									
Dichte [g/L]:		998,2									
Messgerät, Typ GEM80:		Messung am low-level-Gammaspektrometriemessplatz mit koaxialem HPGe-Detektor (80%) Radondicht verschlossen ab 17.06.2024 09:08									
Messgerät, Typ Quantulus 1220		Messung am low-level-LSC									
Bestimmungsgröße A_V :		Aktivitätskonzentration in der Einheit Bq/L									
Erkennungsgrenze		A_V^* : berechnet gemäß KTA-Regel 1504 auf der Grundlage der ISO11929: Werte gerundet.									
Nachweisgrenze		$A_V^{\#}$: berechnet gemäß KTA-Regel 1504 auf der Grundlage der ISO11929: Werte gerundet.									
Erforderlicher Wert der Nachweisgrenze gemäß Auftrag:		$A_{V,soil}^{\#} \leq 0,05 \text{ Bq } ^{60}\text{Co/L}$									
relative Bestimmungsunsicherheit $u_{rel}(A_V)$: Angabe bezogen auf ein Vertrauensniveau von 68,3% in der Einheit %.											
Überwachungszeitraum:		Kalenderjahr 2024									
URA-Code#	Herkunft	Probe	Messung	V_{mess} [L]	Nuklide	Bezugszeitpunkt	Aktivitätskonzentration [Bq/L]				
							A_V^*	$\pm u_{rel}(A_V)$	A_V^c	A_V^d	A_V^e
110000074	Beobachtungsbrunnen 3	Grundwasser	GEM80	3,550	^{60}Co	11.6.24 9:06	< $A_V^{\#}$		entfällt	0,008	0,016
					^{137}Cs		< $A_V^{\#}$		entfällt	0,008	0,017
					^{152}Eu		< $A_V^{\#}$		entfällt	0,03	0,06
					^{131}I		< $A_V^{\#}$		entfällt	0,05	0,10
					^{226}Ra (^{214}Pb)		0,06 37%	0,02	0,09	0,04	0,08
					^{228}Ra (^{228}Ac)		< $A_V^{\#}$		entfällt	0,03	0,06
					^{228}Th (^{208}Tl)		< $A_V^{\#}$		entfällt	0,02	0,05
			LSC	0,300	^{125}I	< $A_V^{\#}$		entfällt	0,10	0,20	
			GEM80	3,550	^{210}Pb	< $A_V^{\#}$		entfällt	0,6	1,3	
					^{238}U (^{234}Th)	< $A_V^{\#}$		entfällt	0,8	1,7	
^{241}Am	< $A_V^{\#}$				entfällt	0,07	0,13				
110000975	Beobachtungsbrunnen 4	Grundwasser	GEM80	3,572	^{60}Co	11.6.24 9:00	< $A_V^{\#}$		entfällt	0,006	0,011
					^{137}Cs		< $A_V^{\#}$		entfällt	0,006	0,012
					^{152}Eu		< $A_V^{\#}$		entfällt	0,02	0,04
					^{131}I (GEM)		< $A_V^{\#}$		entfällt	0,05	0,11
					^{226}Ra (^{214}Pb)		0,03 53%	0,01	0,07	0,03	0,06
					^{228}Ra (^{228}Ac)		< $A_V^{\#}$		entfällt	0,02	0,04
					^{228}Th (^{208}Tl)		< $A_V^{\#}$		entfällt	0,02	0,04
			LSC	0,300	^{125}I	< $A_V^{\#}$		entfällt			
			GEM80	3,572	^{210}Pb	< $A_V^{\#}$		entfällt	0,5	0,9	
					^{238}U (^{234}Th)	< $A_V^{\#}$		entfällt	0,6	1,2	
^{241}Am	< $A_V^{\#}$				entfällt	0,05	0,10				

Tabelle 5c: Ergebnisse 5 und 6 von 6

Auftraggeber (AG):	GRB-Sammelstelle für radioaktive Stoffe GmbH
Angebotsnummer:	F6111331/008
Auftrag:	Umgebungsüberwachung der GRB GmbH Mitterteich zum Vollzug der Wassergesetze und der der Abwasserabgabengesetze gemäß Bescheid des Landratsamts Tirschenreuth mit Zeichen 632/2-23-GJ vom 24.10.2005.
Sachbearbeiter (GRB):	Herr Josef Dill, Birkigt 5, D-95666 Mitterteich
Probenentnahmedatum:	11.06.2024
Gesamtmenge [L]:	5
Dichte [g/L]:	998,2
Messgerät, Typ GEM80:	Messung am low-level-Gammaspektrometriemessplatz mit koaxialen HPGe-Detektor (80%) Radondicht verschlossen ab 17.06.2024 09:08
Messgerät, Typ Quantulus 1220	Messung am low-level-LSC
Bestimmungsgröße A_V :	Aktivitätskonzentration in der Einheit Bq/L
Erkennungsgrenze	A_V^* : berechnet gemäß KTA-Regel 1504 auf der Grundlage der ISO11929: Werte gerundet.
Nachweisgrenze	$A_V^{\#}$: berechnet gemäß KTA-Regel 1504 auf der Grundlage der ISO11929: Werte gerundet.
gemäß Auftrag:	$A_{V\text{Soil}}^{\#} \leq 0,05 \text{ Bq } ^{60}\text{Co/L}$
relative Bestimmungsunsicherheit $u_{\text{rel}}(A_V)$:	Angabe bezogen auf ein Vertrauensniveau von 68,3% in der Einheit %.
Überwachungszeitraum:	Kalenderjahr 2024

URA-Code#	Herkunft	Probe	Messung	V_{Mess} [L]	Nuklide	Bezugszeitpunkt	Aktivitätskonzentration [Bq/L]				
							A_V^*	$\pm u_{\text{rel}}(A_V)$	$A_V^<$	$A_V^>$	A_V^-
110000076	Vorfluter Seibertsbach vor Einleitung	Oberirdische Gewässer	GEM80	3,570	^{60}Co	11.6.24 8:40	$< A_V^{\#}$		entfällt	0,006	0,012
					^{137}Cs		$< A_V^{\#}$		entfällt	0,007	0,014
					^{152}Eu		$< A_V^{\#}$		entfällt	0,02	0,04
					^{131}I		$< A_V^{\#}$		entfällt	0,05	0,11
					^{226}Ra (^{214}Pb)		$< A_V^{\#}$		entfällt	0,03	0,06
					^{228}Ra (^{228}Ac)		$< A_V^{\#}$		entfällt	0,02	0,04
					^{228}Th (^{208}Tl)		$< A_V^{\#}$		entfällt	0,02	0,04
			LSC	0,301	^{125}I	$< A_V^{\#}$		entfällt	0,05	0,11	
			GEM80	3,570	^{210}Pb	$< A_V^{\#}$		entfällt	0,5	0,9	
					^{238}U (^{234}Th)	$< A_V^{\#}$		entfällt	0,6	1,2	
^{241}Am	$< A_V^{\#}$				entfällt	0,05	0,10				
110000077	Vorfluter Seibertsbach nach Einleitung (bei Brücke)	Oberirdische Gewässer	GEM80	3,567	^{60}Co	11.6.24 8:35	$< A_V^{\#}$		entfällt	0,006	0,011
					^{137}Cs		$< A_V^{\#}$		entfällt	0,006	0,012
					^{152}Eu		$< A_V^{\#}$		entfällt	0,02	0,04
					^{131}I		$< A_V^{\#}$		entfällt	0,04	0,11
					^{226}Ra (^{214}Pb)		$< A_V^{\#}$		entfällt	0,03	0,06
					^{228}Ra (^{228}Ac)		$< A_V^{\#}$		entfällt	0,02	0,04
					^{228}Th (^{208}Tl)		$< A_V^{\#}$		entfällt	0,02	0,03
			LSC	0,301	^{125}I	$< A_V^{\#}$		entfällt	0,06	0,11	
			GEM80	3,567	^{210}Pb	$< A_V^{\#}$		entfällt	0,5	1,0	
					^{238}U (^{234}Th)	$< A_V^{\#}$		entfällt	0,7	1,4	
^{241}Am	$< A_V^{\#}$				entfällt	0,05	0,10				

Anlage 1

Eignungsbestätigung zur Qualitätssicherung
gemäß Regel KTA 1401

RWE Nuclear GmbH bestätigt für die in der VGB-Arbeitsgemeinschaft
"Auftragnehmerbeurteilung" zusammengeschlossenen deutschen Kern-
kraftwerksbetreiber dem Unternehmen



Zentrales Radionuklidlaboratorium und
Laboratorium für Umweltradioaktivität
(URA Labor)

Universität Regensburg
Universitätsstraße 31, 93053 Regensburg



für die Standorte

93053 Regensburg

und den Liefer- und Leistungsumfang

Durchführung von radiochemischen Analysen und
Radi-nuklidmessungen, Bereitstellung eines
Kalibrierphantoms für die In-Situ Gammaskpektrometrie



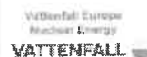
die Eignung zur system- und produktbezogenen Qualitätssicherung.



Die Beurteilung am 26.05.2023 erfolgte durch

RWE Nuclear GmbH

auf der Grundlage der Regel KTA 1401 sowie der Beurteilungsunterla-
gen der VGB-Arbeitsgemeinschaft "Auftragnehmerbeurteilung" unter Be-
rücksichtigung der produktbezogenen Erfordernisse.



Einzelheiten der Beurteilung sind im Bericht RAB 01/2023 enthalten.

Die Bestätigung gilt bis 26.03.2026 unter der Bedingung, dass sich die
zugrunde liegenden Voraussetzungen der Beurteilung nicht ändern.

Essen, den 29.06.2023


Dr. Christian Mönning


Matthias Nandiko

RWE Nuclear GmbH