

FAKULTÄT
CHEMIE UND PHARMAZIE

Zentrales Radionuklidlaboratorium
Umwelt-Radio-Aktivität-Laboratorium

Dr. R. Schupfner URA_Lab. Universität D-93040 Regensburg

GRB- Sammelstelle für radioaktive Stoffe GmbH
zu Händen von Herrn Josef Dill
Birkigt 5

D- 95666 Mitterteich

Dr. Robert Schupfner

Telefon +49 941 943-4939

Telefax +49 941 943-4940

Sekretariat:

Telefon +49 941 943-4602

Telefax +49 941 943-1647

Universitätsstraße 31

D-93053 Regensburg

robert.schupfner@chemie.uni-regensburg.de

www-analytik.chemie.uni-regensburg.de

Unser Zeichen
(F6111331/008)

Ihr Zeichen /
Ihre Nachricht vom 24.02.2015

Ihr Ansprechpartner
Dr. R. Schupfner

Regensburg, den
30.11.2018

Ergebnisbericht 2018 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 1.4.5.1 im Rahmen der Eigenüberwachung

Sehr geehrter Herr Dill,

gemäß Ihrer Bestellung Nr. 053 524 vom 05.03.2015 und unserem Angebot F6111331/008 vom 24.03.2015, haben wir die gammaskpektrometrische Bestimmung der Aktivitätskonzentration einzelner Radionuklide von sechs Wasserproben der liquiden Phasen im Rahmen der Eigenüberwachung durchgeführt und ausgewertet.

Gemäß Abschnitt 1.4 unseres Angebots sende ich Ihnen auf den folgenden Seiten den ausführlichen Ergebnisbericht sowie die Ergebnisse der Bestimmungen in tabellarischer Form.

Für Rückfragen stehe ich Ihnen gerne zur Verfügung.
Mit freundlichen Grüßen,

AOR Dr. Robert Schupfner
Leiter URA-Lab

Ergebnisbericht 2018 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: Gammaspektrometrische 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- Gammaspektrometrie

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, interferenzkorrigierte 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 Nukliderkennungsgrenze im Bericht angegeben.

✓ *Nachweisgrenze $A_V^\#$*

Im Sinne der DIN ISO 11929 ist die Nachweisgrenze $A_V^\#$ identisch zur minimal nachweisbaren Aktivität mit der kritische 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 $u_{rel}(A_V^{\wedge})$*

Der Mittelwert der Posterior-Verteilung wird als der beste Schätzer A_V^{\wedge} des wahren Wertes $A_V^{\#}$ ebenso wie seine relative Unsicherheit $u_{rel}(A_V^{\wedge})$ angegeben.

✓ *Befund*

Ein Nuklid wird als vorhanden erkannt, wenn gilt $A_V^{\wedge} > A_V^*$. Dann wird A_V^{\wedge} und $u_{rel}(A_V^{\wedge})$ 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 18.06.2018 für das Kalenderjahr 2018 von unserem Probennehmer Herr Prantl und mir 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	Medium
Beobachtungsbrunnen 1	Grundwasser
Beobachtungsbrunnen 2	
Beobachtungsbrunnen 3	
Beobachtungsbrunnen 4	
Vorfluter Seibertsbach <u>vor</u> Einleitungsstelle liquider Phasen	Oberflächenwasser
Vorfluter Seibertsbach <u>nach</u> Einleitungsstelle liquider Phasen	

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 Element 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
NaI	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 LIMS³ „manage_p, Teil; p1100“ unter Vergabe der fortlaufenden und anlagenspezifischen URA-Code-#. Die wichtigsten Parameter sind Tabelle 3 aufgelistet.

Am 27.6.2018 wurden die Teilproben für die Messungen der gamma-Strahler mit niedrigen Energien (< 70 keV) und mit höheren Energien (> 100 keV) in unterschiedliche Messgefäße eingewogen.

2.1.3 Probenaufschluss

Die Gesamtprobenmenge von rund 5 L pro Probe wurde auf zwei verschiedene Messgefäße aufgeteilt. In je 1 L Ringschale und in je 4 L Ringschale (siehe Abbildungen 1 und 2) .

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 für das Kalenderjahr 2018.

URA-Code#	Probennahmezeitraum		Herkunft	Probe	Menge Gesamt	Überführte Masse [g] in		Radondicht Datum/Uhrzeit
	Beginn	Ende				4L Ringschale	1L Ringschale	
110000024	18.6.18 10:05	18.6.18 10:15	Beobachtungsbrunnen 1	Grundwasser	5 L	3562	1019	27.06.2018 14:15
110000025	18.6.18 10:20	18.6.18 10:30	Beobachtungsbrunnen 4	Grundwasser	5 L	3596	1027	27.06.2018 14:15
110000026	18.6.18 10:32	18.6.18 10:37	Beobachtungsbrunnen 3	Grundwasser	5 L	3531	1020	27.06.2018 14:25
110000027	18.6.18 10:37	18.6.18 10:43	Beobachtungsbrunnen 2	Grundwasser	5 L	3357	1020	27.06.2018 14:30
110000028	18.6.18 10:45	18.6.18 10:55	Vorfluter Seibertsbach na	Grundwasser	5 L	3501	1033	27.06.2018 14:55
110000029	18.6.18 10:55	18.6.18 11:05	Vorfluter Seibertsbach vo	Grundwasser	5 L	3590	1030	27.06.2018 15:05

³ Laborinformationsmanagementsystem

3. Analysen- und Bestimmungsmethoden

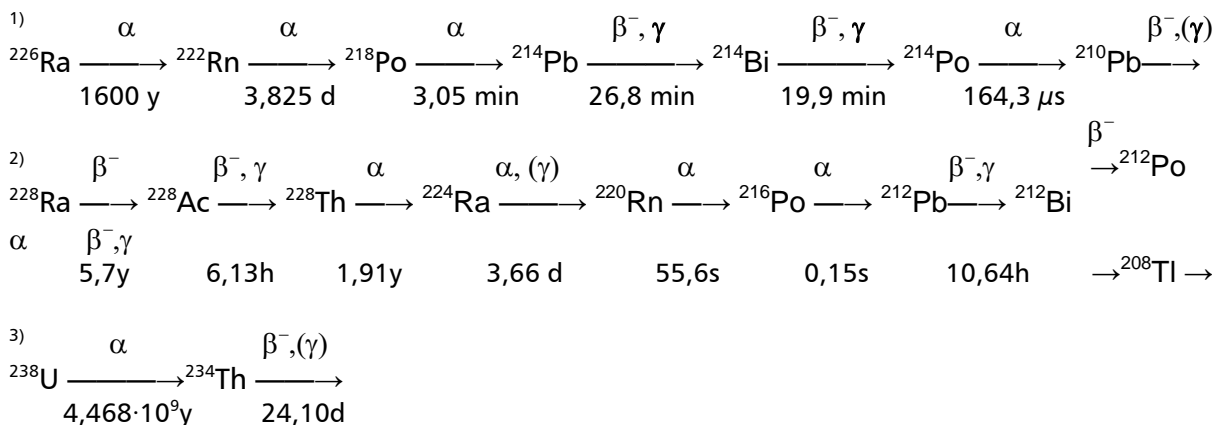
3.1 Bestimmungsgröße und Radionuklide

Bestimmungsgröße ist die Aktivitätskonzentration einzelner gammastrahlender Radionuklide in der Einheit Bq/L. Bezugszeitpunkt der Aktivitätsbestimmung ist die die Mitte des Probennahmezeitraums (siehe Tabelle 3). Die zu bestimmenden gammastrahlenden Radionuklide wurden von der GRB-Mitterteich festgelegt. Nach GRB-Mitterteich sollen folgende in Tabelle 4 aufgelistete Radionuklide bestimmt werden:

Tabelle 4: Zu bestimmende Radionuklide.

Radionuklid	Bestimmt über Radionuklid unter der Annahme des radioaktiven Gleichgewichts mit	Bestimmungsmethode	Bemerkung zur Probenvorbereitung
⁶⁰ Co	Entfällt	Low-level-Gammaspektrometriemessplatz mit koaxialem HPGe-Detektor	Zugabe von stabilem Co ²⁺
¹³⁷ Cs	^{137m} Ba		Zugabe von stabilem Cs ⁺
¹³¹ I	Entfällt		Zugabe von stabilem I ⁻
¹⁵² Eu	Entfällt		Zugabe von stabilem Eu ²⁺
²²⁶ Ra ¹⁾	²¹⁴ Pb		3 Wochen Radondicht lagern
²²⁸ Ra ²⁾	²²⁸ Ac		entfällt
²²⁸ Th ²⁾	²⁰⁸ Tl		analog ²²⁶ Ra
¹²⁵ I	Entfällt	Low-level-Gammaspektrometriemessplatz mit planarem HPGe-Detektor	Zugabe von stabilem I ⁻
²¹⁰ Pb	Entfällt		Zugabe von stabilem Pb ²⁺
²³⁸ U ³⁾	²³⁴ Th		Ansäuern
²⁴¹ Am	Entfällt		Ansäuern

In folgenden Zerfallsreihen werden die geeigneten gammastrahlenden Radionuklide (im folgenden mit γ bezeichnet) bestimmt. Das Zeichen (γ) bedeutet, dass der betreffende Gammaübergang nur eine geringe Emissionswahrscheinlichkeit von unter 10% aufweist und deshalb bei der Messung eine erhöhte Nachweisgrenze in Kauf genommen werden muß.



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: ²²²Rn und ²²⁰Rn. Begründung: Nach Anlage VII Teil D Tabelle 4 Spalte 3 zu §47 StrlSchV 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 Co, ¹³¹ I, ¹³⁷ Cs, ¹⁵² Eu	Low-level-Gammaskpektrometrie-messplatz mit koaxialem HPGe-Detektor	γ	AAGammaUKA ^{*)} H-γ-SPEKT-AWASS-01
²²⁶ Ra (²¹⁴ Pb) ²²⁸ Ra (²²⁸ Ac) ²²⁸ Th (²⁰⁸ Tl) im radioaktiven Gleichgewicht mit Rn-Isotopen			AAGammaURA (rad.GG) ^{**)} Inklusive 3 Wochen radondichte Lagerung der Proben vor der Messung
¹²⁵ I, ²¹⁰ Pb, ²⁴¹ Am	Low-level-Gammaskpektrometriemessplatz mit planarem HPGe-Detektor		AAGammaURA ^{**)}
²³⁸ U (²³⁴ Th)			

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

^{**)} Arbeitsanweisung in Anlehnung an ähnliche Projekte des URA-Lab

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 Aktivitätsbestimmungen verwendet werden, werden regelmäßig interne und externe Qualitätssicherungsmaßnahmen durchgeführt (Abschnitt 2). Zur Gammaskpektrometrie stehen vier hochauflösende Reinstgermaniumdetektoren für Messungen im höheren wie ⁶⁰Co, ¹³⁷Cs, ²²⁶Ra (²¹⁴Pb), ²²⁸Ra (²²⁸Ac) und zwei im niedrigeren Energiebereich, wie ²⁴¹Am, ²¹⁰Pb, ¹²⁵I zur Verfügung. Vier haben koaxiale Detektorgeometrie (25 % bis 80% relative Efficiency) und zwei haben planare Detektorgeometrie, sind aber mit einem Be-Fenster ausgestattet. 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.

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

Tabelle 6a: Spektrometerkomponenten der Gammaspektrometrie für den Detektor des Typs „PGP“ (nach EG&G Ortec)

Spektrometerkomponenten	Bezeichnung	Modell Nr.
Spektrometergehäuse	Modular System BIN	4001C
Hochspannungsquelle	5 kV Detector Bias Supply	459
Hauptverstärker	Spectroscopy Amplifier	672
Vielkanalanalysator	Spectrum Master	919

Tabelle 6b: Eigenschaften des Detektors vom Typ PGP (HPGe) (nach DSG)

Detektormaterial	Reinstgermanium
Detektorgeometrie	planar
Dotierung	p-type
Betriebstemperatur	77 K
Arbeitsspannung	-2000 V
Kristalldurchmesser	51 mm
Tiefe	10 mm
aktive Fläche	2000 mm ²
absorbierende Schichten	Be-Fenster
Halbwertsbreit	0,71 keV bei Co-57 (122 keV)

Tabelle 6c: Spektrometerkomponenten der Gammaspektrometrie für den Detektor des Typs „GEM80P4“ (nach EG&G Ortec)

Spektrometerkomponenten	Bezeichnung	Bemerkung
Spektrometergehäuse	DSPECT	Digitale Elektronik
Hochspannungsquelle		
Hauptverstärker		
Vielkanalanalysator		

Tabelle 6d: 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 planar. Hier werden bevorzugt Gammastrahler niedriger Gammaenergien wie ¹²⁵I, ²¹⁰Pb, ²⁴¹Am und ²³⁴Th detektiert.

Der Detektor nach Tabelle 6d ist koaxial und eignet sich für die Detektion mittel- bis höherenergetischer Gammastrahlung. Für die Bestimmungen der nieder- und der mittel- bis höherenergetischen Gammastrahlung. Dabei kamen unterschiedliche Meßgeometrien zum Einsatz.

Es wurden die Geometrien „1 L Ringschale“ für niederenergetische Gammastrahlung und „4 L Ringschale“ für mittel- bis höherenergetische Gammastrahlung 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, I-125

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
¹²⁵ I	entfällt	35,49
²¹⁰ Pb	entfällt	46,52
²⁴¹ Am	entfällt	59,54
²³⁸ U	²³⁴ Th	63,23

Korrekturen: Die Nulleffektszählraten wurden korrigiert. Die Aktivität wird auf den Zeitpunkt der Mitte des Probennahmezeitpunkts zurück gerechnet.

3.3 Nachweisgrenzen

Es wird die nach REI⁵ und LRA Tirschenreuth⁶ festgelegte Nachweisgrenze von 0,05 Bq/L für das Referenznuklid 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.

⁵ 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).

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

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.

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 und
- ✓ als bestellte Inkorporationsmessstelle 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 erfahrenem technischen 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.

4.6.2 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 GMBL 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 8a bis 8c sind die Ergebnisse der gammaspektrometrischen Bestimmung der Aktivitätskonzentration einzelner Radionuklide von sechs Wasserproben der liquiden Phasen im Rahmen der Analysen und Berichterstattung nach Abschnitt 1.4.5.1 (LRA Tirschenreuth⁷ im Rahmen der Eigenüberwachung der GRB, Mitterteich).

Tabelle 8a: 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:		18.06.2018										
Gesamtmenge [L]:		5										
Dichte [g/L]:		998,2										
Messgerät, Typ GEM80:		Messung am low-level-Gammaspektrometriemessplatz mit koaxialem HPGe-Detektor (80%) Radondicht verschlossen ab 27.06.2018 14:15 bis 27.06.2018 15:05										
Messgerät, Typ PGP:		Messung am low-level-Gammaspektrometriemessplatz mit planarem HPGe-Detektor (10%)										
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.										
relative Bestimmungsunsicherheit $u_{rel}(A_v)$:		Angabe bezogen auf ein Vertrauensniveau von 68,3% in der Einheit %.										
Überwachungszeitraum:		Kalenderjahr 2018										
URA-Code#	Herkunft	Probe	Messung	Messzeit [s]	V_{mess} [L]	Nuklide	Bezugszeitpunkt	Aktivitätskonzentration [Bq/L]				
								A_v^{\wedge}	$\pm u_{rel}(A_v)$	$A_v^{<}$	$A_v^{>}$	$A_v^{\#}$
110000024	Beobachtungsbrunnen 1	Grundwasser	GEM80	240112	3,561	⁶⁰ Co	18.6.18 10:10	< $A_v^{\#}$	entfällt	0,005	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	0,6	1,3 ³⁾	
						²²⁶ Ra (²¹⁴ Pb)		< $A_v^{\#}$	entfällt	0,02	0,03	
						²²⁸ Ra (²²⁸ Ac)		< $A_v^{\#}$	entfällt	0,02	0,05	
						²²⁸ Th (²⁰⁸ Tl)		< $A_v^{\#}$	entfällt	0,02	0,04	
		PGP	260423	1,019	¹²⁵ I	< $A_v^{\#}$	entfällt	0,5	1,0			
					²¹⁰ Pb	< $A_v^{\#}$	entfällt	0,5	1,0			
					²³⁸ U (²³⁴ Th)	< $A_v^{\#}$	entfällt	0,5	1,1			
					²⁴¹ Am	< $A_v^{\#}$	entfällt	0,04	0,09			
110000025	Beobachtungsbrunnen 4	Grundwasser	GEM80	98223	3,595	⁶⁰ Co	18.6.18 10:25	< $A_v^{\#}$	entfällt	0,008	0,016	
						¹³⁷ Cs		< $A_v^{\#}$	entfällt	0,01	0,02	
						¹⁵² Eu		< $A_v^{\#}$	entfällt	0,03	0,06	
						¹³¹ I		< $A_v^{\#}$	entfällt	1,6	3,3 ⁴⁾	
						²²⁶ Ra (²¹⁴ Pb)		< $A_v^{\#}$	entfällt	0,02	0,05	
						²²⁸ Ra (²²⁸ Ac)		< $A_v^{\#}$	entfällt	0,03	0,06	
						²²⁸ Th (²⁰⁸ Tl)		< $A_v^{\#}$	entfällt	0,03	0,06	
		PGP	345360	1,027	¹²⁵ I	< $A_v^{\#}$	entfällt	0,4	0,8			
					²¹⁰ Pb	< $A_v^{\#}$	entfällt	0,4	0,8			
					²³⁸ U (²³⁴ Th)	< $A_v^{\#}$	entfällt	0,5	1,0			
					²⁴¹ Am	< $A_v^{\#}$	entfällt	0,04	0,07			

³⁾ $A_v^{\#}$ zum Zeitpunkt der Messung: rund 0,01 Bq ¹³¹I/L

⁴⁾ $A_v^{\#}$ zum Zeitpunkt der Messung: rund 0,02 Bq ¹³¹I/L

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

**Ergebnisbericht 2018 der Umgebungsüberwachung der GRB-Sammelstelle 13 von 15
für radioaktive Stoffe GmbH**

Tabelle 8b: 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:	18.06.2018
Gesamtmenge [L]:	5
Dichte [g/L]	998,2
Messgerät, Typ GEM80:	Messung am low-level-Gammspektrometriemessplatz mit koaxialem HPGe-Detektor (80%) Radondicht verschlossen ab 27.06.2018 14:15 bis 27.06.2018 15:05
Messgerät, Typ PGP:	Messung am low-level-Gammspektrometriemessplatz mit planarem HPGe-Detektor (10%)
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.
relative Bestimmungsunsicherheit $u_{rel}(A_V)$:	Angabe bezogen auf ein Vertrauensniveau von 68,3% in der Einheit %.
Überwachungszeitraum:	Kalenderjahr 2018

URA-Code#	Herkunft	Probe	Messung	Messzeit [s]	V_{mess} [L]	Nuklide	Bezugszeitpunkt	Aktivitätskonzentration [Bq/L]			
								Mittelwert $\pm u_{rel}(A_V)$		EKG(A_V)	NWG(A_V)
110000026	Beobachtungsbrunnen 3	Grundwasser	GEM80	258436	3,538	^{60}Co	18.6.18 10:34	< $A_V^{\#}$	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	1,1	2,2 ³⁾
						^{226}Ra (^{214}Pb)		0,02 55%	0,002 0,04	0,02	0,03
						^{228}Ra (^{228}Ac)		< $A_V^{\#}$	entfällt	0,02	0,05
			^{228}Th (^{208}Tl)	< $A_V^{\#}$	entfällt	0,02	0,04				
			PGP	345360	1,021	^{125}I	< $A_V^{\#}$	entfällt	0,4	0,9	
						^{210}Pb	< $A_V^{\#}$	entfällt	0,7	1,5	
						^{238}U (^{234}Th)	< $A_V^{\#}$	entfällt	1,0	2,0	
^{241}Am	< $A_V^{\#}$	entfällt				0,04	0,07				
110000027	Beobachtungsbrunnen 2	Grundwasser	GEM80	92226	3,363	^{60}Co	18.6.18 10:40	< $A_V^{\#}$	entfällt	0,01	0,02
						^{137}Cs		< $A_V^{\#}$	entfällt	0,01	0,02
						^{152}Eu		< $A_V^{\#}$	entfällt	0,04	0,07
						^{131}I		< $A_V^{\#}$	entfällt	2,5	5,1 ⁴⁾
						^{226}Ra (^{214}Pb)		0,09032 21%	0,0528 0,1279	0,03	0,05
						^{228}Ra (^{228}Ac)		< $A_V^{\#}$	entfällt	0,03	0,07
			^{228}Th (^{208}Tl)	< $A_V^{\#}$	entfällt	0,03	0,06				
			PGP	288645	1,022	^{125}I	< $A_V^{\#}$	entfällt	0,5	1,0	
						^{210}Pb	< $A_V^{\#}$	entfällt	0,4	0,9	
						^{238}U (^{234}Th)	< $A_V^{\#}$	entfällt	0,5	1,0	
^{241}Am	< $A_V^{\#}$	entfällt				0,04	0,08				

³⁾ NWG(A_V) zum Zeitpunkt der Messung: 0,01 Bq ^{131}I /L

⁴⁾ NWG(A_V) zum Zeitpunkt der Messung: 0,02 Bq ^{131}I /L

**Ergebnisbericht 2018 der Umgebungsüberwachung der GRB-Sammelstelle 14 von 15
für radioaktive Stoffe GmbH**

Tabelle 8c: 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, Birkiqt 5, D-95666 Mitterteich
Probenentnahmedatum:	18.06.2018
Gesamtmenge [L]:	5
Dichte [g/L]	998,2
Messgerät, Typ GEM80:	Messung am low-level-Gammspektrometriemessplatz mit koaxialem HPGe-Detektor (80%) Radondicht verschlossen ab 27.06.2018 14:15 bis 27.06.2018 15:05
Messgerät, Typ PGP:	Messung am low-level-Gammspektrometriemessplatz mit planarem HPGe-Detektor (10%)
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.
relative Bestimmungsunsicherheit $u_{rel}(A_V)$:	Angabe bezogen auf ein Vertrauensniveau von 68,3% in der Einheit %.
Überwachungszeitraum:	Kalenderjahr 2018

URA-Code#	Herkunft	Probe	Messung	Messzeit [s]	V_{Mess} [L]	Nuklide	Bezugszeitpunkt	Aktivitätskonzentration [Bq/L]			
								Mittelwert $\pm u_{rel}(A_V)$	EKG(A_V)	NWG(A_V)	
110000028	Vorfluter Seibertsbach nach Einleitung bei Brücke	Grundwasser	GEM80	86763	3,507	^{60}Co	18.6.18 10:50	< $A_V^{\#}$	entfällt	0,01	0,02
						^{137}Cs		< $A_V^{\#}$	entfällt	0,01	0,02
						^{152}Eu		< $A_V^{\#}$	entfällt	0,03	0,07
						^{131}I		< $A_V^{\#}$	entfällt	2,6	5,3 ⁵⁾
						^{226}Ra (^{214}Pb)		< $A_V^{\#}$	entfällt	0,03	0,05
						^{228}Ra (^{228}Ac)		< $A_V^{\#}$	entfällt	0,03	0,07
						^{228}Th (^{208}Tl)		< $A_V^{\#}$	entfällt	0,03	0,06
						^{125}I		< $A_V^{\#}$	entfällt	0,5	1,0
		PGP	312640	1,035	^{210}Pb	< $A_V^{\#}$	entfällt	0,4	0,8		
					^{238}U (^{234}Th)	< $A_V^{\#}$	entfällt	0,5	1,0		
110000029	Vorfluter Seibertsbach vor Einleitung	Grundwasser	GEM80	85495	3,597	^{60}Co	18.6.18 11:00	< $A_V^{\#}$	entfällt	0,01	0,02
						^{137}Cs		< $A_V^{\#}$	entfällt	0,01	0,02
						^{152}Eu		< $A_V^{\#}$	entfällt	0,03	0,07
						^{131}I		< $A_V^{\#}$	entfällt	3,1	6,4 ⁶⁾
						^{226}Ra (^{214}Pb)		< $A_V^{\#}$	entfällt	0,03	0,05
						^{228}Ra (^{228}Ac)		< $A_V^{\#}$	entfällt	0,03	0,07
						^{228}Th (^{208}Tl)		< $A_V^{\#}$	entfällt	0,03	0,06
						^{125}I		< $A_V^{\#}$	entfällt	0,2	0,5
		PGP	1391212	1,032	^{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	0,02	0,04	

⁵⁾ NWG(A_V) zum Zeitpunkt der Messung: 0,02 Bq ^{131}I /L

⁶⁾ NWG(A_V) zum Zeitpunkt der Messung: 0,02 Bq ^{131}I /L

Eignungsbestätigung zur Qualitätssicherung gemäß Regel KTA 1401

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

VGB
POWERTECH

Zentrales Radionuklidlaboratorium und Laboratorium für Umweltradioaktivität (URA Labor)

Universität Regensburg
Universitätsstraße 31, 93053 Regensburg

EnBW

für den Standort

93053 Regensburg

und den Liefer- und Leistungsumfang

Preussen
Elektra

Durchführung von radiochemischen Analysen und Radionuklidmessungen. Bereitstellung eines Kalibrierphantoms für die In-Situ Gammaskopimetrie

die Eignung zur system- und produktbezogenen Qualitätssicherung.

RWE

Die Beurteilung am 27.03.2018 erfolgte durch

RWE Nuclear GmbH

auf der Grundlage der **Regel KTA 1401** sowie der Beurteilungsunterlagen der VGB-Arbeitsgemeinschaft "Auftragnehmerbeurteilung" unter Berücksichtigung der produktbezogenen Erfordernisse.

Vollkraft Energie
Nuclear Energy
WATTENPAU

Einzelheiten der Beurteilung sind im Bericht KWB 01/2018 enthalten.

Die Bestätigung gilt bis **26. März 2021** unter der Bedingung, dass sich die zugrunde liegenden Voraussetzungen der Beurteilung nicht ändern.

Essen, den 10. Juli 2018

i.V. Metztler

i.V. Dr. Schöbe

Torsten Metzler

Dr. Thomas Schöbe

RWE Nuclear GmbH