

	<b>Projektvermerk 4</b>	Datum 05.12.2023
---	-------------------------	---------------------

<b>Projekt:</b>	Brake, Fachbegleitung
<b>K-Nr. NCC:</b>	NI159-02.06
<b>Thema:</b>	Kontrollanalytik von Abfallproben
<b>Verteiler</b>	GIB Entsorgung Wesermarsch GmbH / Hr. Lee

### Vorgang, Aufgabe

Im Zusammenhang mit der geplanten Deponierung von etwa 40 Mg Freigabeabfall des KKW Unterweser (KKU) auf der Deponie Brake wurden von NCC im Auftrag der GIB vier Kontrollproben (Im Weiteren bezeichnet mit NCC-1, NCC-2, NCC-3, NCC-4) entnommen.

Die Probenahmeprotokolle wurden mit der NCC-Kennung NI159-02.04 an GIB geschickt.

Für die Analytik wurde folgendes Messprogramm abgestimmt und das Labor IAF damit beauftragt:

Messaufgabe	Kommentare, Hinweise
Gammastrahlenspektrometrie Feststoff	Parametersatz und Nachweisgrenzen identisch wie bei Proben KKU
Elution mit Wasser durch Schüttelverfahren oder Säulenschnellverfahren Flüssigkeits-Feststoffverhältnis 2:1	Das Eluat muss geeignet sein, um die geforderten Nachweisgrenzen (s. Gammastrahlenspektrometrie Eluat unten) zu erreichen
Bestimmung von Tritium im Eluat	Gewünschte Nachweisgrenze 10 Bq/l
Gammastrahlenspektrometrie Eluat mit Ausweisen der Radionuklide Co-60, Cs-134, Cs-137	Geforderte Nachweisgrenze: Co-60 – 20 Bq/l, Cs-134 – 20 Bq/l, Cs-137 – 30 Bq/l
Ergänzende Angabe von U-238, Ra-226, Ra-228, Th-228, K-40 im Eluat	Keine speziellen Anforderungen an die Nachweisgrenze
Abfalldeklaration gemäß Deponieverordnung DK-II	

Die Messergebnisse wurden am 04.12.2023 von IAF an NCC übermittelt und der GIB unverzüglich mitgeteilt. NCC wurde daraufhin von GIB beauftragt, die radiologischen Messergebnisse zu bewerten. Diese Aufgabe wird mit vorliegendem Projektvermerk umgesetzt.

### Bewertung „Gammastrahlenspektrometrie Feststoff“

Der Laborbericht mit den Ergebnissen der Gammastrahlenspektrometrie Feststoff ist als Anlage 1 diesem Projektvermerk beigelegt.

Maßstab zur Bewertung sind die Freigabewerte nach Anlage 4 Tabelle 1 Spalte 10 StrlSchV. Diese Freigabewerte stellen sicher, dass bei einer Beseitigung von jährlich bis zu 1000 Mg Abfällen auf einer Deponie nur geringfügige Expositionen auftreten. Die Geringfügigkeit wird daran bemessen, dass die natürliche Exposition von ca. 2 mSv im Kalenderjahr um höchstens eine zusätzliche Exposition im Bereich von 0,01 mSv (10 µSv) im Kalenderjahr erhöht werden kann.

In Tabelle 1 sind die Messergebnisse nach Laborbericht (Anlage 1) zusammengestellt. Das Radionuklid K-40 ist ein natürlich vorkommendes Radionuklid und kann in der Regel bei Freigaben außer Acht gelassen werden.

Von den übrigen Radionukliden wurden in den Proben spezifische Aktivitäten von Co-60 und Cs-137 mit Werten über der Nachweisgrenze ermittelt. Alle sonstigen im Gammastrahlenspektrum geprüften Radionuklide kommen nicht oder nur mit spezifischen Aktivitäten unter der Nachweisgrenze vor.

**Tabelle 1:** Messergebnisse „Gammaskpektrometrie Feststoff“ und Bewertungsmaßstäbe nach Anlage 4 StrlSchV

		NCC-1		NCC-2		NCC-3		NCC-4		Freigrenze	Freigabewert
	Einheit	Prüfergebnis		Prüfergebnis		Prüfergebnis		Prüfergebnis		Sp. 3	Sp. 10
K-40	Bq/kg	<	7,04	<	11,4	<	8,91	<	11,3	1000	300
Mn-54	Bq/kg	<	0,72	<	1,13	<	0,939	<	1,21	100	6000
Co-57	Bq/kg	<	0,395	<	0,625	<	0,493	<	0,658	1000	50000
Co-60	Bq/kg		6,16		1,98	<	0,847		11,7	100	2000
Zn-65	Bq/kg	<	1,11	<	1,59	<	1,28	<	1,79	100	8000
Nb-94	Bq/kg	<	0,608	<	0,922	<	0,73	<	0,993	100	3000
Ru-106	Bq/kg	<	5,74	<	9,41	<	7,64	<	9,58	100	20000
Ag-108M	Bq/kg	<	0,626	<	1	<	0,772	<	1,05	100	1000
Ag-110M	Bq/kg	<	0,754	<	1,16	<	0,967	<	1,26	100	2000
Sb-125	Bq/kg	<	1,82	<	2,81	<	2,18	<	2,86	100	10000
Ba-133	Bq/kg	<	0,872	<	1,32	<	1,11	<	1,4	100	10000
Cs-134	Bq/kg	<	0,672	<	1,06	<	0,836	<	1,1	100	3000
Cs-137	Bq/kg		5,03	<	1,16		1,18		1,54	100	8000
Eu-152	Bq/kg	<	1,35	<	2,13	<	1,68	<	2,25	100	4000
Eu-154	Bq/kg	<	0,906	<	1,45	<	1,13	<	1,49	100	4000
Eu-155	Bq/kg	<	9,01	<	13,5	<	22,3	<	27,2	10000	100000
Am-241	Bq/kg	<	1,49	<	10,1	<	1,92	<	2,53	100	1000

Als Bewertungsmaßstäbe sind in Tabelle 1 die Freigrenzen nach Anlage 4 Tabelle 1 Spalte 3 StrlSchV und die Freigabewerte nach Anlage 4 Tabelle 1 Spalte 10 StrlSchV eingetragen. Dabei wurden die Angaben der StrlSchV (Bq/g) in die Einheit des Laborberichtes (Bq/kg) umgerechnet.

Die Geringfügigkeitsschwelle der Dosis wird bei der Deponierung von Freigabeabfall in der Praxis nur zu Bruchteilen ausgeschöpft, da

- die spezifische Aktivität der Freigabeabfälle die erlaubten Freigrenzen nicht zu 100 % ausschöpft und
- die hier zu betrachtende Masse von ca. 40 Mg deutlich unter der Bezugsmasse der StrlSchV von 1000 Mg liegt.

Die Ausschöpfung der Freigabeanforderungen hinsichtlich der spezifischen Aktivitäten können durch Summation aller nuklidspezifischen Verhältniswerte (s. Tabelle 2) bemessen werden. In Tabelle 2 wird eine entsprechende Auswertung vorgenommen. Die Summe aller Verhältniswerte gibt den (unrealistischen) Maximalwert der Ausschöpfung an, die nur mit den Werten von Co-60 und Cs-137 berechneten Summenwerte geben den Bereich der Ausschöpfung an, der mindestens zu veranschlagen ist.

Im Mittel aller vier Proben ergibt sich aus den hier ausgewerteten Messdaten, dass die Freigabewerte der StrlSchV zu etwa 1 % (Min: 0,3 % - Max 4,3%) ausgeschöpft werden.

Da außerdem die Bezugsmasse der StrlSchV von 1000 Mg bei der Deponierung von 40 Mg Abfall in 2023 nur zu 4 % ausgeschöpft wird, ist die Geringfügigkeitsschwelle der Dosis nur zu 0,04 % ausgeschöpft, d.h. die zu erwartende Exposition der Deponiemitarbeiter kann mit ca. 4 Nano-Sievert (nSv) (0,004 µSv) abgeschätzt werden. Dieser Wert ist strahlenschutzseitig als belanglos zu bewerten.

**Tabelle 2:** *Verhältnswerte der Messwerte der spezifischen Aktivität zu den Freigabewerten nach Anlage 4 Tab. 1 Sp. 10 StrISchV*

	NCC-1		NCC-2		NCC-3		NCC-4	
K-40	<	0,02347	<	0,03800	<	0,02970	<	0,03767
Mn-54	<	0,00012	<	0,00019	<	0,00016	<	0,00020
Co-57	<	0,00001	<	0,00001	<	0,00001	<	0,00001
Co-60		0,00308		0,00099	<	0,00042		0,00585
Zn-65	<	0,00014	<	0,00020	<	0,00016	<	0,00022
Nb-94	<	0,00020	<	0,00031	<	0,00024	<	0,00033
Ru-106	<	0,00029	<	0,00047	<	0,00038	<	0,00048
Ag-108M	<	0,00063	<	0,00100	<	0,00077	<	0,00105
Ag-110M	<	0,00038	<	0,00058	<	0,00048	<	0,00063
Sb-125	<	0,00018	<	0,00028	<	0,00022	<	0,00029
Ba-133	<	0,00009	<	0,00013	<	0,00011	<	0,00014
Cs-134	<	0,00022	<	0,00035	<	0,00028	<	0,00037
Cs-137		0,00063	<	0,00015		0,00015		0,00019
Eu-152	<	0,00034	<	0,00053	<	0,00042	<	0,00056
Eu-154	<	0,00023	<	0,00036	<	0,00028	<	0,00037
Eu-155	<	0,00009	<	0,00014	<	0,00022	<	0,00027
Am-241	<	0,00149	<	0,01010	<	0,00192	<	0,00253
Max		3,2%		5,4%		3,6%		5,1%
Min		0,4%		0,1%		0,1%		0,6%

### Bewertung „Eluatanalysen“

Der Laborbericht mit den Ergebnissen der Gammaskpektrometrie Feststoff ist als Anlage 2 diesem Projektvermerk beigelegt. Die Messergebnisse (ohne Messunsicherheit) sind in Tabelle 3 für natürlich vorkommende Radionuklide und in Tabelle 4 für weitere Radionuklide zusammengestellt.

Die Messergebnisse aller untersuchter Radionuklide mit Ausnahme von Tritium (H-3) liegen unter der Nachweisgrenze.

**Tabelle 3:** *Messergebnisse „Eluatanalysen“ für natürliche Radionuklid*

		NCC-1		NCC-2		NCC-3		NCC-4	
	Einheit	Prüfergebnis		Prüfergebnis		Prüfergebnis		Prüfergebnis	
K-40	Bq/kg	<	2,9	<	3,62	<	4,54	<	4,91
U-238-Reihe									
Ra-226	Bq/kg	<	2,98	<	3,57	<	2,94	<	3,4
Th-232-Reihe									
Ra-228	Bq/kg	<	0,693	<	0,889	<	0,705	<	0,752

**Tabelle 4:** Messergebnisse „Eluatanalysen“ und Bewertungsmaßstäbe nach Anlage 11 StrlSchV

		NCC-1		NCC-2		NCC-3		NCC-4		Tabelle 6
	Einheit	Prüfergebnis		Prüfergebnis		Prüfergebnis		Prüfergebnis		Spalte 3
H-3	Bq/l		1090		476		646		280	100000
Mn-54	Bq/kg	<	0,167	<	0,113	<	0,17	<	0,246	2000
Co-57	Bq/kg	<	0,073	<	0,118	<	0,092	<	0,11	3000
Co-60	Bq/kg	<	0,201	<	0,155	<	0,224	<	0,234	200
Zn-65	Bq/kg	<	0,278	<	0,345	<	0,352	<	0,454	300
Nb-94	Bq/kg	<	0,153	<	0,172	<	0,182	<	0,226	600
Ru-106	Bq/kg	<	1,33	<	1,98	<	1,72	<	1,88	100
Ag-108M	Bq/kg	<	0,18	<	0,18	<	0,19	<	0,241	400
Ag-110M	Bq/kg	<	0,18	<	0,215	<	0,187	<	0,267	400
Sb-125	Bq/kg	<	0,477	<	0,491	<	0,448	<	0,554	800
Ba-133	Bq/kg	<	0,223	<	0,235	<	0,26	<	0,27	400
Cs-134	Bq/kg	<	0,157	<	0,229	<	0,197	<	0,199	200
Cs-137	Bq/kg	<	0,161	<	0,217	<	0,217	<	0,198	300
Eu-152	Bq/kg	<	0,255	<	0,4	<	0,337	<	0,414	500
Eu-154	Bq/kg	<	0,173	<	0,256	<	0,234	<	0,249	400
Eu-155	Bq/kg	<	0,305	<	0,407	<	0,39	<	0,405	2000
Am-241	Bq/kg	<	0,19	<	0,226	<	0,26	<	0,292	2

Maßstab zur Bewertung der Eluate sind die Werte der maximal zulässige Aktivitätskonzentration im Wasser, das aus Strahlenschutzbereichen in Abwasserkanäle eingeleitet wird (Anlage 11 Teil D Tabelle 6 Spalte 3 StrlSchV). Da die Abwassermenge der Deponie Brake mit ca. 10.000 m<sup>3</sup> im Jahr geringer ist als 100.000 m<sup>3</sup>/a, ist zur Bemessung der Ableitung nach Anlage 11 Teil D Nr. 2.1.1 das Zehnfache der Tabellenwerte nach Anlage 11 Teil D Tabelle 6 Spalte 3 StrlSchV zu verwenden. Diese Werte umgerechnet in die Einheit des Laborberichtes (Bq/kg) sind in Tabelle 4 mit aufgeführt.

Die Ausschöpfung der Ableitwerte kann ebenfalls durch Summation aller nuklidspezifischen Verhältniswerte (s. Tabelle 5) bemessen werden. In Tabelle 5 wird eine entsprechende Auswertung vorgenommen. Die Summe aller Verhältniswerte gibt den (unrealistischen) Maximalwert der Ausschöpfung an. Der mit den Werten von H-3 berechnete „Summenwert“ gibt den Bereich der Ausschöpfung an, der mindestens zu veranschlagen ist.

Im Mittel aller vier Proben ergibt sich aus den hier ausgewerteten Messdaten, dass die Ableitwerte der StrlSchV zu etwa 0,6 % vom Tritium ausgeschöpft werden. Die Summenwerte der anderen Radionuklide ergeben rechnerisch einen Maximalwert der Ausschöpfung von ca. 15 %, wobei dieser Wert die Grenzen der Analyseverfahren besser charakterisiert als die tatsächlichen Radionuklidfreisetzungen aus dem Abfall.

Um abzuschätzen, welchen Einfluss die Deponierung der Freigabeabfälle auf das Sickerwasser haben könnte, wird folgendes Modell genutzt:

- Annahme: Die Messwerte von Tritium im Eluat sind repräsentativ für das in einem Jahr freisetzbare Tritium-Inventar des Abfalls.
- Der Wertebereich der Messwerte liegt bei (gerundet) 300 Bq/l bis 1000 Bq/l.
- Bei einem Feststoff – Wasser Verhältnis von 1:2 im Eluat errechnet sich ein freisetzbares Tritium- Inventar von 600 Bq/kg bis 2000 Bq/kg.
- Durch die Deponierung von 40 Mg Abfall gelangen folglich 24 MBq bis 80 MBq freisetzbares Tritium auf die Deponie.

- Bei einer jährlichen Sickerwassermenge von 10.000 m<sup>3</sup> (10 Mio. Liter) errechnet sich eine erwartbare Tritium- Konzentration von 2,4 Bq/l bis 8 Bq/l.

Tabelle 5: Verhältniswerte der Messwerte der spezifischen Aktivität im Eluat zu den Ableitwerten nach Anlage 11 Tab. 6 Sp. 3 StrISchV

H-3		1,09E-02		4,76E-03		6,46E-03		2,80E-03
Mn-54	<	8,35E-05	<	5,65E-05	<	8,50E-05	<	1,23E-04
Co-57	<	2,43E-05	<	3,93E-05	<	3,07E-05	<	3,67E-05
Co-60	<	1,01E-03	<	7,75E-04	<	1,12E-03	<	1,17E-03
Zn-65	<	9,27E-04	<	1,15E-03	<	1,17E-03	<	1,51E-03
Nb-94	<	2,55E-04	<	2,87E-04	<	3,03E-04	<	3,77E-04
Ru-106	<	1,33E-02	<	1,98E-02	<	1,72E-02	<	1,88E-02
Ag-108M	<	4,50E-04	<	4,50E-04	<	4,75E-04	<	6,03E-04
Ag-110M	<	4,50E-04	<	5,38E-04	<	4,68E-04	<	6,68E-04
Sb-125	<	5,96E-04	<	6,14E-04	<	5,60E-04	<	6,93E-04
Ba-133	<	5,58E-04	<	5,88E-04	<	6,50E-04	<	6,75E-04
Cs-134	<	7,85E-04	<	1,15E-03	<	9,85E-04	<	9,95E-04
Cs-137	<	5,37E-04	<	7,23E-04	<	7,23E-04	<	6,60E-04
Eu-152	<	5,10E-04	<	8,00E-04	<	6,74E-04	<	8,28E-04
Eu-154	<	4,33E-04	<	6,40E-04	<	5,85E-04	<	6,23E-04
Eu-155	<	1,53E-04	<	2,04E-04	<	1,95E-04	<	2,03E-04
Am-241	<	9,50E-02	<	1,13E-01	<	1,30E-01	<	1,46E-01
Max		13%		15%		16%		18%
Min		1,1%		0,5%		0,6%		0,3%

Insgesamt ist festzustellen:

1. Alle Ergebnisse der Kontrollanalysen bestätigen, dass die Deponierung von 40 Mg Freigabeabfall aus den KKV die gesetzlichen Anforderungen an die Freigabe mit großem Sicherheitsabstand einhält.
2. Eine Gefährdung der Beschäftigten als Folge der Radioaktivität ist auszuschließen. Besondere Maßnahmen zu Strahlenschutz sind nicht erforderlich.
3. Die Deponierung kann die Tritium-Konzentrationen im Sickerwasser um einige Bq/l erhöhen. Eine weitere Überwachung der Tritium-Konzentrationen im Sickerwasser und eine Prüfung auf Effekte, die der Deponierung der Freigabeabfälle zuzuordnen sind, wird daher empfohlen



Bearbeitet: Dr. Rainer Gellermann

Anlage 1: Prüfbericht IAF Feststoffproben  
Anlage 2: Prüfbericht IAF Eluatanalysen

# Anlage 1

## Radionuklidanalyse

Prüfbericht:	231124-11_01
Auftraggeber:	Nuclear Control & Consulting GmbH NL Braunschweig Hinter dem Turme 24 38114 Braunschweig
Auftragsdatum:	21.11.2023
Prüfgegenstand:	Feststoffproben Projektnummer: NI159-02
Probenanzahl:	4
Probenahme durch:	Auftraggeber
Probenahmedatum:	unbekannt
Probenanlieferung:	23.11.2023
Bearbeitungszeitraum:	23.11.2023 - 04.12.2023
Analyseverfahren:	Gammaskpektrometrie ( $\gamma$ ; SOP 3-09, 2018-11)
Auswertung:	Nach DIN EN ISO 11929:2021-11, Ermittlung der Messunsicherheiten und charakteristischen Grenzen mit $k_{1-\alpha} = 1,645$ ; $k_{1-\beta} = 1,645$
Bemerkungen:	keine
Freigabe:	04.12.2023
Anzahl der Seiten:	3

Dipl.-Nat. R. Arndt  
Leiter Messlabor

Die Akkreditierung gilt nur für den in der Urkunde aufgeführten Akkreditierungsumfang. Die Prüfergebnisse beziehen sich nur auf die Prüfgegenstände. Der Prüfbericht darf nur unverändert weitergegeben werden. Auszüge bedürfen der schriftlichen Erlaubnis der IAF-Radioökologie GmbH.

Prüfbericht: 231124-11\_01

Auftraggeber: Nuclear Control & Consulting GmbH NL Braunschweig  
Hinter dem Turme 24  
38114 Braunschweig

Prüfgegenstand: Feststoffproben

Bezugsdatum: 04.12.2023

Analyseergebnisse			Ifd. Nr. 1		Ifd. Nr. 2		Ifd. Nr. 3	
Probenbezeichnung			Müller NCC 1		Müller NCC 2		Müller NCC 3	
Prüfparameter	AV	Einheit	Prüfergebnis	U [%]	Prüfergebnis	U [%]	Prüfergebnis	U [%]
K-40	γ	Bq/kg	< 7,04		< 11,4		< 8,91	
Mn-54	γ	Bq/kg	< 0,720		< 1,13		< 0,939	
Co-57	γ	Bq/kg	< 0,395		< 0,625		< 0,493	
Co-60	γ	Bq/kg	6,16	26	1,98	38	< 0,847	
Zn-65	γ	Bq/kg	< 1,11		< 1,59		< 1,28	
Nb-94	γ	Bq/kg	< 0,608		< 0,922		< 0,730	
Ru-106	γ	Bq/kg	< 5,74		< 9,41		< 7,64	
Ag-108M	γ	Bq/kg	< 0,626		< 1,00		< 0,772	
Ag-110M	γ	Bq/kg	< 0,754		< 1,16		< 0,967	
Sb-125	γ	Bq/kg	< 1,82		< 2,81		< 2,18	
Ba-133	γ	Bq/kg	< 0,872		< 1,32		< 1,11	
Cs-134	γ	Bq/kg	< 0,672		< 1,06		< 0,836	
Cs-137	γ	Bq/kg	5,03	25	< 1,16		1,18	60
Eu-152	γ	Bq/kg	< 1,35		< 2,13		< 1,68	
Eu-154	γ	Bq/kg	< 0,906		< 1,45		< 1,13	
Eu-155	γ	Bq/kg	< 9,01		< 13,5		< 22,3	
Am-241	γ	Bq/kg	< 1,49		< 10,1		< 1,92	

AV: Analyseverfahren (siehe Seite 1)

U [%]: die Messunsicherheit beinhaltet die zählstatistischen und alle im Labor erfassbaren Unsicherheiten (Kalibrierung, Nuklidaten, usw.);  $k_{(1-\gamma/2)} = 1,96$ .

Prüfergebnisse mit "<" beziehen sich auf die erreichte Erkennungsgrenze.

Die spezifischen Aktivitäten beziehen sich auf die Originalsubstanz.

Prüfbericht: 231124-11\_01

Auftraggeber: Nuclear Control & Consulting GmbH NL Braunschweig  
Hinter dem Turme 24  
38114 Braunschweig

Prüfgegenstand: Feststoffproben

Bezugsdatum: 04.12.2023

Analyseergebnisse			Ifd. Nr. 4	
Probenbezeichnung			Müller NCC 4	
Prüfparameter	AV	Einheit	Prüfergebnis	U [%]
K-40	γ	Bq/kg	< 11,3	
Mn-54	γ	Bq/kg	< 1,21	
Co-57	γ	Bq/kg	< 0,658	
Co-60	γ	Bq/kg	11,7	23
Zn-65	γ	Bq/kg	< 1,79	
Nb-94	γ	Bq/kg	< 0,993	
Ru-106	γ	Bq/kg	< 9,58	
Ag-108M	γ	Bq/kg	< 1,05	
Ag-110M	γ	Bq/kg	< 1,26	
Sb-125	γ	Bq/kg	< 2,86	
Ba-133	γ	Bq/kg	< 1,40	
Cs-134	γ	Bq/kg	< 1,10	
Cs-137	γ	Bq/kg	1,54	53
Eu-152	γ	Bq/kg	< 2,25	
Eu-154	γ	Bq/kg	< 1,49	
Eu-155	γ	Bq/kg	< 27,2	
Am-241	γ	Bq/kg	< 2,53	

AV: Analyseverfahren (siehe Seite 1)

U [%]: die Messunsicherheit beinhaltet die zählstatistischen und alle im Labor erfassbaren Unsicherheiten (Kalibrierung, Nuklidaten, usw.);  $k_{(1-\gamma/2)} = 1,96$ .

Prüfergebnisse mit "<" beziehen sich auf die erreichte Erkennungsgrenze.

Die spezifischen Aktivitäten beziehen sich auf die Originalsubstanz.

## Anlage 2

## Radionuklidanalyse

Prüfbericht:	231124-11_02
Auftraggeber:	Nuclear Control & Consulting GmbH NL Braunschweig Hinter dem Turme 24 38114 Braunschweig
Auftragsdatum:	21.11.2023
Prüfgegenstand:	Eluat aus Feststoff Projektnummer: NI159-02
Probenanzahl:	4
Probenahme durch:	Eluat durch IAF-Radioökologie GmbH hergestellt.
Probenahmedatum:	unbekannt
Probenanlieferung:	23.11.2023
Bearbeitungszeitraum:	23.11.2023 - 04.12.2023
Analyseverfahren:	Gammapektrometrie ( $\gamma$ ; SOP 3-08, 2018-11) Flüssigszintillationsspektrometrie (LSC; SOP 3-27, 2018-12)
Auswertung:	Nach DIN EN ISO 11929:2021-11, Ermittlung der Messunsicherheiten und charakteristischen Grenzen mit $k_{1-\alpha} = 1,645$ ; $k_{1-\beta} = 1,645$
Bemerkungen:	keine
Freigabe:	04.12.2023
Anzahl der Seiten:	3
	Dipl.-Nat. R. Arndt Leiter Messlabor

Die Akkreditierung gilt nur für den in der Urkunde aufgeführten Akkreditierungsumfang. Die Prüfergebnisse beziehen sich nur auf die Prüfgegenstände. Der Prüfbericht darf nur unverändert weitergegeben werden. Auszüge bedürfen der schriftlichen Erlaubnis der IAF-Radioökologie GmbH.

Prüfbericht: 231124-11\_02

Auftraggeber: Nuclear Control & Consulting GmbH NL Braunschweig  
Hinter dem Turme 24  
38114 Braunschweig

Prüfgegenstand: Eluat aus Feststoff

Bezugsdatum: 04.12.2023

Analysenergebnisse			Ifd. Nr. 1		Ifd. Nr. 2		Ifd. Nr. 3	
Probenbezeichnung			Müller NCC 1 Eluat		Müller NCC 2 Eluat		Müller NCC 3 Eluat	
Prüfparameter	AV	Einheit	Prüfergebnis	U [%]	Prüfergebnis	U [%]	Prüfergebnis	U [%]
<i>U-238-Reihe</i>								
U-238	γ	Bq/kg	n.b.	-	n.b.	-	n.b.	-
Ra-226	γ	Bq/kg	< 2,98	-	< 3,57	-	< 2,94	-
<i>Th-232-Reihe</i>								
Ra-228	γ	Bq/kg	< 0,693	-	< 0,889	-	< 0,705	-
Th-228	γ	Bq/kg	n.b.	-	n.b.	-	n.b.	-
<i>Weitere Radionuklide</i>								
H-3	γ	Bq/l	1090	6	476	6	646	6
K-40	γ	Bq/kg	< 2,90	-	< 3,62	-	< 4,54	-
Mn-54	γ	Bq/kg	< 0,167	-	< 0,113	-	< 0,170	-
Co-57	γ	Bq/kg	< 0,073	-	< 0,118	-	< 0,092	-
Co-60	γ	Bq/kg	< 0,201	-	< 0,155	-	< 0,224	-
Zn-65	γ	Bq/kg	< 0,278	-	< 0,345	-	< 0,352	-
Nb-94	γ	Bq/kg	< 0,153	-	< 0,172	-	< 0,182	-
Ru-106	γ	Bq/kg	< 1,33	-	< 1,98	-	< 1,720	-
Ag-108M	γ	Bq/kg	< 0,180	-	< 0,180	-	< 0,190	-
Ag-110M	γ	Bq/kg	< 0,180	-	< 0,215	-	< 0,187	-
Sb-125	γ	Bq/kg	< 0,477	-	< 0,491	-	< 0,448	-
Ba-133	γ	Bq/kg	< 0,223	-	< 0,235	-	< 0,260	-
Cs-134	γ	Bq/kg	< 0,157	-	< 0,229	-	< 0,197	-
Cs-137	γ	Bq/kg	< 0,161	-	< 0,217	-	< 0,217	-
Eu-152	γ	Bq/kg	< 0,255	-	< 0,400	-	< 0,337	-
Eu-154	γ	Bq/kg	< 0,173	-	< 0,256	-	< 0,234	-
Eu-155	γ	Bq/kg	< 0,305	-	< 0,407	-	< 0,390	-
Am-241	γ	Bq/kg	< 0,190	-	< 0,226	-	< 0,260	-

n.b.: nicht bestimmt

AV: Analyseverfahren (siehe Seite 1)

U [%]: die Messunsicherheit beinhaltet die zählstatistischen und alle im Labor erfassbaren Unsicherheiten (Kalibrierung, Nukliddaten, usw.);  $k_{(1-\gamma/2)} = 1,96$ .

Prüfergebnisse mit "<" beziehen sich auf die erreichte Erkennungsgrenze.

Die spezifischen Aktivitäten beziehen sich auf die Originalsubstanz.

Prüfbericht: 231124-11\_02

Auftraggeber: Nuclear Control & Consulting GmbH NL Braunschweig  
Hinter dem Turme 24  
38114 Braunschweig

Prüfgegenstand: Eluat aus Feststoff

Bezugsdatum: 04.12.2023

Analyseergebnisse			Ifd. Nr. 4	
Probenbezeichnung			Müller NCC 4 Eluat	
Prüfparameter	AV	Einheit	Prüfergebnis	U [%]
<i>U-238-Reihe</i>				
U-238	γ	Bq/kg	n.b.	-
Ra-226	γ	Bq/kg	< 3,40	-
<i>Th-232-Reihe</i>				
Ra-228	γ	Bq/kg	< 0,752	-
Th-228	γ	Bq/kg	n.b.	-
<i>Weitere Radionuklide</i>				
H-3	γ	Bq/l	280	6
K-40	γ	Bq/kg	< 4,91	-
Mn-54	γ	Bq/kg	< 0,246	-
Co-57	γ	Bq/kg	< 0,110	-
Co-60	γ	Bq/kg	< 0,234	-
Zn-65	γ	Bq/kg	< 0,454	-
Nb-94	γ	Bq/kg	< 0,226	-
Ru-106	γ	Bq/kg	< 1,88	-
Ag-108M	γ	Bq/kg	< 0,241	-
Ag-110M	γ	Bq/kg	< 0,267	-
Sb-125	γ	Bq/kg	< 0,554	-
Ba-133	γ	Bq/kg	< 0,270	-
Cs-134	γ	Bq/kg	< 0,199	-
Cs-137	γ	Bq/kg	< 0,198	-
Eu-152	γ	Bq/kg	< 0,414	-
Eu-154	γ	Bq/kg	< 0,249	-
Eu-155	γ	Bq/kg	< 0,405	-
Am-241	γ	Bq/kg	< 0,292	-

n.b.: nicht bestimmt

AV: Analyseverfahren (siehe Seite 1)

U [%]: die Messunsicherheit beinhaltet die zählstatistischen und alle im Labor erfassbaren Unsicherheiten (Kalibrierung, Nukliddaten, usw.);  $k_{(1-\gamma/2)} = 1,96$ .

Prüfergebnisse mit "<" beziehen sich auf die erreichte Erkennungsgrenze.

Die spezifischen Aktivitäten beziehen sich auf die Originalsubstanz.