

 Labor für Umwelt- und Radionuklidanalytik	Prüfbericht	Seite	1 von 7
		Revision	0
	2565.25	vom	17.09.2020

Anschrift des Labors: VKTA – Strahlenschutz, Analytik & Entsorgung Rossendorf e. V.
 Labor für Umwelt- und Radionuklidanalytik
 Bautzner Landstraße 400
01328 Dresden
 Tel.: 0351 / 260 3489, Fax: 0351 / 260 3190

Auftraggeber: Helmholtz Institute Freiberg for Resource Technology
 Frau Dr. Margret Fuchs
 Chemnitzer Str. 40
09599 Freiberg
 E-Mail: m.fuchs@hzdr.de

Auftragsnummer: ohne

Auftragsdatum: 24.07.2020

Auftragsgegenstand: Radionuklide in Sedimentproben

Probenzahl: 15

Probenahme durch: Auftraggeber

Probeneingang: 24.07.2020

Prüfzeitraum: 24.07.2020 - 17.09.2020

Analysenverfahren: low-level- γ -Spektrometrie (MB – 402: 2018-05)

Bemerkungen: Die γ -Spektrometrie wurde im Niederniveaumesslabor Felsenkeller, Am Eiswurmlager 10, 01189 Dresden durchgeführt.

freigegeben:

Name: Dr. D. Degering

Funktion: Methodenverantwortlicher

Unterschrift:

¹⁾ nicht akkreditiertes Verfahren ²⁾ vom Nachauftragnehmer durchgeführt

Die Prüfergebnisse beziehen sich nur auf die Prüfgegenstände.

Ohne Genehmigung des Labors darf der Prüfbericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden.

Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium.
 Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.



Analysenergebnisse:

Probe		²³⁸ U	²³⁰ Th	²²⁶ Ra	²¹⁰ Pb	²³² Th	²²⁸ Ra	²²⁸ Th	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs
Bezeichnung		[Bq/kg]	[Bq/kg]	[Bq/kg]	[Bq/kg]	[Bq/kg]	[Bq/kg]	[Bq/kg]	[Bq/kg]	[Bq/kg]
Matrix										
1	a_i	32	< 75	33,1	39	36,6	35,7	36,9	560	< 0,36
B19-LU-01	u(a _i)	3		1,9	4	2,3	2,4	2,3	50	
100% SiO ₂	u(a _i)/a _i	9,5%		5,8%	9%	6,2%	6,8%	6,3%	8,1%	
	a _i *	8,5	75	0,85	6,7	0,53	1,9	0,53	4,9	0,36
2	a_i	37	< 72	32,2	28,8	35,5	35,2	35,5	550	< 0,26
B19-LU-02	u(a _i)	4		1,9	2,9	2,0	2,4	2,3	60	
100% SiO ₂	u(a _i)/a _i	9,8%		5,9%	10%	5,8%	6,9%	6,4%	10%	
	a _i *	7,5	72	0,79	8,8	0,52	1,4	0,52	7,6	0,26
3	a_i	34	< 110	32,0	34	34,3	33,9	34,4	540	< 0,34
B19-LU-03	u(a _i)	4		2,0	4	2,2	2,5	2,2	40	
100% SiO ₂	u(a _i)/a _i	11%		6,2%	12%	6,4%	7,4%	6,5%	8,3%	
	a _i *	9,6	110	1,4	8,8	0,71	2,4	0,71	6,1	0,34
4	a_i	35	< 100	31,0	32	34,9	34,0	35,2	540	< 0,31
B19-LU-04	u(a _i)	5		1,9	4	2,1	2,5	2,3	50	
100% SiO ₂	u(a _i)/a _i	14%		6,2%	12%	6,0%	7,4%	6,5%	10%	
	a _i *	9,4	100	1,1	13	0,67	2,5	0,67	6,0	0,31
5	a_i	34	< 110	32,0	33	36,7	35,7	37,1	530	< 0,34
B19-LU-05	u(a _i)	4		2,0	4	2,4	2,6	2,4	40	
100% SiO ₂	u(a _i)/a _i	12%		6,2%	12%	6,4%	7,3%	6,5%	8,3%	
	a _i *	11	110	1,2	14	0,74	2,9	0,74	7,1	0,34
6	a_i	31	< 110	30,2	29	34,6	34,0	34,7	520	< 0,47
B19-LU-06	u(a _i)	4		1,9	3	2,2	2,5	2,3	40	
100% SiO ₂	u(a _i)/a _i	12%		6,2%	12%	6,4%	7,3%	6,5%	8,3%	
	a _i *	12	110	1,1	9,0	0,72	2,5	0,72	8,3	0,47
7	a_i	27	< 100	27,4	21,4	32,4	31,9	32,5	560	< 0,31
B19-LU-07	u(a _i)	4		1,7	2,6	2,0	2,4	2,1	60	
100% SiO ₂	u(a _i)/a _i	14%		6,2%	12%	6,0%	7,4%	6,6%	10%	
	a _i *	8,5	100	1,2	7,7	0,67	2,2	0,67	5,6	0,31

Probe		²³⁸ U	²³⁰ Th	²²⁶ Ra	²¹⁰ Pb	²³² Th	²²⁸ Ra	²²⁸ Th	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs
Bezeichnung		[Bq/kg]	[Bq/kg]	[Bq/kg]	[Bq/kg]	[Bq/kg]	[Bq/kg]	[Bq/kg]	[Bq/kg]	[Bq/kg]
Matrix										
8	a_i	26	< 62	27,6	23,2	32,9	32,5	33,1	560	< 0,21
B19-LU-08	u(a _i)	3		1,6	2,9	2,1	2,2	2,1	60	
100% SiO ₂	u(a _i)/a _i	12%		5,8%	12%	6,2%	6,7%	6,3%	10%	
	a _i [*]	6,8	62	0,65	7,4	0,54	1,5	0,54	2,8	0,21
9	a_i	30	< 60	29,0	26	34,1	34,2	34,0	570	< 0,33
B19-LU-09	u(a _i)	3		1,7	3	2,1	2,4	2,2	30	
100% SiO ₂	u(a _i)/a _i	11%		5,9%	12%	6,3%	7,0%	6,4%	6,0%	
	a _i [*]	5,9	60	0,91	6,7	0,66	2,1	0,66	5,1	0,33
10	a_i	34	< 57	33,5	30,2	36,9	36,7	36,9	570	< 0,16
B19-LU-10	u(a _i)	3		1,9	2,9	2,3	2,3	2,3	60	
100% SiO ₂	u(a _i)/a _i	9,5%		5,6%	9,5%	6,1%	6,4%	6,2%	10%	
	a _i [*]	5,3	57	0,48	5,6	0,63	1,0	0,63	3,1	0,16
11	a_i	32	< 92	31,4	28	35,3	36,1	35,1	570	< 0,35
B19-LU-11	u(a _i)	4		1,9	4	2,3	2,7	2,3	40	
100% SiO ₂	u(a _i)/a _i	14%		6,2%	13%	6,5%	7,4%	6,6%	6,3%	
	a _i [*]	9,2	92	1,2	10	0,85	2,6	0,85	5,9	0,35
12	a_i	37	< 76	35,4	35	38,6	38,7	38,5	590	< 0,28
B19-LU-12	u(a _i)	4		2,1	4	2,4	2,6	2,4	60	
100% SiO ₂	u(a _i)/a _i	12%		5,8%	12%	6,3%	6,7%	6,3%	10%	
	a _i [*]	8,4	76	0,76	9,2	0,92	1,6	0,92	4,7	0,28
13	a_i	29	< 99	31,1	27	36,4	36,4	36,3	580	< 0,46
B19-LU-13	u(a _i)	4		2,0	4	2,4	2,8	2,4	40	
100% SiO ₂	u(a _i)/a _i	15%		6,4%	14%	6,6%	7,7%	6,7%	6,5%	
	a _i [*]	9,9	99	1,5	9,9	1,1	3,7	1,1	8,0	0,46
14	a_i	32	< 84	32,0	34	39,3	39,0	39,4	570	< 0,26
B19-LU-14	u(a _i)	4		1,9	4	2,5	2,7	2,5	60	
100% SiO ₂	u(a _i)/a _i	12%		6,0%	12%	6,3%	6,9%	6,4%	10%	
	a _i [*]	9,1	84	1,0	8,8	0,84	2,0	0,84	4,1	0,26

Probe		²³⁸ U	²³⁰ Th	²²⁶ Ra	²¹⁰ Pb	²³² Th	²²⁸ Ra	²²⁸ Th	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs
Bezeichnung		[Bq/kg]	[Bq/kg]	[Bq/kg]	[Bq/kg]	[Bq/kg]	[Bq/kg]	[Bq/kg]	[Bq/kg]	[Bq/kg]
Matrix										
15	a_i	42	< 110	42,1	44	46	48	46	740	< 0,45
TSD19-02-OSL	u(a _i)	5		2,5	5	3	3	3	50	
100% SiO ₂	u(a _i)/a _i	13%		6,1%	11%	6,4%	7,2%	6,5%	6,2%	
	a _i [*]	9,6	110	1,7	9,6	1,1	3,8	1,1	8,9	0,45

Legende:

- a_i primäres Messergebnis der spezifischen Aktivität
- u(a_i) Gesamtmessunsicherheit der spezifischen Aktivität
- u(a_i)/a_i relative Gesamtmessunsicherheit der spezifischen Aktivität
- a_i^{*} Erkennungsgrenze der spezifischen Aktivität nach DIN ISO 11929

$$k_{1-\alpha} = 3,0 \quad (\alpha = 0,14\%)$$

Die untere Vertrauensgrenze a_i[<] bzw. die obere Vertrauensgrenze a_i[>] der spezifischen Aktivität ergibt sich für k_{1-γ/2} = 1,645 (γ = 10%) zu

$$a_i^< = a_i - 1,645 \cdot u(a_i) \quad \text{bzw.}$$

$$a_i^> = a_i + 1,645 \cdot u(a_i)$$

Das Bezugsdatum für alle Aktivitätsangaben ist der 25.08.2020.

Berechnete Elementkonzentrationen:

Probe		U	Th	K
Bezeichnung		[ppm]	[ppm]	[%]
Matrix				
1	c_i	2,58	9,0	1,80
B19-LU-01	u(c _i)	0,24	0,6	0,15
100% SiO ₂	u(c _i)/c _i	9,5%	6,2%	8,1%
	c _i [*]	0,69	0,13	0,016
2	c_i	2,96	8,7	1,80
B19-LU-02	u(c _i)	0,29	0,5	0,18
100% SiO ₂	u(c _i)/c _i	9,8%	5,8%	10%
	c _i [*]	0,61	0,13	0,025
3	c_i	2,8	8,5	1,76
B19-LU-03	u(c _i)	0,3	0,5	0,15
100% SiO ₂	u(c _i)/c _i	11%	6,4%	8,3%
	c _i [*]	0,78	0,18	0,020
4	c_i	2,8	8,6	1,74
B19-LU-04	u(c _i)	0,4	0,5	0,18
100% SiO ₂	u(c _i)/c _i	14%	6,0%	10%
	c _i [*]	0,76	0,17	0,019
5	c_i	2,7	9,1	1,72
B19-LU-05	u(c _i)	0,3	0,6	0,14
100% SiO ₂	u(c _i)/c _i	12%	6,4%	8,3%
	c _i [*]	0,92	0,18	0,023
6	c_i	2,5	8,5	1,69
B19-LU-06	u(c _i)	0,3	0,5	0,14
100% SiO ₂	u(c _i)/c _i	12%	6,4%	8,3%
	c _i [*]	0,94	0,18	0,027
7	c_i	2,2	8,0	1,80
B19-LU-07	u(c _i)	0,3	0,5	0,18
100% SiO ₂	u(c _i)/c _i	14%	6,0%	10%
	c _i [*]	0,69	0,16	0,018

Probe		U	Th	K
Bezeichnung		[ppm]	[ppm]	[%]
Matrix				
8	c_i	2,14	8,1	1,80
B19-LU-08	u(c _i)	0,26	0,5	0,18
100% SiO ₂	u(c _i)/c _i	12%	6,2%	10%
	c _i [*]	0,55	0,13	0,0091
9	c_i	2,43	8,4	1,84
B19-LU-09	u(c _i)	0,27	0,5	0,11
100% SiO ₂	u(c _i)/c _i	11%	6,3%	6,0%
	c _i [*]	0,48	0,16	0,017
10	c_i	2,76	9,1	1,83
B19-LU-10	u(c _i)	0,26	0,6	0,18
100% SiO ₂	u(c _i)/c _i	9,5%	6,1%	10%
	c _i [*]	0,43	0,16	0,010
11	c_i	2,6	8,7	1,85
B19-LU-11	u(c _i)	0,4	0,6	0,12
100% SiO ₂	u(c _i)/c _i	14%	6,5%	6,3%
	c _i [*]	0,75	0,21	0,019
12	c_i	3,0	9,5	1,91
B19-LU-12	u(c _i)	0,4	0,6	0,19
100% SiO ₂	u(c _i)/c _i	12%	6,3%	10%
	c _i [*]	0,68	0,23	0,015
13	c_i	2,4	9,0	1,89
B19-LU-13	u(c _i)	0,3	0,6	0,12
100% SiO ₂	u(c _i)/c _i	15%	6,6%	6,5%
	c _i [*]	0,80	0,27	0,026
14	c_i	2,6	9,7	1,86
B19-LU-14	u(c _i)	0,3	0,6	0,19
100% SiO ₂	u(c _i)/c _i	12%	6,3%	10%
	c _i [*]	0,74	0,21	0,013

Probe		U	Th	K
Bezeichnung		[ppm]	[ppm]	[%]
Matrix				
15	c_i	3,4	11,4	2,39
TSD19-02-OSL	u(c _i)	0,4	0,7	0,15
100% SiO ₂	u(c _i)/c _i	13%	6,4%	6,2%
	c _i [*]	0,78	0,26	0,029

Legende:

- c_i primäres Messergebnis der Elementkonzentration
u(c_i) Gesamtmessunsicherheit der Elementkonzentration
u(c_i)/c_i relative Gesamtmessunsicherheit der Elementkonzentration
c_i^{*} Erkennungsgrenze der Elementkonzentration nach DIN ISO 11929

$$k_{1-\alpha} = 3,0 \quad (\alpha = 0,14\%)$$

Die untere Vertrauensgrenze c_i[<] bzw. die obere Vertrauensgrenze c_i[>] der Elementkonzentration ergibt sich für k_{1-γ/2} = 1,645 (γ = 10%) zu

$$c_i^< = c_i - 1,645 \cdot u(c_i) \quad \text{bzw.} \\ c_i^> = c_i + 1,645 \cdot u(c_i)$$

Anmerkungen:

Bei der Auswertung wurde die angegebene Matrix zu Grunde gelegt.

Die spezifischen Aktivitäten der folgenden Tochternuklide wurden für die Angabe der spezifischen Aktivität des langlebigen Mutternuklids benutzt: ²³⁴Th für ²³⁸U, ²¹⁴Pb und ²¹⁴Bi (²²²Rn-Folgenuklide) für ²²⁶Ra, ²²⁸Ac für ²²⁸Ra, ²¹²Pb und ²⁰⁸Tl für ²²⁸Th.

Die angegebene spezifische Aktivität für ²³²Th ist das gewichtete Mittel der Werte für ²²⁸Ra und ²²⁸Th und wurde unter der Annahme berechnet, dass sich die ²³²Th-Zerfallsreihe im säkularen Gleichgewicht befindet.

Die Elementkonzentration von U wurde aus der spezifischen Aktivität des Tochternuklids ²³⁴Th unter der Annahme berechnet, dass ein radioaktives Gleichgewicht zwischen ²³⁸U und diesem Nuklid vorliegt.

Die Elementkonzentration von Th wurde aus der spezifischen Aktivität von ²³²Th berechnet.

---- Ende des Prüfberichtes ----