

Anhang 3: Messbericht BURGHOFF

Messbericht - Deponie BURGHOF -

Projekt - Nr.: HE001-04.2 (Darmstadt, Kerntechnische Beratung)

Auftraggeber: Ökoinstitut e.V.
Herr Christian Küppers
Rheinstraße 95
64295 Darmstadt

Verfasser: NCC Nuclear Control & Consulting GmbH
Hinter dem Turme 24
38114 Braunschweig

Bearbeiter: Dr. Rainer Gellermann (Dipl. Phys.)
Christian Ahrens (MSc. Geoökologe)

Bestätigt: 
.....
Dr. Rainer Gellermann
Abteilungsleiter Radioökologie / Strahlenschutz

Datum: Braunschweig, 15.11.2016

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	2
Tabellenverzeichnis	3
Anlagenverzeichnis	3
1 Anlass und Aufgabenstellung	4
2 Eingesetzte Messgeräte	4
3 Messungen der Ortsdosisleistung	4
3.1 Untersuchungsaufgabe und Durchführung	4
3.2 Messergebnisse	5
4 Messung von Gammaspektren	5
4.1 Messergebnisse	8
5 Untersuchung von Bodenproben	10
5.1 Untersuchungsaufgabe und Durchführung	10
5.2 Messergebnisse	11
6 Messungen an Sickerwasserproben	13
6.1 Untersuchungsaufgabe und Durchführung	13
6.2 Messergebnisse	13
7 Quellen	16

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 4-1: Gammaspektrometer mit Stativ zur Einstellugn einer definierten Messhöhe von 1 m..	6
Abbildung 4-2: Gemessene Gammaspektren der Ablagerungsflächen (#150, #151, #152) und des Standortes Boden NO (#149) nach Abzug des Referenzboden Gammaspektrums #153, Boden SW (RefBod).	8
Abbildung 5-1: Bodenprofil am Standort Boden NO_2 bis 30 cm Tiefe aus dem in 5 cm Schichten Probenmaterial entnommen wurde.....	10

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1:	Zusammenfassung der Raster-ODL-Messungen auf der Deponie BURGHOF.....	5
Tabelle 4-1:	Datengrundlagen und Auswertungen von Peak-Summen (PS).....	7
Tabelle 4-2:	Ergebnisse der Spektrenauswertung – Natürliche Radionuklide	9
Tabelle 4-3:	Ergebnisse der Spektrenauswertung – Indikator nuklide Cs-137, Co-60.....	9
Tabelle 5-1:	Ergebnisse der gammaspektrometrischen Untersuchung an Feststoffproben [Bq/g], Bodenprofil am Standort Boden NO_2 (vgl. Anlage 2.1).....	11
Tabelle 5-2:	Berechnung der ODL aus den an Laborproben bestimmten spezifischen Aktivitäten für den Bodenstandort im Nordosten der Deponie (Boden NO_2).....	12
Tabelle 6-1:	Sickerwasserproben mit Zuordnung der jeweiligen Deponiebereiche.	13
Tabelle 6-2:	Ergebnisse der Sickerwasser- und Drainagewasseruntersuchung BURGHOF in [Bq/l].	14
Tabelle 6-3	Werte zur Beurteilung von Radionukliden im Wasser	15

Anlagenverzeichnis

Anlage 1:	Tabellen, Skizzen und Nachweise zu ODL-Messungen
Anlage 1.1:	Unterlagen zum Messvergleich des Bundesamtes für Strahlenschutz
Anlage 1.2:	ODL-Messungen auf der Deponie BURGHOF
Anlage 1.3:	ODL-Messungen an Bodenflächen BURGHOF
Anlage 2:	Planunterlagen (durch AVL zur Verfügung gestellt)
Anlage 2.1:	Lageplan der Deponie BURGHOF mit verzeichneten Messpunkten
Anlage 2.2:	Leitungsnetzpläne der Sickerwasserdrainagen und –sammler der Deponie BURGHOF
Anlage 3:	Protokolle der Bodenuntersuchungen und der gammaspektrometrischen Felduntersuchungen
Anlage 3.1:	Protokoll der bodenkundlichen Untersuchung
Anlage 3.2:	Auswertung der gammaspektrometrischen Felduntersuchungen
Anlage 4:	Prüfberichte Laboruntersuchungen
Anlage 4.1:	Prüfbericht 161019-01 vom 02.11.2016, IAF Radioökologie, Feststoffproben
Anlage 4.2:	Prüfbericht 2845.1Rev1 vom 14.11.2016, VKTA Rossendorf, Sickerwasser- und Drainage-Wasserproben

1 Anlass und Aufgabenstellung

Auf der Deponie BURGHOF, betrieben von der Abfallverwertungsgesellschaft Ludwigsburg mbH (AVL) wurden in den Jahren von 2007 bis 2015 zielgerichtet freigemessene Abfälle aus dem Rückbau des früheren Kernforschungszentrums Karlsruhe abgelagert. Im Zusammenhang mit der diesbezüglichen kommunalpolitischen Diskussion sollen durch Messungen die Auswirkungen dieser Ablagerungen auf das Wohl der Allgemeinheit am jeweiligen Deponiestandort ermittelt werden. NCC wurde dazu als Nachauftragnehmer des Öko-Instituts e. V. mit der Vorbereitung und Durchführung von Messungen beauftragt.

Die messtechnischen Aufgaben wurden im Vorfeld abgestimmt und im Ergebnis wurde ein Messprogramm konzipiert. Die Messungen und Probenahmen für messtechnische Laboruntersuchungen wurden am 12.10.2016 auf der Deponie BURGHOF durchgeführt. Im Folgenden werden sowohl die Probenahmen und messtechnischen Untersuchungen Vor-Ort als auch die Ergebnisse der Laboranalytik aufgeführt und ausgewertet.

2 Eingesetzte Messgeräte

Messungen der Umgebungs-Äquivalentdosisleistung (Ortsdosisleistung $H^*(10)$, ODL) wurden mit dem Dosisleistungsmessgerät 6150 AD6/E (Ser.-Nr.: 82989) mit Sonde 6150 AD-b/E (Ser.-Nr.: 133613) (Hersteller Automess GmbH) ermittelt. Das Messgerät ist für den Niedrigdosisbereich kalibriert und wird durch regelmäßige Kontrollmessungen im Messvergleich des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) überprüft (s. Anlage 1.1)

Die In-Situ-Gammaspektrometrie wurde mittels tragbarem Gammaspektrometer RIIDEye X-G (Ser.-Nr.: 10392, Hersteller: Thermo Scientific), das mit einem 2x2" NaI-Detektor ausgestattet ist, ausgeführt. Das Gerät enthält einen internen K-40 Kalibrierstrahler zur Energielinienkalibrierung. Das RIIDEye verfügt über eine Datenschnittstelle, über die die Messdaten aus dem Gerät ausgelesen werden können.

3 Messungen der Ortsdosisleistung

3.1 Untersuchungsaufgabe und Durchführung

Untersuchungsaufgabe lt. Messkonzept:

ODL-Messung an ausgewählten Referenzpunkten auf dem Abfallkörper. Vor-Ort-konkretisierte Zielstellung:

Prüfung des Strahlungsfeldes auf überdeckten Ablagerungsflächen, auf denen Freigabeabfälle („Rückbau Abfälle“) eingebaut sind. Die Koordinaten dieser Flächen wurden im Vorfeld von einem durch AVL beauftragten Vermessungsbüro (Geoplana) eingemessen (Absteckprotokoll s. Anlage 2.1).

Durchführung:

Zur Ermittlung der Ortsdosisleistung (ODL) wurden im Bereich der Deponie BURGHOF die überdeckten Ablagerungsflächen mit ODL-Messungen in einem regelmäßigen Raster kartiert (Rasterlänge 4 m x 4 m, Messhöhe ca. 1 m).

Im Nordosten (Boden NO) und im Südwesten (Boden SW) der Deponie außerhalb der Ablagerungsflächen wurden zwei Bodenflächen kartiert (Raster 4 m x 4 m, Messhöhe ca. 1 m), die nach Angaben der AVL als gewachsener Boden oder umgelagerter gewachsener Boden angesehen werden können.

3.2 Messergebnisse

Die Messprotokolle der ODL-Messungen sind in

- Anlage 1.2: Messungen auf der Deponie
- Anlage 1.3: Messungen im Bereich der Bodenflächen

aufgeführt. Die Messergebnisse werden in Nanosievert je Stunde (nSv/h) angegeben.

Aus diesen Daten ergeben sich die in Tabelle 3-1 aufgeführten statistischen Kenngrößen.

Tabelle 3-1: Zusammenfassung der Raster-ODL-Messungen auf der Deponie BURGHOF.

Ort der Messung	Anzahl	Mindestwert [nSv/h]	Maximalwert [nSv/h]	Mittelwert [nSv/h]
Messungen auf dem Abfallkörper der Deponie				
BH Abl.-Pkt. 1 (1304325)	39	68	89	77
BH Abl.-Pkt. 2 (1386057)	24	74	105	86
BH Abl.-Pkt. 3 (1383420)	31	88	115	101
Messungen auf Bodenflächen				
BH Boden Nordost	38	103	128	119
BH Boden Südwest	29	80	152	123

Insgesamt liegen die Messwerte auf der Deponie Burghof unterhalb der natürlicherweise vorliegenden Hintergrundstrahlung des umgebenden Bodenmaterials.

Natürliche Materialien wie Mergel aus Hamberg, Gleisschotter und der im Bereich der Deponie BURGHOF anstehende Mergel, die im Deponiebau verwendet werden, wurden ebenfalls vermessen (s. Anlage 1.2). Das auf der Deponie BURGHOF eingebrachte Material aus Hamberg sowie der Gleisschotter liegen mit 120 bis 150 nSv/h unterhalb der natürlicherweise im Deponiebereich vorliegenden Ortsdosisleistung von 150 – 190 nSv/h am anstehenden Mergel.

Durch die auf den Ablagerungsflächen durchgeführten ODL-Messungen konnte keine erhöhte Radioaktivität nachgewiesen werden.

4 Messung von Gammaspektren

Untersuchungsaufgabe lt. Messkonzept:

In-Situ-Gamma-Spektrometrie und ODL-Messung an ausgewählten Referenzpunkten auf dem Abfallkörper. Abschätzung der Aktivität nach UNSCEAR-Formel. Prüfung auf künstliche Radionuklide (Cs-137).

Durchführung

Zur In-Situ-Gammaspektrometrie wurde das Messgerät RIIDEye mit Hilfe einer Stativeinrichtung so aufgestellt, dass der Detektor in einer Höhe von 1 m über dem Boden positioniert war (Abbildung 4-1). Als Messort wurde jeweils eine möglichst ebene Fläche im direkten Umfeld der durch Geoplana eingemessenen Punkte gewählt. Dadurch wurde eine nahezu einheitliche Geometrie der Messungen sichergestellt. In Begleitung von Mitarbeitern der AVL wurden die jeweiligen Messorte aufgesucht und das Gammaspektrometer wurde am Standort eingerichtet. Die Messung wurde mit einer voreingestellten Messzeit von 30 Min. (1800 Sek.) gestartet. Die Messdaten wurden im Gerätespeicher abgelegt und im Anschluss an den Messtag aus dem Datenspeicher ausgelesen. Die exakten Messpunkte der Gammaspektrometrie wurden nach der durchgeführten Messung verpflockt und im Nachgang erneut durch das Vermessungsbüro Geoplana eingemessen (Anlage 2.1).



Abbildung 4-1: Gammaspektrometer mit Stativ zur Einstellung einer definierten Messhöhe von 1 m.

Die Auswertung der gemessenen Spektren erfolgte nach Auslesen des Gerätespeichers und Transfer in das Tabellenkalkulationsprogramm MS Excel. Die weitere Prüfung erfolgte durch die Auswertung von Impulszahlen, die in den Detektionskanälen (256 Kanäle) des Messgerätes registriert wurden. Die geräteinterne Energiekalibrierung wurde dabei nur zur Orientierung verwendet.

Die Festlegung auf für die Nuklididentifikation auszuwertende Energielinien (Photopeaks) erfolgte nach Maßgabe der Untersuchungsaufgabe für die

- Energielinien zur Abschätzung der Aktivitäten nach der UNSCEAR Formel
- Energielinien zur Identifikation von künstlichen Radionukliden

Die zu bestimmenden Radionuklid-Aktivitäten für die UNSCEAR Abschätzung sind: U-238sec, Th-232sec und K-40. Ausgehend von einem säkularen Gleichgewicht in den jeweiligen Zerfallsreihen, erfolgte die Festlegung der auszuwertenden nuklidspezifischen Energielinien auf gammastrahlende Tochternuklide mit hohen Impulswahrscheinlichkeiten und einer möglichst ungestörten Peaklage. Die Energiefenster wurden gewählt, um Interferenzen mit anderen Gammalinien so gering wie möglich zu halten.

Für eine vergleichbare Betrachtung der jeweiligen Spektren wurden aus den Gesamtpulsen die Impulsraten nach Gleichung 2 bestimmt.

$$\frac{\text{Impulse gesamt}}{\text{Messzeit}} = \text{Impulsrate [ips]} \quad (1)$$

Die Messunsicherheit für die Impulsrate wurde nach Gleichung 2 bestimmt:

$$\frac{\sqrt{\text{Impulse gesamt}}}{\text{Messzeit}} = \text{Messunsicherheit SD [ips]} \quad (2)$$

Auf Basis von Literaturangaben [1] wurde die Peaklage des jeweiligen Radionuklides anhand der geräteinternen Energiekalibrierung aufgesucht und um das jeweilige Peak-Maximum eine festgelegte Anzahl von Detektionskanälen ausgewertet (s. Tabelle 4-1). Für die Ermittlung der Aktivitätsverhältnisse zwischen Uran-238-Zerfallsreihe und Th-232-Zerfallsreihe wurden die hochenergetischen und relativ gut detektierbaren Gammalinien von Bi-214 und Tl-208 ausgewählt. Für die Prüfung auf die künstliche Radionuklide Co-60 und Cs-137 wurde der Kanalbereich gewählt, der aufgrund der Energiekalibrierung am K-40 den typische Energielinien entspricht.

Tabelle 4-1: Datengrundlagen und Auswertungen von Peak-Summen (PS).

Energie [keV]	Emmissions- wahrscheinlichkeit / 100 Zerfälle [%]	Nuklid	Ausgewertete Kanäle	Bezeichnung Peaksummen
2614,511 ± 0,010	99,755 ± 0,004	Tl-208	7 Kanäle	PS(Tl-208)
1764,494 ± 0,014	15,31 ± 0,05	Bi-214	7 Kanäle	PS(Bi-214)
1460,822 ± 0,006	10,55 ± 0,11	K-40	7 Kanäle	PS(K-40)
1332,492 ± 0,004	99,9826 ± 0,0006	Co-60	3 Kanäle	PS(Co-60)
661,657 ± 0,003	84,99 ± 0,20	Cs-137	3 Kanäle	PS(Cs-137)

Durch die Bildung von Peak-Summen (Tabelle 4-1) über mehrere Kanäle und den Abzug von Hintergrundimpulsen (Subtraktion des Hintergrundes außerhalb der Peak-Basislinie und Abzug von Nettoimpulsen der internen Kalibrierquelle im Bereich des K-40 Peaks), wurde ein Nettosignal (Netto-Peak-Summe) ermittelt, das für die weitere Auswertung zugrunde gelegt wurde.

Aus den Netto-Peak-Summen wurden die folgenden Abschätzungen vorgenommen:

- Ermittlung des Nuklidverhältnisses Th-232sec/ U-238sec gemäß

$$\frac{\text{Th} - 232\text{sec}}{\text{U} - 238\text{sec}} = \frac{1}{k1} \cdot \frac{\text{PS(Tl} - 208)}{\text{PS(Bi} - 214)} \quad (3)$$

mit dem Kalibrierfaktor $k1 = 1,63$ (Bestimmt durch interne Kalibriermessungen von NCC). U-238sec, Th-232sec bezeichnet hier die Aktivität der Zerfallsreihe, bezogen auf das jeweilige Mutternuklid.

- Ermittlung des Nuklidverhältnisses K-40/U-238sec gemäß

$$\frac{K - 40}{U - 238sec} = k2 \cdot \frac{PS(K - 40)}{PS(Bi - 214)} \quad (4)$$

mit dem Kalibrierfaktor $k2 = 1,48$ (Bestimmt durch interne Kalibriermessungen von NCC).

4.1 Messergebnisse

Die Rohdaten der durchgeführten Messungen sind in Anlage 3.2 aufgeführt. Die Abbildung 4-2 zeigt die Impulsraten (ips) der jeweils aufgenommenen Spektren und eine Auswertung, bei der die Impulsraten der Boden Referenzfläche im Südwesten der Deponie (Boden SW, Spektrum #153) von den Spektren der Ablagerungspunkte (Spektren #150, #151, #152) und der Messung auf der Bodenfläche im Nordosten (Spektrum #149) abgezogen wurden.

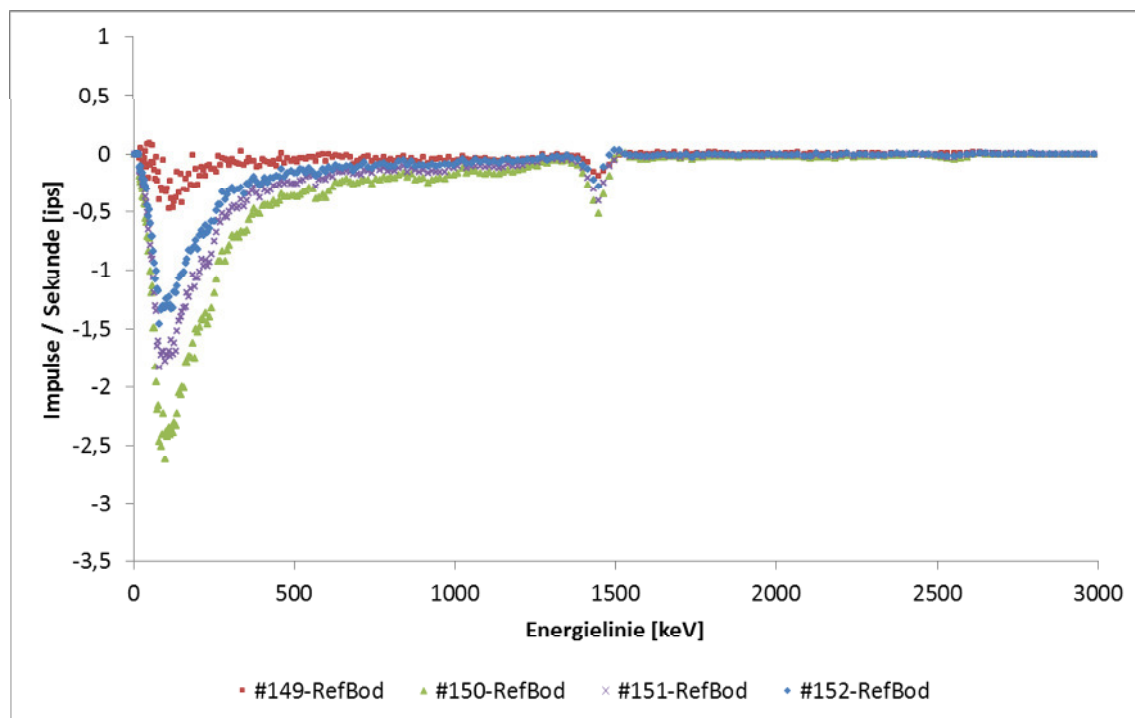


Abbildung 4-2: Gemessene Gammaskontinua der Ablagerungsflächen (#150, #151, #152) und des Standortes Boden NO (#149) nach Abzug des Referenzboden Gammaskontinua #153, Boden SW (RefBod).

Die in Abbildung 4-2 dargestellten Gammaskontinua zeigen die Abweichungen der jeweiligen Gammaskontinua vom Gammaskontinua des Referenzbodens (z.B. #149-RefBod = Spektrum #149 minus Spektrum #153 Referenzboden). Es ist deutlich zu sehen, dass die auf dem Deponiekörper gemessenen Spektren (#150, #151, #152) für alle Energiekanäle Zählraten aufweisen, die geringer als die des Referenzbodens (#153 = „RefBod“) sind (dargestellt als negative Werte). Auch das Bodenspektrum am Standort Boden NO_2 weist einen geringeren Strahlungspegel als der Referenzboden am Standort Boden SW auf (vgl. Anlage 2.1).

Der in dieser Auswertung sichtbare Peak im Bereich 1460 keV stammt zu einem Teil von einem internen Prüfstrahler (Kalisalz mit Radionuklid K-40) und von natürlicherweise vorkommendem K-40. Für die weitere Auswertung der Zählraten wurde der Kalium-Peak um den Betrag der Netto-Peak-Summe des internen Kalibrierstrahlers, die durch die Peak-Auswertung von mehrfach gemessenen Hintergrundspektren unter einer Abschirmung bestimmt wurde, bereinigt.

Die Ergebnisse der Auswertung der Netto-Peak-Summen sind in Anlage 3.2 aufgeführt. In Tabelle 4-2 sind die weiteren Ergebnisse der Auswertungen nach Gleichung 3 und Gleichung 4 zusammengestellt.

Tabelle 4-2: Ergebnisse der Spektrenauswertung – Natürliche Radionuklide

	#149	#150	#151	#152	#153
Th-232sec / U-238sec	0,74	0,54	1,02	1,53	1,20
K-40 / U-238sec	11,75	8,55	13,53	28,67	24,09
ODL, gemessen [nSv/h]	114	78	74	96	124
U-238sec [Bq/g]	0,044	0,038	0,025	0,024	0,041
Th-232sec [Bq/g]	0,060	0,021	0,026	0,037	0,049
K-40 [Bq/g]	0,520	0,325	0,338	0,688	0,988
ODL, berechnet [nSv/h]	113	79	76	97	125

Zur Prüfung, ob radiologisch relevante Aktivitäten aus der Entsorgung freigegebener Abfälle vorhanden sind, eignen sich aufgrund des im Messkonzept beschriebenen Nuklidvektors nur die Radionuklide Co-60 und Cs-137. Hier wird geprüft, ob erkennbare Peaks im Spektrum vorkommen, die auf eine Kontamination durch diese Radionuklide hinweisen.

Grundlage der Auswertung sind die Netto-Peak-Summen in den jeweils ausgewerteten Kanälen und ihre statistische Messunsicherheit. Die Ergebnisse dieser Auswertung sind in Tabelle 4-3 zusammengestellt. Sie ergeben keine Hinweise auf die geprüften Radionuklide.

Tabelle 4-3: Ergebnisse der Spektrenauswertung – Indikator nuklide Cs-137, Co-60

	#149	#150	#151	#152	#153
PS(Cs-137)	-0,01 ± 0,03	-0,01 ± 0,03	-0,05 ± 0,02	-0,05 ± 0,03	-0,08 ± 0,03
PS(Co-60)	-0,03 ± 0,01	-0,01 ± 0,01	-0,03 ± 0,01	-0,03 ± 0,02	-0,07 ± 0,02

5 Untersuchung von Bodenproben

5.1 Untersuchungsaufgabe und Durchführung

Untersuchungsaufgabe lt. Messkonzept:

Bestimmung der spezifischen Aktivität von künstlichen und natürlichen Radionukliden im Boden. Horizontierte Probenahme (0-30 cm) und gammaspektrometrische Analyse im Labor am kritischen Aufpunkt für Staubdeposition im Nordosten der Deponie.

Durchführung

Die Bodenuntersuchungen wurden auf Bodenflächen im direkten Umfeld der Deponie durchgeführt. Dabei wurden Bodenstandorte ausgewählt, die sich im Südwesten (Boden SW) und im Nordosten (Boden NO_2) der Deponie befinden.

Am Standort Boden NO_2 wurde ein Bodenprofil angelegt (vgl. Abbildung 5-1) und daraus in 5 cm Tiefenabschnitten Proben entnommen, die einer bodenkundlichen Kurzbewertung unterzogen wurden.



Abbildung 5-1: Bodenprofil am Standort Boden NO_2 bis 30 cm Tiefe aus dem in 5 cm Schichten Probenmaterial entnommen wurde.

Nach der durchgeführten bodenkundlichen Kurzbewertung handelt es sich um ein umgelagertes natürliches Substrat aus überwiegend schluffigem Material mit tonigen und sandigen Bestandteilen (Ls3; Lu; Lt3). In den tiefer liegenden Schichten wurden zum Teil nicht standorttypische Gesteinsbruchstücke vorgefunden (vermutl. Gleisschotter 32-63 mm Korngröße). Das standorttypische Ausgangsmaterial in Form von Sand- Ton- und Mergelstein des Mittelkeupers wurde aufgrund der geringen Tiefe des Profils (30 cm) nicht nachgewiesen. Ein ca. 10 cm schwach humoser Oberboden mit einer dichten

Durchwurzelung und wenige tiefer führende Makroporen deuten auf ein intaktes Bodengefüge hin. Nach [2] handelt es sich bei dem im Umfeld des Standortes vorliegenden Bodentyp um einen Braunerde-Pelosol aus geringmächtiger lösslehmhaltiger Fließerde über Keuper-Tonfließerde. Die bodenbildenden Prozesse haben der Bodenfarbe nach zu urteilen zu ersten Verlagerungs- und Mineralneubildungserscheinungen geführt. Die Bodenfarbe (überwiegend 10YR 6/4 nach Munsell Farbtafel) weist in einer Tiefe von ca. 25 cm rost-rötliche Verfärbungen (7.5YR 4/4 nach Munsell Farbtafel) auf, die vermutlich auf die Bildung von sekundären Fe/Mn-Mineralen zurückzuführen sind. Nach Angaben der AVL wurde der untersuchte Bodenbereich im Jahr 1982 umgelagert.

Die entnommenen Proben wurden am 13.10.2016 per Kurier an das Analyselabor verschickt.

5.2 Messergebnisse

Der Messbericht des Labors ist in Anlage 4.1 dokumentiert. Die darin aufgeführten Ergebnisse sind (ohne zugehörige Messunsicherheit) in Tabelle 5-1 aufgeführt. Da die Messergebnisse belegen, dass die spezifische Aktivität von Ra-228, Th-228 annähernd gleich ist, kann die Zerfallsreihe im säkularen Gleichgewicht und somit die Aktivität der Tochternuklide auch als repräsentativ für das Mutternuklid Th-232 angesehen werden. Entsprechend wurde die Aktivität des Tochternuklides Th-228 als Wert für Th-232 in Tabelle 5-1 eingetragen.

Tabelle 5-1: Ergebnisse der gammaspektrometrischen Untersuchung an Feststoffproben [Bq/g], Bodenprofil am Standort Boden NO_2 (vgl. Anlage 2.1).

Probe	U-238	Ra-226	Pb-210	Th-232	K-40	Cs-137	Co-60
BH so 0-5 cm	0,053	0,046	0,071	0,059	0,523	0,015	<0,00024
BH so 5-10 cm	0,050	0,041	0,057	0,057	0,507	0,0062	<0,00017
BH so 10-15 cm	0,058	0,047	0,055	0,064	0,540	0,0062	<0,00019
BH so 15-20 cm	0,054	0,043	0,043	0,059	0,509	0,00033	<0,00021
BH so 20-25 cm	0,054	0,047	0,043	0,064	0,539	0,00017	<0,00022
BH so 25-30 cm	0,054	0,047	0,045	0,063	0,575	0,00013	<0,00020

*) Die Bezeichnung „BH so ###“ ist auf das Bodenprofil im Nordosten der Deponie (Boden NO_2) bezogen.

Die in Tabelle 5-1 aufgeführten Ergebnisse der gammaspektrometrischen Untersuchungen zeigen:

- In der U-238 Zerfallsreihe ist das radioaktive Gleichgewicht schwach gestört. Vermutlich durch verwitterungsbedingte Verlagerungsprozesse (U-238, Ra-226) und atmosphärische Deposition (Pb-210). Der Th-230 Messwert ist mit einer hohen Messungenauigkeit behaftet.
- Das Radionuklid Pb-210 weist im oberen Bodenhorizont etwas höhere spezifische Aktivität auf. Dieser Effekt ist durch die atmosphärische Deposition von dem aus Radon (Rn-222) gebildeten Pb-210 bedingt und natürlichen Ursprungs.
- Die Cs-137 Aktivität ist im Bodenprofil in den oberen Horizonten angereichert und nimmt mit der Tiefe ab. Aus den Cs-137 Aktivitäten des Bodenprofils unter Annahme einer Bodendichte

von 1500 kg/m³ errechnet sich ein flächenbezogenes Inventar von 2102 Bq/m² Cs-137. Das entspricht der ortsüblichen Deposition von Cs-137 im Rahmen der Tschernobyl Reaktorhavarie [3], [4].

- Alle Messwerte von Co-60 liegen unter der Nachweisgrenze. Eine Kontamination des Bodens mit Co-60 durch Abwehen vom Abfall ist für den untersuchten Bodenstandort nicht nachweisbar.

Die Ergebnissen der Tabelle 5-1 zeigen, dass in dem untersuchten Bodenprofil die natürlichen Radionuklide weitgehend homogen verteilt sind. Die ODL im 1 m Höhe über dem Boden kann daher mit Hilfe der von UNSCEAR [5] (UNSCEAR 2008 Annex B; Para 81) angegebenen Dosiskoeffizienten für Bodenstrahlung abgeschätzt werden. Die Ergebnisse stimmen sehr gut mit denen der ODL-Messungen überein (vgl. Kapitel 3.2 und Anlage 1.3).

Tabelle 5-2: Berechnung der ODL aus den an Laborproben bestimmten spezifischen Aktivitäten für den Bodenstandort im Nordosten der Deponie (Boden NO_2).

	Einheit	U-238	Th-232	K-40	DL, terrestr.	DL, kosm	ODL *)
Dosiskoeffizient nach UNSCEAR (2008)	nSv/h / (Bq/g)	462	604	41,7			
Messwerte							
BH so 0-5 cm	Bq/g	0,046	0,059	0,523			
BH so 5-10 cm	Bq/g	0,041	0,057	0,507			
BH so 10-15 cm	Bq/g	0,047	0,064	0,54			
BH so 15-20 cm	Bq/g	0,043	0,059	0,509			
Mittelwert	Bq/g	0,044	0,060	0,520			
Dosisleistung, berechnet	nSv/h	20	36	22	78	35 - 40	113 - 118

*) Arithm. Mittelwert der ODL-Messungen im Umfeld des Bodenprofils lag bei 119 nSv/h (vgl. Anlage 1.4).

6 Messungen an Sickerwasserproben

6.1 Untersuchungsaufgabe und Durchführung

Durch die Untersuchung von Sickerwasser werden die löslichen Radionuklidfrachten einer Ablagerungsfläche ermittelt. Für die Sickerwasseruntersuchungen wurden deshalb Drainagen oder Sickerwassersammler ausgewählt, die Abschnitte entwässern, in welchen Ablagerungsbereiche der „Rückbau Abfälle“ liegen.

Die Lage der Sickerwassersammler unterhalb der Ablagerungsflächen wurde anhand von Leitungsplänen geprüft und ist in Anlage 2 beigefügt. Demnach ergibt sich die in Tabelle 6-1 aufgeführte Zuordnung der Sickerwasserproben zu den Ablagerungsflächen.

Tabelle 6-1: Sickerwasserproben mit Zuordnung der jeweiligen Deponiebereiche.

Probe	Volumen	Bereich
BHSiWa S76	5 l	Ablagerungsfläche 1383419
BHSiWa-H3 S76	1 l	Ablagerungsfläche 1383419
BHSiWa S70	5 l	Ablagerungsfläche 1386057
BHSiWa-H3 S70	1 l	Ablagerungsfläche 1386057
BHSiWa S1/4	5 l	Altdeponie Hausmüll
BHSiWa-H3 S1/4	1 l	Altdeponie Hausmüll
BHTD-H3 T12	1 l	Tiefendrainage

Die Proben wurde mittels eines 1 Liter Schöpfers aus den jeweiligen Sickerwasserschächten entnommen und am 13.10.2016 per Kurier zur Analytik in das beauftragte Labor verschickt. Als Analysenumfang wurden gemäß dem abgestimmten Messkonzept die folgenden Parameter analysiert:

- Bestimmung der Radionuklide U-238, Th-230, Ra-226, Pb-210, U-235, Ac-227, Ra-223, Ra-228, Th-228, Ra-224, K-40, Cs-137 und künstliche Radionuklide mittels doppelter Gamma-spektrometrie im zeitlichen Abstand nach Volumenreduktion;
- Bestimmung der Gesamtalpha- und Gesamtbetastrahler mittels Messungen im Durchflussproportionalzählrohr;
- Bestimmung von Tritium mittels Flüssigszintillationsspektrometrie (LSC) nach Destillation für Tritium in Sickerwässern und nach elektrolytischer Anreicherung für Quell- und Grundwasser.

6.2 Messergebnisse

Der Prüfbericht der Laboruntersuchungen an Sickerwässern und dem Wasser aus der Tiefendrainage ist in Anlage 4.2 dokumentiert. Eine Zusammenstellung der Messergebnisse (ohne Messunsicherheit) für die Parameter, bei denen Messwerte über der Nachweisgrenze erhalten wurden, enthält Tabelle 6-2. Die Analytik war durch die teilweise hohen Salzgehalte des Sickerwassers erschwert.

Die Tritium Konzentrationen aus der unterhalb der Deponie BURGHOF liegenden Tiefendrainage, sind mit 0,53 Bq/l als ein normaler Wert für junges Grundwasser einzuordnen.

Die U-235/U-238 Verhältnisse (vgl. Tabelle 6-2) liegen sämtlich im Bereich des natürlichen Aktivitätsverhältnisses. Es sind keine Hinweise auf Beimischungen von isotopisch verändertem Uran erkennbar.

Das Isotopenverhältnis U-234/U-238 (1,2 bis 1,3) entspricht dem in vielen Grundwässern gefundenen Wert. Die etwas höheren U-234 Konzentrationen von sind auf eine Mobilisierung von U-234 durch Rückstoßprozesse zu erklären.

Tabelle 6-2: Ergebnisse der Sickerwasser- und Drainagewasseruntersuchung BURGHOF in [Bq/l].

	BHSiWa-H3 S76	BHSiWa-H3 S70	BHSiWa-H3 S1/4
	D-A	D-A	D-0
	Abl.-Pkt. 1383419	Abl.-Pkt. 1386057	Altdeponie Hausmüll
Tritium	2,1	12,5	< 1,8
Ges-α	0,76	<0,21	0,39
Ges-β	13	26	17
U-238	0,196	0,0054	0,127
U-234	0,235	0,0069	0,160
Th-230	<1,4	<2,4	<1,9
Ra-226	0,15	<0,19	<0,12
Pb-210	<0,14	<0,38	<0,31
U-235	0,0090	0,000241	0,0059
Ra-228	<0,051	<0,058	<0,035
Th-228	0,025	0,021	0,031
K-40	7,9	20,9	17,1
Cs-137	0,13	0,043	<0,0072
Aktivitätsverhältnisse Uran			
U-234/U-238	1,20	1,28	1,26
U-235/U-238	0,046	0,045	0,046

Abkürzungen zu „Typ“: D-0: Deponieabschnitt ohne abgelagerte Freigabeabfälle; D-A: Deponieabschnitt mit abgelagerten Freigabeabfällen.

Die Ergebnisse der Sickerwasseranalysen weisen in den Sickerwassersträngen, die Deponieabschnitte entwässern, in denen Freigabeabfälle deponiert wurden, leicht erhöhte Tritiumkonzentrationen gegenüber dem natürlichen Hintergrund von 1 Bq/l auf. Außerdem wurden in einigen dieser Abschnitte messbare Cs-137 Konzentrationen festgestellt. Letzteres wurde allerdings nur erreicht, da die Analysen mit Methoden ausgeführt wurden, die für Trinkwasseruntersuchungen entwickelt wurden. Bei der Überwachung von Deponiesickerwässern im IMIS-Messprogramm des Bundes, die von verschiedenen Messlaboren der Länder realisiert wird, wurden bei entsprechend niedrigen Nachweisgrenzen ähnliche Cs-137 Konzentrationen gemessen (Jahresbericht Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung 2012, Tabelle 2.6-1., Herausgeber: BMUB 2014).

Um die Messergebnisse in Hinblick auf ihre radiologische Relevanz beurteilen zu können, sind in Tabelle 6-3

- Referenzwerte für radiologische Parameter der Trinkwasserverordnung (TrinkwV)

- Aktivitätskonzentrationen zur Beurteilung von Ableitungen aus Strahlenschutzbereichen nach Anlage VII Teil B Tab. 4 StrlSchV

zusammengestellt. Die Messwerte nach Tabelle 6-2, die über der Nachweisgrenze liegen und höher als diese Referenzwerte ausfallen, sind die der Parameter Gesamt- β und Gesamt- α . Der Parameter Gesamt- β wird im Sickerwasser durch das chemische Element Kalium mit seinem radioaktiven Isotop K-40 bestimmt. K-40 trägt nicht zu einer zusätzlichen Strahlenexposition bei. Die radiologische Relevanz des Parameters Gesamt- α ergibt sich aus der Zusammensetzung des Nuklidgemisches. Die fachgerechte Bewertung des Nuklidgemisches (mit Anwendung einer Summenformel) ist nicht Teil dieses Messberichtes.

Tabelle 6-3 Werte zur Beurteilung von Radionukliden im Wasser

	TrinkwV (2015)	Anlage VII Teil B Tab. 4 StrlSchV
	Bq/l	Bq/l
Tritium (Bq/l)	100 (*)	10.000
Ges- α (Bq/l)	0,05 – 0,1 (+)	k.A.
Ges- β (Bq/l)	1,0	k.A.
U-238 (Bq/l)	3,0	3
U-234 (Bq/l)	2,8	2
Th-230 (Bq/l)	k.A.	0,2
Ra-226 (Bq/l)	0,5	0,2
Pb-210 (Bq/l)	0,2	0,1
U-235 (Bq/l)	k.A.	3
Ra-228 (Bq/l)	0,2	0,03
Th-228 (Bq/l)	k.A.	0,2
K-40 (Bq/l)	k.A.	k.A.
Cs-137 (Bq/l)	11	30

(*) als Indikator aufgeführt, kein Teil des Parameters Richtdosis. (+) im Rahmen spezifizierter Screening Messungen.

7 Quellen

- [1] M.-M. Bé u. a., *Table of Radionuclides*, Bd. 8. Pavillon de Breteuil, F-92310 Sèvres, France: Bureau International des Poids et Mesures, 2016.
- [2] „LGRB-Kartenviewer“. [Online]. Verfügbar unter: http://maps.lgrb-bw.de/?view=lgrb_geola_bod. [Zugegriffen: 31-Okt-2016].
- [3] D. Tait und D. Kock, „Fachgespräch Überwachung der Umweltradioaktivität (2013)“, in *Schriftenreihe Fachgespräch Überwachung der Umweltradioaktivität*, Bremen, 2016.
- [4] LUBW - Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, „Radioaktivität in Baden-Württemberg 2002 bis 2011“, Karlsruhe, 1436–2783, Mai 2012.
- [5] United Nations, Hrsg., *Sources and effects of ionizing radiation: United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation: UNSCEAR 2008 report to the General Assembly, with scientific annexes*. New York: United Nations, 2010.

Anlage 1

**Tabellen, Skizzen und Nachweise
zu ODL-Messungen**

Anlage 1.1

**Unterlagen zum Messvergleich des Bundesamtes für
Strahlenschutz**



Bundesamt für Strahlenschutz
FG SW 1.3 „Dosimetrie und Messmethodik“
Köpenicker Allee 120 – 130
D – 10318 Berlin

Berlin, den 1.7.2016

PROTOKOLL

Vergleichsmessungen von Ortsdosisleistungsmessgeräten

Auftraggeber:	Leitstelle des Bundes für Fragen der Radioaktivitätsüberwachung bei erhöhter natürlicher Radioaktivität
Messort:	Referenzmessflächen der Wismut GmbH, Ronneburg / Reust
Messdatum:	7. und 8.6.2016
Vorbereitung, Durchführung:	Herr Norman Kinal (Wismut GmbH) Herr Sebastian Geß (Wismut GmbH) Herr Dr. Joachim Döring, Frau Monika Ebert, Herr Jürgen Mielcarek (alle Bundesamt für Strahlenschutz, Fachgebiet SW 1.3, Berlin)
Referenzsonde:	Mitteldruck-Ionisationskammer FHT 191 N, Fa. Thermo Fisher Scientific Messtechnik GmbH
Ergebnisse:	siehe TABELLE 1

PROTOKOLL

zu den Vergleichsmessungen von ODL-Messgeräten auf den Referenzmessflächen der Wismut GmbH am 7. und 8.6.2016

Zur Qualitätssicherung umgebungsdosimetrischer Messungen mit tragbaren Ortsdosisleistungsmessgeräten wurden am 7. und 8.6.2016 auf den Referenzmessflächen des Sanierungsbetriebes Ronneburg der Wismut GmbH Vergleichsmessungen durchgeführt. An den Vergleichsmessungen, die vom Fachgebiet SW 1.3 des Bundesamtes für Strahlenschutz als der Leitstelle des Bundes für Fragen der Radioaktivitätsüberwachung bei erhöhter natürlicher Radioaktivität und der Wismut GmbH organisiert wurden, beteiligten sich:

- Institute of Oncology, Ljubljana, Slovenia
- Agency for Radwaste Management, ARAO, Ljubljana, Slovenia
- Jozef-Stefan-Institute, ELME, Ljubljana, Slovenia
- University Medical Centre Ljubljana, Slovenia
- Slovenian Armed Forces, Mobile Radiological Laboratory
- Institute for Medical Research and Occupational Health, Republika Hrvatska
- Radiation Protection Service RŽV, Gorenja vas, Slovenia
- drei Niederlassungen der Wismut GmbH
- sieben Landesbehörden
- ein Messtechnikproduzent
- Leibniz-Universität Hannover
- 12 Firmen und Forschungseinrichtungen
- ein Fachgebiet des BfS.

Insgesamt 150 Messgeräte wurden in die Vergleichsmessungen einbezogen.

Die genutzten Referenzmessflächen (quadratisch mit einer Kantenlänge von 20 m und einer Schichtdicke von mindestens 0,6 m) haben folgende Materialzusammensetzung:

Fläche 1: Beton mit natürlichem Aktivitätsgehalt.

Fläche 2: Unbearbeitetes Material der Zentralhalde des Sanierungsbetriebes Ronneburg.

Fläche 3: Aufbereitungsrückstände des ehemaligen Aufbereitungsbetriebes Seelingstädt mit Zementzusatz. Diese Fläche ist mit einer Plastiküberdeckung versiegelt.

Alle Messungen wurden in 1 m Höhe über dem Zentrum der jeweiligen Messfläche ausgeführt.

Die ermittelten Ortsdosisleistungen sind unter folgenden Messbedingungen bestimmt worden (Daten von der Wismut GmbH):

	7.6.2016	8.6.2016
Allgemeine Wetterbedingungen	sonnig	sonnig
Erdboden	feucht	feucht
Mittlere Temperatur	24°C	23°C
Mittlere relative Luftfeuchte	45%	58%
Mittlerer Luftdruck	986 hPa	982 hPa
Mittlere Windgeschwindigkeit	2 m/s	1 m/s
Mittlere Rn-Konzentration in der Luft	10 Bq/m ³	14 Bq/m ³

Als Referenzsonde wurde vom Bundesamt für Strahlenschutz die Mitteldruck-Ionisationskammer FHT 191 N (Nr. 1075) verwendet. Deren Ansprechvermögen für Photonenstrahlung ist weitgehend energie- und richtungsunabhängig. Mit Unterstützung der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt Braunschweig wurden die Ansprechvermögen für terrestrische Strahlung und Höhenstrahlung sowie die Geräteeigenanzeige bestimmt. Die mit dieser Sonde über den Messflächen ermittelten Gesamtdosisleistungen, zusammengesetzt aus terrestrischer Strahlung und Höhenstrahlung, werden als die jeweiligen Referenzmesswerte angesehen. Für die drei Messflächen wurden unter den oben genannten Messbedingungen folgende Dosisleistungen bestimmt:

Photonen-Äquivalentdosisleistung H_X

Messfläche (MF)	7.6.2016	8.6.2015
Fläche 1 (Beton)	73 nSv/h \pm 2 nSv/h	70 nSv/h \pm 3 nSv/h
Fläche 2 (Haldenmaterial)	203 nSv/h \pm 2 nSv/h	203 nSv/h \pm 3 nSv/h
Fläche 3 (Tailings)	784 nSv/h \pm 2 nSv/h	774 nSv/h \pm 6 nSv/h

Auf Grund der geringen Schwankungen der Referenzwerte brauchte stets nur ein Referenzwert angegeben zu werden.

Dennoch: Vielen Dank für die Zuordnung der Messungen zur Uhrzeit!

Entsprechend einer Empfehlung des Normenausschusses Radiologie (NAR), zitiert in PTB-Dos-45 (2003), wird hier für natürliche Umgebungsstrahlung der Umrechnungsfaktor $H^*(10)/H_X = 1,0$ verwendet, so dass die angegebenen Dosisleistungswerte auch für die Umgebungs-Äquivalentdosisleistung $H^*(10)$ gelten.

Die Ergebnisse aller in die Vergleichsmessungen einbezogenen Messgeräte sind in der beigefügten **TABELLE 1** zusammengestellt. Die dort angegebenen Werte **A1, A2 und A3** sind Mittelwerte der Messgeräteanzeigen ohne Korrekturen. Die Werte **B1, B2 und B3** sind die Quotienten aus den Referenzmesswerten des BfS und den Anzeigen des jeweiligen Messgerätes.

Gelb unterlegte Anzeigewerte weisen darauf hin, dass der Mittelwert der Messreihe eine relative Standardabweichung $\geq 10\%$ aufweist. Bei **rot unterlegten Anzeigewerten** sind es $> 20\%$; in Anlehnung an die Eichfehlergrenzen wird empfohlen, dieses Messgerät in vergleichbaren Strahlungsfeldern nicht einzusetzen. Falls die Parameter des Gerätes jedoch eine *grundsätzliche Eignung* für die vorgesehene Messung vermuten lassen, sollte eine technische Überprüfung vorgenommen werden (siehe auch unter „Weitere Informationen“).

Weitere Informationen

- 2015: „Es wurde berichtet, dass bei drei Messgeräten des gleichen Typs im vergangenen Jahr eine **kontinuierliche scheinbare Zunahme des Ansprechvermögens** auftrat.“
2016: Nach unseren Informationen ist dem Hersteller die Fehlerquelle nunmehr bekannt; der Fehler wird beim Hersteller behoben.
- 2015: „Wir haben vor, mit Unterstützung der Wismut GmbH im nächsten Jahr für etwas „Ablenkung“ zu sorgen (Sitzgelegenheiten und kleine Tische für

*Gesprächsrunden), um die leider auch in diesem Jahr beobachteten „Gruppenbildungen“ auf den Messflächen unattraktiv zu machen. (Es sollte stets pro Institution nur die **unbedingt** notwendige Anzahl an Personen auf der Messfläche agieren.)“*

2016: Dies ließ sich auf Grund der neuen Strahlenschutzanweisung leider nicht realisieren.

- 2015 / 2016, interne Information für die Wismut GmbH: Messungen über den Mittelpunkten der MF können mit **stehender oder hängender** Sonde FHZ 601 A durchgeführt werden. Es gibt keine signifikanten Unterschiede bei den Anzeigewerten. Aus den bekannten Gründen wird jedoch nur die Messung mit stehender Sonde empfohlen. Auch bei Lagerung und Transport sollen die Sonden stehen.
- Diese Unterlagen werden wieder an alle Eingeladenen versandt, um den Informationsstand aktuell zu halten.

Anlage

TABELLE 1

TABELLE 1

Ergebnisse der Vergleichsmessungen von ODL-Messgeräten auf den Referenzmessflächen der Wismut GmbH vom 7. - 8.6.2016													
Interne Nummer	Grundgerät		Sonde		Messgröße	Fläche 1 (Beton)			Fläche 2 (Haldenmaterial)			Fläche 3 (Tailings)	
	Typ	Nummer	Typ	Nummer		A1	B1	A2	B2	A3	B3		
Referenz	07.06.2016		FHT 191 N	1075	in nSv/h	73		203		784			
	08.06.2016		FHT 191 N	1075	in nSv/h	70		203		774			
18/1	UMO LB 123	7663	LB 1236	7482	H*(10)	107	0,65	236	0,86	812			0,95
18/2	IdentifINDER	935-3415			H _x	12	5,83	166	1,22	819			0,95
18/3	FH 40 G- 10	12431			H*(10)	91	0,77	243	0,84	835			0,93
18/4	6150 AD 6	103272			H _x	64	1,09	172	1,18	712			1,09
18/5	6150 AD 6/H	124933			H*(10)	67	1,04	179	1,13	738			1,05
18/6	6150 AD 6/H	129288			H*(10)	68	1,03	164	1,24	718			1,08
18/7	6150 AD 6/H	124933	6150 AD-b/H	123893	H*(10)	73	0,96	223	0,91	849			0,91
19/1	6150 AD 6/E	102603	6150 AD-b/E	142649	H*(10)	73	0,96	217	0,94	825			0,94
20/1	LB 123	7539	LB 1236-H10	6970	H*(10)	110	0,64	258	0,79	890			0,87
20/2	FH 40 G-L	11181	FHZ 672 E	42540/61	H*(10)	103	0,68	206	0,99	589			1,31
20/3	FH 40 G-L	11187			H*(10)	98	0,71	245	0,83	801			0,97
20/4	6150 AD 5/E	141619	6150 AD-b/E	92040	H*(10)	66	1,06	213	0,95	802			0,97
20/5	6151 AD 5/E	143049	6151 AD-b/E	92409	H*(10)	63	1,11	158	1,28	505			1,53
20/6	mini Spec	GR 130			H*(10)	45	1,56	181	1,12	742			1,04
21/1	Rad Eye X-G	10392			H*(10)	65	1,08	241	0,84	858			0,90
21/2	FH 40G-L10	18629	FHZ 672 E-10	514	H*(10)	43	1,63	164	1,24	585			1,32
21/3	RadEye PRD	280			H*(10)	36	1,94	158	1,28	647			1,20
21/4	6150 AD 6/E	32989	6150 AD-b/E	133613	H*(10)	78	0,90	224	0,91	768			1,01
21/5	6150 AD 6/E	141074	6150 AD-b/E	139819	H*(10)	77	0,91	243	0,84	896			0,86

Anlage 1.2

**ODL-Messungen auf der Deponie
BURGHOF**

Anlage 1.2

ODL-Messungen auf der Deponie BURGHOF

12.10.2016 15:30 Uhr
Deponie BURGHOF, Abl.-Pkt. 1 (Ablagerungsfläche 1304325)

Aufnahme Spektrum #150. Der Standort des Gammaskontrometers wurde eingemessen (Anlage 2.1)

ODL in 1 m Höhe in nSv/h mit Automess

ca. 4 m x 4 m Raster

sehr unebenes Relief!

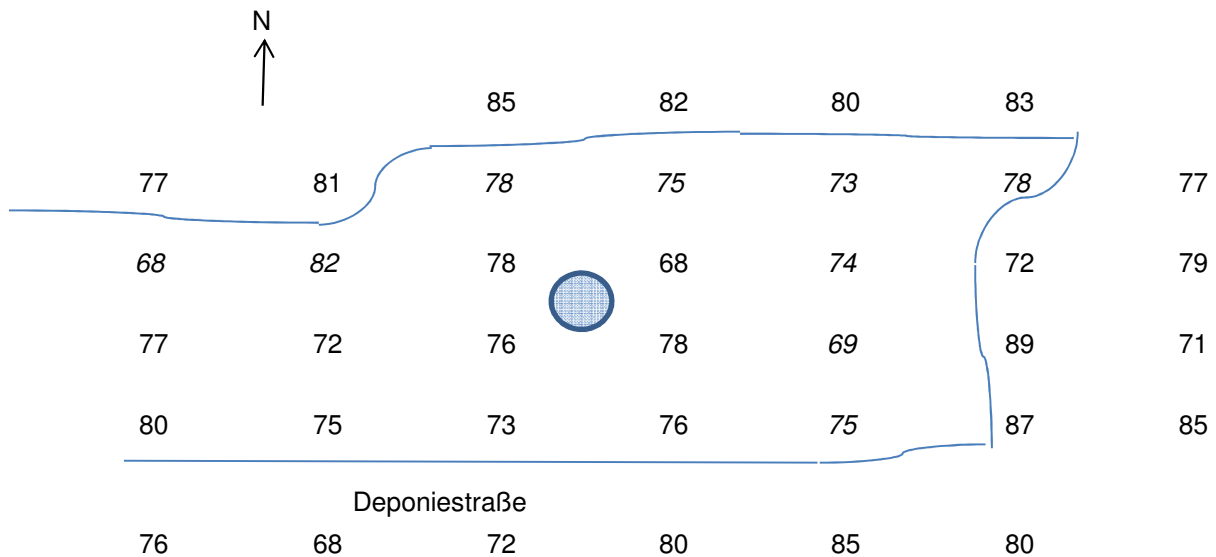
Messungen am Hang / Böschungen (kursiv geschrieben)

Zusammenfassung:

Mittelwert: 77 nSv/h

Maximalwert: 89 nSv/h

Mindestwert: 68 nSv/h



Standort Gammaskontrometer, Abl.Pkt. 1, Spektrum #150

Fotodokumentation:



Anlage 1.2 ODL-Messungen auf der Deponie BURGHOF

12.10.2016 16:20 Uhr
Deponie BURGHOF, Abl.-Pkt. 2 (Ablagerungsfläche 1386057)

Aufnahme Spektrum #151. Der Standort des Gammaskpektrometers wurde eingemessen (Anlage 2.1)

ODL in 1 m Höhe in nSv/h mit Automess
ca. 4 m x 4 m Raster
Plateaufläche

Fotodokumentation:



Zusammenfassung:

Mittelwert: 86 nSv/h
Maximalwert: 105 nSv/h
Mindestwert: 74 nSv/h



87	87	85	82	81	82	83	77	89
86	88	92	97	74	81	85	79	92
92	98	105	84	80	78			



Standort Gammaskpektrometer, Abl.-Pkt. 2, Spektrum #151

Anlage 1.2 ODL-Messungen auf der Deponie BURGHOF

12.10.2016 16:40 Uhr
Deponie BURGHOF, Abl.-Pkt. 3 (Ablagerungsfläche 1383420)

Aufnahme Spektrum #152. Der Standort des Gammaskontrometers wurde eingemessen (Anlage 2.1)

ODL in 1 m Höhe in nSv/h mit Automess

ca. 4 m x 4 m Raster

Deponiefläche Hangfläche (ca. 20 m "tiefer" als die anderen 2 Flächen -> Einbauhöhe 2008)

Zusammenfassung:

Mittelwert: 101 nSv/h
Maximalwert: 115 nSv/h
Mindestwert: 88 nSv/h

	N ↑				
		105	115	101	105
		106	110	103	103
107		100	98	96	102
100		105	112	95	106
89		99	94	93	105
		92	102	88	94
		103	100	94	109



Standort Gammaskontrometer, Abl.-Pkt. 3, Spektrum #152

Fotodokumentation:



Anlage 1.2

ODL-Messungen auf der Deponie BURGHOF

12.10.2016

18:00 Uhr

Deponie BURGHOF an verschiedenen Orten

Zusätzliche Messungen:

Haufwerk Mergel aus Hamberg: 140-150 nSv/h

Haufwerk Gleisschotter aus Granit: 140-150 nSv/h

andere Charge: 120-130 nSv/h

Mergel Burghof Zwischenlager Haufwerk: 170-190 nSv/h

natürliches Anstehendes (mit Kalk): 150-160 nSv/h

Ostböschung DA 10

Anlage 1.3

**ODL-Messungen im Bereich der Bodenflächen
BURGHOF**

Anlage 1.3

ODL-Messungen im Bereich der Bodenflächen

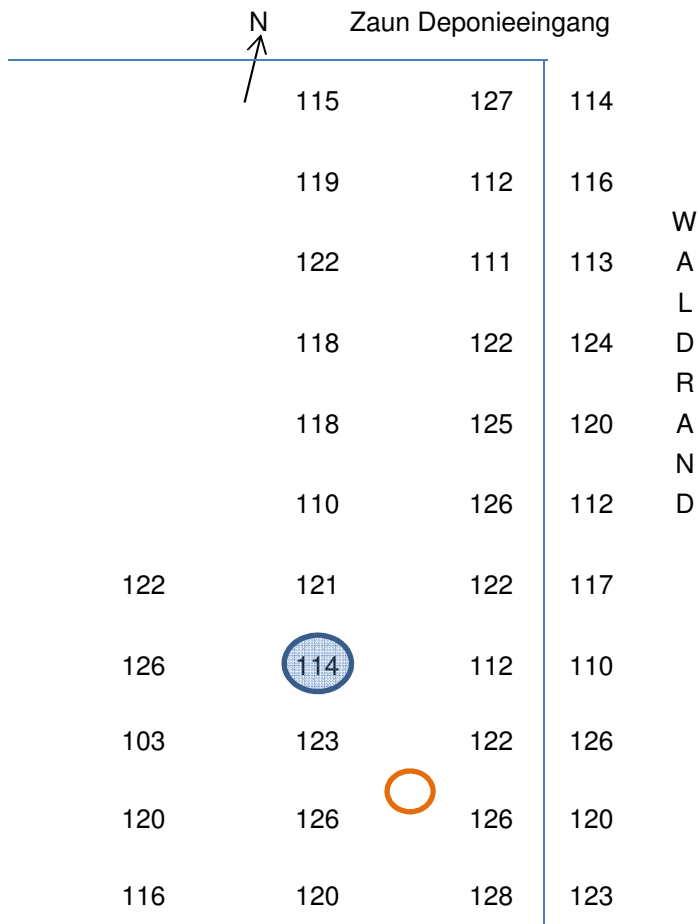
12.10.2016 14:10 Uhr
 Deponie BURGHOF, Boden SO



Aufnahme Spektrum #149. Der Standort des Gammaskpektrometers wurde eingemessen (Anlage 2.1)

ODL in 1 m Höhe in nSv/h mit Automess
 4 m x 4 m Raster (außerhalb Zaun 2 m)
 in 0 m Abstand: 140-150 nSv/h (wo roter Mergel anstehend)
 im angelegten Bodenprofil: 150-160 nSv/h
 Asphalt am Grünanlieferbereich (nebenan): 0,07 µSv/h

Zusammenfassung:

Mittelwert: 119 nSv/h
 Maximalwert: 128 nSv/h
 Mindestwert: 103 nSv/h



-  Standort Gammaskpektrometer, Boden SO_1, Spektrum #149
-  Bodenprofil, Boden SO_2

Anlage 1.3 ODL-Messungen im Bereich der Bodenflächen

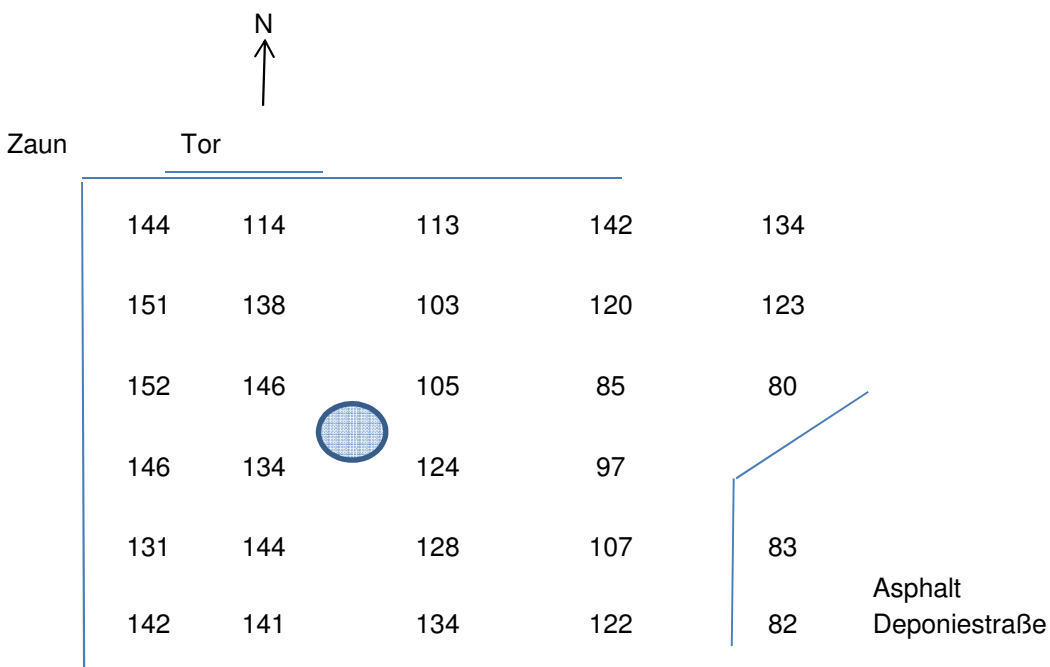
12.10.2016 18:00 Uhr
Deponie BURGHOF Boden NW


Aufnahme Spektrum #153. Der Standort des Gammaskontrometers wurde eingemessen (Anlage 2.1)

ODL in 1 m Höhe in nSv/h mit Automess
4 m x 4 m Raster (außerhalb am Zaun 2 m)
Zufahrt zum Tor wahrscheinlich geschottert

Zusammenfassung:

Mittelwert: 123 nSv/h
Maximalwert: 152 nSv/h
Mindestwert: 80 nSv/h



 Standort Gammaskontrometer, Boden NW, Spektrum #153

Fotodokumentation:



Anlage 2

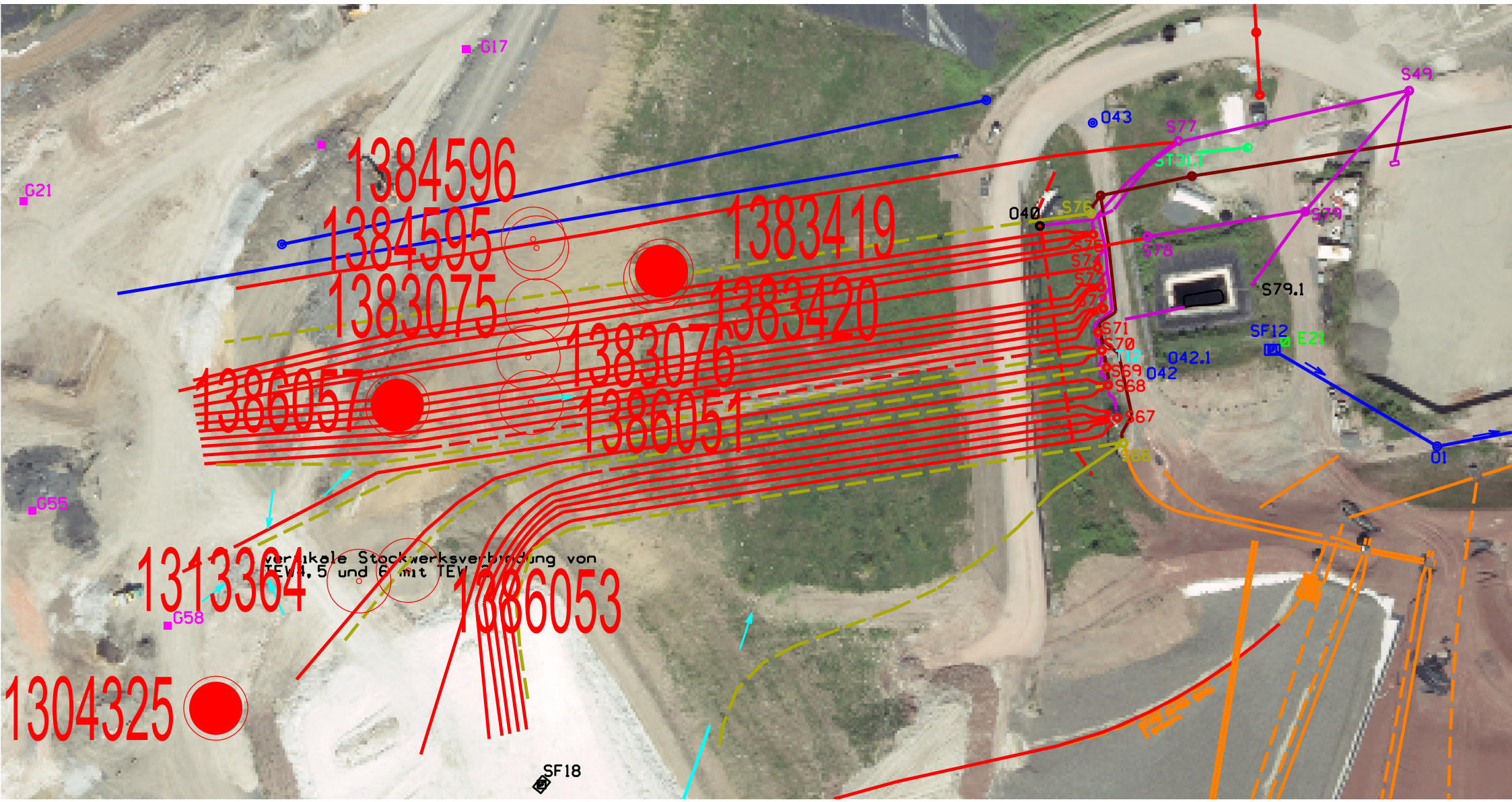
Planunterlagen (durch AVL zur Verfügung gestellt)

Anlage 2.1

**Lageplan der Deponie BURGHOF mit verzeichneten
Messpunkten**

Anlage 2.2

**Leitungsnetzplan der Sickerwasserdrainagen und
-sammler der Deponie BURGHOF**



021

017

1384596

1384595

1383075

1386057

1383076

1386051

1383419

1383420

1313364

1386053

1304325

verbleibende Stockwerksverbindung von TEV 4, 5 und 6 mit TEV

SF18

043

040

S77

S73.1

S75

S76

S74

S73

S72

S71

S70

S69

S68

S67

S66

S65

S64

S63

S62

S61

S60

S59

S58

S57

S56

S55

S54

S53

S52

S78

S79

S79.1

SF12

E21

042

042.1

S49

01

STADTBAU

Anlage 3

**Protokolle der Bodenuntersuchungen und der
gammasspektrometrischen Felduntersuchungen**

Anlage 3.1

Protokoll der bodenkundlichen Untersuchung

Schichtenverzeichnis/ Probenahmeprotokoll

EN ISO 22475-1:2006 (D)/ KA 5

 Standort: Deponie Burghof

Komm-Nr.: _____

 Aufschlussart: Schurf

Bohrtechnik: _____

Reihenfolge Nr.: _____

 Datum: 12.10.2016

 Uhrzeit: 14:35

 Witterung Regen Sonne

 Bewölkung

 Lufttemperatur °C: 18°

Horizontuntergrenze [cm u. GOK]	a) Benennung Bodenart Feinbodenart, Grobbodenart, technologische Beimengungen %				Bemerkungen	Probenahme		
	b) Ergänzende Bemerkungen Feuchte, wasserführend, Geruch, Redoxmerkmale, Gefüge					Werkzeug Ø mm Kernverlust	Probenart	Anzahl EP
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe nach Munsell	*) Humusgehalt	Schadstoffe			
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Carbonat		Proben Nr.		
						von - bis [m u. GOK]		
5	a) <u>LS3 - Lu - Lt3, fGr1</u>				<u>Spaten</u>	E1	N ^r <u>BH500-5</u>	
	b) <u>ungelagertes Substrat, G0, Kalkstein</u>							von - bis [m u. GOK] <u>0-5 cm</u>
	c) <u>ko1</u>	d) <u>-</u>	e) <u>10YR 4/2</u>	*) <u>lt-lz</u>				Probengefäß ¹⁾ <u>PE</u>
	f) _____	g) _____	h) _____	i) <u>C2</u>				Menge [g]
10	a) <u>Lu - Lt3</u>				<u>Spaten</u>	E1	N ^r <u>BH505-10</u>	
	b) _____							von - bis [m u. GOK] <u>5-10 cm</u>
	c) <u>ko1</u>	d) <u>-</u>	e) <u>10YR 6/4</u>	*) <u>lt-lz</u>				Probengefäß <u>PE</u>
	f) _____	g) _____	h) _____	i) <u>C2</u>				Menge [g]
15	a) <u>Lu - Lt3</u>				<u>Spaten</u>	E1	N ^r <u>BH5010-15</u>	
	b) <u>Flecken (10YR 5/8) eh</u>							von - bis [m u. GOK] <u>10-15 cm</u>
	c) <u>ko1</u>	d) <u>-</u>	e) <u>10YR 6/4</u>	*) <u>ho</u>				Probengefäß <u>PE</u>
	f) _____	g) _____	h) _____	i) <u>C2</u>				Menge [g]
20	a) <u>Lu - Lt3</u>				<u>Spaten</u>	E1	N ^r <u>BH5015-20</u>	
	b) _____							von - bis [m u. GOK] <u>15-20 cm</u>
	c) <u>ko1</u>	d) <u>-</u>	e) <u>10YR 6/4</u>	*) <u>ho</u>				Probengefäß <u>PE</u>
	f) _____	g) _____	h) _____	i) <u>C2</u>				Menge [g]
25	a) <u>Lu - Lt3</u>				<u>Spaten</u>	E1	N ^r <u>BH5020-25</u>	
	b) <u>Einschl. (7.5YR 4/4) ed</u>							von - bis [m u. GOK] <u>20-25 cm</u>
	c) <u>ko2</u>	d) <u>-</u>	e) <u>10YR 6/4</u>	*) <u>ho</u>				Probengefäß <u>PE</u>
	f) _____	g) _____	h) _____	i) <u>C2</u>				Menge [g]
30	a) <u>Lu - Lt3</u>				<u>Spaten</u>	E1	N ^r <u>BH5025-30</u>	
	b) <u>Einschl. (7.5YR 4/4)</u>							von - bis [m u. GOK] <u>25-30 cm</u>
	c) <u>ko2</u>	d) <u>-</u>	e) <u>10YR 6/4</u>	*) <u>ho</u>				Probengefäß <u>PE</u>
	f) _____	g) _____	h) _____	i) <u>C2</u>				Menge [g]

1) BG- Braunglas, PE-Plaste, KG-Klarglas, HS Headspace, B- Beutel

2) SV-Schraubverschluss, D- Deckel

Bodenprobenahme

ProbenNr.	Korngröße	Homogenität	Konsistenz	Farbe Geruch	technogene Beimengungen %	Bemerkungen
BH 50 0-5	0-5 mm	99%	fest	10YR 4/2	2%	
BH 50 5-10	0-5 mm	100%	fest	10YR 6/4	< 1%	
BH 50 10-15	0-2 mm	100%	fest	10YR 6/4	< 1%	
BH 50 15-20	0-2 mm	90%	fest	10YR 6/4	< 1%	
BH 50 20-25	0-2 mm	90%	fest	10YR 6/4	< 1%	
BH 50 25-30	0-2 mm	90%	fest	10YR 6/4	< 1%	

Lagerung und Transport

Transport durch: NCC

Labor

Kurier TNT

Lagerung: Kühlung

Temperatur [°C]

lichtgeschützt

Labor: VKTA

Datum: _____

Uhrzeit: _____

13.10.2011

Datum

[Redacted]

Probenehmer

[Redacted]

Unterschrift

Anlage 3.2

Auswertung der gammaspektrometrischen Felduntersuchungen

Anlage 3.2

Gammaspektrometrische Felduntersuchungen

Spektrum #149 Datum 12.10.2016

Ort: Deponie BURGHOF, Boden NO_1

Messzeit: Real Time: 2700,61 Live Time: 2700

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
1	0	0,00	0,000			
2	0	0,00	0,000			
3	0	0,00	0,000			
4	0	0,00	0,000			
5	0	0,00	0,000			
6	0	0,00	0,000			
7	0	0,00	0,000			
8	0	0,00	0,000			
9	0	0,00	0,000			
10	807	0,30	0,011			
11	1108	0,41	0,012			
12	1264	0,47	0,013			
13	1295	0,48	0,013			
14	1550	0,57	0,015			
15	1491	0,55	0,014			
16	1840	0,68	0,016			
17	2055	0,76	0,017			
18	2243	0,83	0,018			
19	2429	0,90	0,018			
20	2502	0,93	0,019			
21	3533	1,31	0,022			
22	3453	1,28	0,022			
23	4147	1,54	0,024			
24	4648	1,72	0,025			
25	5486	2,03	0,027			
26	6108	2,26	0,029			
27	6714	2,49	0,030			
28	7290	2,70	0,032			
29	8258	3,06	0,034			
30	9230	3,42	0,036			
31	10044	3,72	0,037			
32	9979	3,70	0,037			
33	10969	4,06	0,039			
34	11072	4,10	0,039			
35	10878	4,03	0,039			
36	11507	4,26	0,040			
37	11314	4,19	0,039			
38	10873	4,03	0,039			
39	11167	4,13	0,039			
40	10121	3,75	0,037			
41	11044	4,09	0,039			
42	10563	3,91	0,038			
43	10290	3,81	0,038			
44	9958	3,69	0,037			
45	10169	3,77	0,037			
46	10177	3,77	0,037			
47	9160	3,39	0,035			
48	9482	3,51	0,036			
49	8570	3,17	0,034			

*) nach Abzug ergiespez. HG und 1,26 Nettoimpulse für die Peak-Summe des internen K-40 Kalibrierstrahlers

Anlage 3.2

Gammaskpektrometrische Felduntersuchungen

Spektrum #149 Datum 12.10.2016

Ort: Deponie BURGHOF, Boden NO_1

Messzeit: Real Time: 2700,61 Live Time: 2700

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
50	8699	3,22		0,035		
51	8180	3,03		0,033		
52	7650	2,83		0,032		
53	7876	2,92		0,033		
54	7460	2,76		0,032		
55	7569	2,80		0,032		
56	7041	2,61		0,031		
57	6974	2,58		0,031		
58	6371	2,36		0,030		
59	6360	2,36		0,030		
60	6178	2,29		0,029		
61	6233	2,31		0,029		
62	5774	2,14		0,028		
63	6168	2,28		0,029		
64	6153	2,28		0,029		
65	5634	2,09		0,028		
66	5161	1,91		0,027		
67	4524	1,68		0,025		
68	4252	1,57		0,024		
69	4057	1,50		0,024		
70	3822	1,42		0,023		
71	3988	1,48		0,023		
72	3704	1,37		0,023		
73	3434	1,27		0,022		
74	3234	1,20		0,021		
75	3113	1,15		0,021		
76	2926	1,08		0,020		
77	2909	1,08		0,020		
78	3103	1,15		0,021		
79	2886	1,07		0,020		
80	2786	1,03		0,020		
81	2615	0,97		0,019		
82	2325	0,86		0,018		
83	2051	0,76		0,017		
84	1910	0,71		0,016		
85	1934	0,72		0,016		
86	1867	0,69		0,016		
87	1793	0,66		0,016		
88	1724	0,64		0,015		
89	1689	0,63		0,015		
90	1654	0,61		0,015		
91	1536	0,57		0,015		
92	1607	0,60		0,015		
93	1591	0,59		0,015		
94	1456	0,54		0,014		
95	1505	0,56		0,014		
96	1446	0,54		0,014		
97	1488	0,55		0,014		
98	1425	0,53		0,014		

*) nach Abzug ergiespez. HG und 1,26 Nettoimpulse für die Peak-Summe des internen K-40 Kalibrierstrahlers

Anlage 3.2

Gammaskpektrometrische Felduntersuchungen

Spektrum #149 Datum 12.10.2016

Ort: Deponie BURGHOF, Boden NO_1

Messzeit: Real Time: 2700,61 Live Time: 2700

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
99	1437	0,53		0,014		
100	1348	0,50		0,014		
101	1262	0,47		0,013		
102	1257	0,47		0,013		
103	1289	0,48		0,013		
104	1394	0,52		0,014		
105	1486	0,55		0,014		
106	1554	0,58		0,015		
107	1469	0,54		0,014		
108	1463	0,54		0,014		
109	1330	0,49		0,014		
110	1160	0,43		0,013		
111	1065	0,39		0,012		
112	979	0,36		0,012		
113	958	0,35		0,011	Cs-137	0,00
114	945	0,35		0,011		-0,01
115	825	0,31		0,011		
116	829	0,31		0,011		
117	889	0,33		0,011		
118	856	0,32		0,011		
119	883	0,33		0,011		
120	854	0,32		0,011		
121	808	0,30		0,011		
122	755	0,28		0,010		
123	830	0,31		0,011		
124	767	0,28		0,010		
125	781	0,29		0,010		
126	730	0,27		0,010		
127	727	0,27		0,010		
128	727	0,27		0,010		
129	700	0,26		0,010		
130	716	0,27		0,010		
131	741	0,27		0,010		
132	766	0,28		0,010		
133	872	0,32		0,011		
134	812	0,30		0,011		
135	805	0,30		0,011		
136	839	0,31		0,011		
137	847	0,31		0,011		
138	793	0,29		0,010		
139	789	0,29		0,010		
140	671	0,25		0,010		
141	614	0,23		0,009		
142	603	0,22		0,009		
143	625	0,23		0,009		
144	580	0,21		0,009		
145	611	0,23		0,009		
146	632	0,23		0,009		
147	701	0,26		0,010		

*) nach Abzug ergiespez. HG und 1,26 Nettoimpulse für die Peak-Summe des internen K-40 Kalibrierstrahlers

Anlage 3.2

Gammaskpektrometrische Felduntersuchungen

Spektrum #149 Datum 12.10.2016

Ort: Deponie BURGHOF, Boden NO_1

Messzeit: Real Time: 2700,61 Live Time: 2700

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
148	634	0,23	0,009			
149	706	0,26	0,010			
150	691	0,26	0,010			
151	691	0,26	0,010			
152	649	0,24	0,009			
153	632	0,23	0,009			
154	575	0,21	0,009			
155	548	0,20	0,009			
156	464	0,17	0,008			
157	440	0,16	0,008			
158	366	0,14	0,007			
159	357	0,13	0,007			
160	292	0,11	0,006			
161	259	0,10	0,006			
162	271	0,10	0,006		0,00	
163	254	0,09	0,006	Co-60	-0,01	-0,03
164	240	0,09	0,006		-0,02	
165	264	0,10	0,006			
166	312	0,12	0,007			
167	456	0,17	0,008			
168	761	0,28	0,010		0,17	
169	1182	0,44	0,013		0,33	
170	1677	0,62	0,015		0,51	
171	1725	0,64	0,015	K-40	0,53	0,96
172	1397	0,52	0,014		0,41	
173	895	0,33	0,011		0,22	
174	462	0,17	0,008		0,06	
175	245	0,09	0,006			
176	187	0,07	0,005			
177	163	0,06	0,005			
178	171	0,06	0,005			
179	169	0,06	0,005			
180	149	0,06	0,005			
181	162	0,06	0,005			
182	109	0,04	0,004			
183	106	0,04	0,004			
184	136	0,05	0,004			
185	108	0,04	0,004			
186	159	0,06	0,005		0,02	
187	159	0,06	0,005		0,02	
188	158	0,06	0,005	Bi-214	0,02	0,09
189	159	0,06	0,005		0,02	
190	145	0,05	0,004		0,01	
191	125	0,05	0,004		0,01	
192	96	0,04	0,004		0,00	
193	90	0,03	0,004			
194	94	0,03	0,004			
195	77	0,03	0,003			
196	87	0,03	0,003			

*) nach Abzug ergiespez. HG und 1,26 Nettoimpulse für die Peak-Summe des internen K-40 Kalibrierstrahlers

Anlage 3.2

Gammaspektrometrische Felduntersuchungen

Spektrum #149 Datum 12.10.2016

Ort: Deponie BURGHOF, Boden NO_1

Messzeit: Real Time: 2700,61 Live Time: 2700

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
197	79	0,03		0,003		
198	90	0,03		0,004		
199	91	0,03		0,004		
200	69	0,03		0,003		
201	63	0,02		0,003		
202	59	0,02		0,003		
203	77	0,03		0,003		
204	90	0,03		0,004		
205	117	0,04		0,004		
206	108	0,04		0,004		
207	128	0,05		0,004		
208	128	0,05		0,004		
209	103	0,04		0,004		
210	116	0,04		0,004		
211	123	0,05		0,004		
212	91	0,03		0,004		
213	76	0,03		0,003		
214	80	0,03		0,003		
215	90	0,03		0,004		
216	98	0,04		0,004		
217	92	0,03		0,004		
218	74	0,03		0,003		
219	52	0,02		0,003		
220	55	0,02		0,003		
221	37	0,01		0,002		
222	37	0,01		0,002		
223	30	0,01		0,002		
224	30	0,01		0,002		
225	25	0,01		0,002		
226	30	0,01		0,002		
227	54	0,02		0,003		
228	92	0,03		0,004	0,02	
229	142	0,05		0,004	0,04	
230	170	0,06		0,005	0,05	
231	151	0,06		0,005	0,05	
232	138	0,05		0,004	0,04	0,23
233	83	0,03		0,003	0,02	
234	49	0,02		0,003	0,01	
235	15	0,01		0,001		
236	12	0,00		0,001		
237	11	0,00		0,001		
238	6	0,00		0,001		
239	6	0,00		0,001		
240	6	0,00		0,001		
241	6	0,00		0,001		
242	4	0,00		0,001		
243	7	0,00		0,001		
244	6	0,00		0,001		
245	3	0,00		0,001		

*) nach Abzug ergiespez. HG und 1,26 Nettoimpulse für die Peak-Summe des internen K-40 Kalibrierstrahlers

Anlage 3.2

Gammaspektrometrische Felduntersuchungen

Spektrum #149 Datum 12.10.2016

Ort: Deponie BURGHOF, Boden NO_1

Messzeit: Real Time: 2700,61 Live Time: 2700

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
246	5	0,00		0,001		
247	3	0,00		0,001		
248	5	0,00		0,001		
249	7	0,00		0,001		
250	2	0,00		0,001		
251	5	0,00		0,001		
252	3	0,00		0,001		
253	3	0,00		0,001		
254	3	0,00		0,001		
255	8	0,00		0,001		
256	1	0,00		0,000		

*) nach Abzug ergiespez. HG und 1,26 Nettoimpulse für die Peak-Summe des internen K-40 Kalibrierstrahlers

Anlage 3.2

Gammaspektrometrische Felduntersuchungen

Spektrum #150 Datum 12.10.2016
Ort: Deponie BURGHOF, Abl.-Pkt. 1 (Ablagerungsfläche 1304325)
Messzeit: Real Time: 2700,267 Live Time: 2700

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
1	0	0,00	0,000			
2	0	0,00	0,000			
3	0	0,00	0,000			
4	0	0,00	0,000			
5	0	0,00	0,000			
6	0	0,00	0,000			
7	0	0,00	0,000			
8	0	0,00	0,000			
9	0	0,00	0,000			
10	403	0,15	0,007			
11	543	0,20	0,009			
12	578	0,21	0,009			
13	654	0,24	0,009			
14	728	0,27	0,010			
15	722	0,27	0,010			
16	902	0,33	0,011			
17	986	0,37	0,012			
18	982	0,36	0,012			
19	1141	0,42	0,013			
20	1197	0,44	0,013			
21	1401	0,52	0,014			
22	1738	0,64	0,015			
23	1942	0,72	0,016			
24	2191	0,81	0,017			
25	2435	0,90	0,018			
26	2828	1,05	0,020			
27	2875	1,06	0,020			
28	3627	1,34	0,022			
29	3912	1,45	0,023			
30	4018	1,49	0,023			
31	4745	1,76	0,026			
32	4567	1,69	0,025			
33	5392	2,00	0,027			
34	5098	1,89	0,026			
35	5253	1,95	0,027			
36	5621	2,08	0,028			
37	5058	1,87	0,026			
38	5345	1,98	0,027			
39	5416	2,01	0,027			
40	5085	1,88	0,026			
41	5172	1,92	0,027			
42	5260	1,95	0,027			
43	5076	1,88	0,026			
44	4856	1,80	0,026			
45	4916	1,82	0,026			
46	4568	1,69	0,025			
47	4534	1,68	0,025			
48	4357	1,61	0,024			
49	4311	1,60	0,024			

*) nach Abzug ergiespez. HG und 1,26 Nettoimpulse für die Peak-Summe des internen K-40 Kalibrierstrahlers

Anlage 3.2

Gammaspektrometrische Felduntersuchungen

Spektrum #150 Datum 12.10.2016
Ort: Deponie BURGHOF, Abl.-Pkt. 1 (Ablagerungsfläche 1304325)
Messzeit: Real Time: 2700,267 Live Time: 2700

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
50	4087	1,51	0,024			
51	3950	1,46	0,023			
52	3687	1,37	0,022			
53	3665	1,36	0,022			
54	3489	1,29	0,022			
55	3219	1,19	0,021			
56	3069	1,14	0,021			
57	3258	1,21	0,021			
58	2934	1,09	0,020			
59	2856	1,06	0,020			
60	2654	0,98	0,019			
61	2749	1,02	0,019			
62	2604	0,96	0,019			
63	2491	0,92	0,018			
64	2612	0,97	0,019			
65	2419	0,90	0,018			
66	2252	0,83	0,018			
67	2031	0,75	0,017			
68	1817	0,67	0,016			
69	1838	0,68	0,016			
70	1652	0,61	0,015			
71	1624	0,60	0,015			
72	1604	0,59	0,015			
73	1557	0,58	0,015			
74	1453	0,54	0,014			
75	1367	0,51	0,014			
76	1255	0,46	0,013			
77	1200	0,44	0,013			
78	1242	0,46	0,013			
79	1317	0,49	0,013			
80	1192	0,44	0,013			
81	1183	0,44	0,013			
82	1054	0,39	0,012			
83	942	0,35	0,011			
84	840	0,31	0,011			
85	810	0,30	0,011			
86	787	0,29	0,010			
87	775	0,29	0,010			
88	729	0,27	0,010			
89	712	0,26	0,010			
90	728	0,27	0,010			
91	636	0,24	0,009			
92	636	0,24	0,009			
93	639	0,24	0,009			
94	653	0,24	0,009			
95	587	0,22	0,009			
96	608	0,23	0,009			
97	637	0,24	0,009			
98	598	0,22	0,009			

*) nach Abzug ergiespez. HG und 1,26 Nettoimpulse für die Peak-Summe des internen K-40 Kalibrierstrahlers

Anlage 3.2

Gammaskpektrometrische Felduntersuchungen

Spektrum #150 Datum 12.10.2016
 Ort: Deponie BURGHOF, Abl.-Pkt. 1 (Ablagerungsfläche 1304325)
 Messzeit: Real Time: 2700,267 Live Time: 2700

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
99	588	0,22	0,009			
100	568	0,21	0,009			
101	516	0,19	0,008			
102	533	0,20	0,009			
103	526	0,19	0,008			
104	493	0,18	0,008			
105	476	0,18	0,008			
106	601	0,22	0,009			
107	608	0,23	0,009			
108	598	0,22	0,009			
109	626	0,23	0,009			
110	545	0,20	0,009			
111	444	0,16	0,008			
112	439	0,16	0,008		0,01	
113	416	0,15	0,008	Cs-137	0,00	-0,01
114	377	0,14	0,007		-0,02	
115	356	0,13	0,007			
116	331	0,12	0,007			
117	390	0,14	0,007			
118	338	0,13	0,007			
119	349	0,13	0,007			
120	329	0,12	0,007			
121	345	0,13	0,007			
122	324	0,12	0,007			
123	394	0,15	0,007			
124	348	0,13	0,007			
125	372	0,14	0,007			
126	339	0,13	0,007			
127	343	0,13	0,007			
128	328	0,12	0,007			
129	337	0,12	0,007			
130	355	0,13	0,007			
131	322	0,12	0,007			
132	382	0,14	0,007			
133	373	0,14	0,007			
134	350	0,13	0,007			
135	333	0,12	0,007			
136	377	0,14	0,007			
137	374	0,14	0,007			
138	378	0,14	0,007			
139	360	0,13	0,007			
140	360	0,13	0,007			
141	329	0,12	0,007			
142	316	0,12	0,007			
143	324	0,12	0,007			
144	331	0,12	0,007			
145	312	0,12	0,007			
146	303	0,11	0,006			
147	335	0,12	0,007			

*) nach Abzug ergiespez. HG und 1,26 Nettoimpulse für die Peak-Summe des internen K-40 Kalibrierstrahlers

Anlage 3.2

Gammaskpektrometrische Felduntersuchungen

Spektrum #150 Datum 12.10.2016
 Ort: Deponie BURGHOF, Abl.-Pkt. 1 (Ablagerungsfläche 1304325)
 Messzeit: Real Time: 2700,267 Live Time: 2700

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
148	367	0,14	0,007			
149	399	0,15	0,007			
150	412	0,15	0,008			
151	415	0,15	0,008			
152	375	0,14	0,007			
153	369	0,14	0,007			
154	371	0,14	0,007			
155	325	0,12	0,007			
156	266	0,10	0,006			
157	280	0,10	0,006			
158	220	0,08	0,005			
159	163	0,06	0,005			
160	174	0,06	0,005			
161	163	0,06	0,005			
162	128	0,05	0,004		0,00	
163	125	0,05	0,004	Co-60	0,00	-0,01
164	137	0,05	0,004		0,00	
165	102	0,04	0,004			
166	100	0,04	0,004			
167	135	0,05	0,004			
168	233	0,09	0,006		0,03	
169	487	0,18	0,008		0,12	
170	784	0,29	0,010		0,23	
171	1165	0,43	0,013	K-40	0,38	0,29
172	1140	0,42	0,013		0,37	
173	944	0,35	0,011		0,29	
174	494	0,18	0,008		0,13	
175	260	0,10	0,006			
176	112	0,04	0,004			
177	78	0,03	0,003			
178	46	0,02	0,003			
179	60	0,02	0,003			
180	50	0,02	0,003			
181	40	0,01	0,002			
182	33	0,01	0,002			
183	47	0,02	0,003			
184	33	0,01	0,002			
185	40	0,01	0,002			
186	49	0,02	0,003		0,00	
187	55	0,02	0,003		0,01	
188	57	0,02	0,003	Bi-214	0,01	0,05
189	79	0,03	0,003		0,02	
190	60	0,02	0,003		0,01	
191	47	0,02	0,003		0,00	
192	37	0,01	0,002		0,00	
193	35	0,01	0,002			
194	34	0,01	0,002			
195	28	0,01	0,002			
196	30	0,01	0,002			

*) nach Abzug ergiespez. HG und 1,26 Nettoimpulse für die Peak-Summe des internen K-40 Kalibrierstrahlers

Anlage 3.2

Gammaskpektrometrische Felduntersuchungen

Spektrum #150 Datum 12.10.2016
 Ort: Deponie BURGHOF, Abl.-Pkt. 1 (Ablagerungsfläche 1304325)
 Messzeit: Real Time: 2700,267 Live Time: 2700

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
197	19	0,01	0,002			
198	19	0,01	0,002			
199	31	0,01	0,002			
200	23	0,01	0,002			
201	16	0,01	0,001			
202	14	0,01	0,001			
203	18	0,01	0,002			
204	21	0,01	0,002			
205	27	0,01	0,002			
206	30	0,01	0,002			
207	33	0,01	0,002			
208	32	0,01	0,002			
209	29	0,01	0,002			
210	28	0,01	0,002			
211	24	0,01	0,002			
212	27	0,01	0,002			
213	32	0,01	0,002			
214	25	0,01	0,002			
215	20	0,01	0,002			
216	26	0,01	0,002			
217	19	0,01	0,002			
218	25	0,01	0,002			
219	22	0,01	0,002			
220	18	0,01	0,002			
221	10	0,00	0,001			
222	14	0,01	0,001			
223	21	0,01	0,002			
224	10	0,00	0,001			
225	14	0,01	0,001			
226	13	0,00	0,001			
227	9	0,00	0,001			
228	15	0,01	0,001		0,00	
229	22	0,01	0,002		0,00	
230	25	0,01	0,002		0,00	
231	37	0,01	0,002		0,01	0,04
232	43	0,02	0,002		0,01	
233	36	0,01	0,002	Tl-208	0,01	
234	22	0,01	0,002		0,00	
235	17	0,01	0,002			
236	7	0,00	0,001			
237	4	0,00	0,001			
238	9	0,00	0,001			
239	6	0,00	0,001			
240	6	0,00	0,001			
241	5	0,00	0,001			
242	3	0,00	0,001			
243	4	0,00	0,001			
244	6	0,00	0,001			
245	5	0,00	0,001			

*) nach Abzug ergiespez. HG und 1,26 Nettoimpulse für die Peak-Summe des internen K-40 Kalibrierstrahlers

Anlage 3.2

Gammaskopmetrische Felduntersuchungen

Spektrum #150 **Datum** **12.10.2016**
Ort: Deponie BURGHOF, Abl.-Pkt. 1 (Ablagerungsfläche 1304325)
Messzeit: Real Time: 2700,267 Live Time: 2700

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
246	6	0,00	0,001			
247	3	0,00	0,001			
248	3	0,00	0,001			
249	7	0,00	0,001			
250	8	0,00	0,001			
251	1	0,00	0,000			
252	6	0,00	0,001			
253	3	0,00	0,001			
254	4	0,00	0,001			
255	8	0,00	0,001			
256	1	0,00	0,000			

*) nach Abzug ergiespez. HG und 1,26 Nettoimpulse für die Peak-Summe des internen K-40 Kalibrierstrahlers

Anlage 3.2

Gammaspektrometrische Felduntersuchungen

Spektrum #151 Datum 12.10.2016
Ort: Deponie BURGHOF, Abl.-Pkt. 2 (Ablagerungsfläche 1386057)
Messzeit: Real Time: 2700,401 Live Time: 2700

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
1	0	0,00	0,000			
2	0	0,00	0,000			
3	0	0,00	0,000			
4	0	0,00	0,000			
5	0	0,00	0,000			
6	0	0,00	0,000			
7	0	0,00	0,000			
8	0	0,00	0,000			
9	0	0,00	0,000			
10	516	0,19	0,008			
11	757	0,28	0,010			
12	767	0,28	0,010			
13	864	0,32	0,011			
14	978	0,36	0,012			
15	998	0,37	0,012			
16	1229	0,46	0,013			
17	1383	0,51	0,014			
18	1327	0,49	0,013			
19	1649	0,61	0,015			
20	1649	0,61	0,015			
21	1940	0,72	0,016			
22	2245	0,83	0,018			
23	2283	0,85	0,018			
24	2784	1,03	0,020			
25	3336	1,24	0,021			
26	3454	1,28	0,022			
27	4044	1,50	0,024			
28	4425	1,64	0,025			
29	5298	1,96	0,027			
30	5653	2,09	0,028			
31	6229	2,31	0,029			
32	6056	2,24	0,029			
33	7084	2,62	0,031			
34	7212	2,67	0,031			
35	7194	2,66	0,031			
36	7069	2,62	0,031			
37	7356	2,72	0,032			
38	7117	2,64	0,031			
39	7309	2,71	0,032			
40	6853	2,54	0,031			
41	6980	2,58	0,031			
42	7311	2,71	0,032			
43	6903	2,56	0,031			
44	6701	2,48	0,030			
45	6648	2,46	0,030			
46	6483	2,40	0,030			
47	6188	2,29	0,029			
48	6148	2,28	0,029			
49	6029	2,23	0,029			

*) nach Abzug ergiespez. HG und 1,26 Nettoimpulse für die Peak-Summe des internen K-40 Kalibrierstrahlers

Anlage 3.2

Gammaskpektrometrische Felduntersuchungen

Spektrum #151 Datum 12.10.2016
Ort: Deponie BURGHOF, Abl.-Pkt. 2 (Ablagerungsfläche 1386057)
Messzeit: Real Time: 2700,401 Live Time: 2700

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
50	5935	2,20	0,029			
51	5195	1,92	0,027			
52	5253	1,95	0,027			
53	4993	1,85	0,026			
54	5025	1,86	0,026			
55	4806	1,78	0,026			
56	4690	1,74	0,025			
57	4439	1,64	0,025			
58	4183	1,55	0,024			
59	4130	1,53	0,024			
60	4033	1,49	0,024			
61	3987	1,48	0,023			
62	3816	1,41	0,023			
63	3841	1,42	0,023			
64	3901	1,44	0,023			
65	3669	1,36	0,022			
66	3472	1,29	0,022			
67	3107	1,15	0,021			
68	2758	1,02	0,019			
69	2730	1,01	0,019			
70	2509	0,93	0,019			
71	2653	0,98	0,019			
72	2374	0,88	0,018			
73	2331	0,86	0,018			
74	2103	0,78	0,017			
75	2093	0,78	0,017			
76	1855	0,69	0,016			
77	1901	0,70	0,016			
78	1969	0,73	0,016			
79	1894	0,70	0,016			
80	1874	0,69	0,016			
81	1761	0,65	0,016			
82	1614	0,60	0,015			
83	1461	0,54	0,014			
84	1301	0,48	0,013			
85	1177	0,44	0,013			
86	1231	0,46	0,013			
87	1110	0,41	0,012			
88	1022	0,38	0,012			
89	1073	0,40	0,012			
90	1084	0,40	0,012			
91	1059	0,39	0,012			
92	1035	0,38	0,012			
93	995	0,37	0,012			
94	961	0,36	0,011			
95	950	0,35	0,011			
96	918	0,34	0,011			
97	934	0,35	0,011			
98	908	0,34	0,011			

*) nach Abzug ergiespez. HG und 1,26 Nettoimpulse für die Peak-Summe des internen K-40 Kalibrierstrahlers

Anlage 3.2

Gammaskpektrometrische Felduntersuchungen

Spektrum #151 Datum 12.10.2016
 Ort: Deponie BURGHOF, Abl.-Pkt. 2 (Ablagerungsfläche 1386057)
 Messzeit: Real Time: 2700,401 Live Time: 2700

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
99	927	0,34	0,011			
100	849	0,31	0,011			
101	842	0,31	0,011			
102	824	0,31	0,011			
103	836	0,31	0,011			
104	805	0,30	0,011			
105	903	0,33	0,011			
106	981	0,36	0,012			
107	1033	0,38	0,012			
108	984	0,36	0,012			
109	869	0,32	0,011			
110	804	0,30	0,011			
111	688	0,25	0,010			
112	624	0,23	0,009		-0,01	
113	594	0,22	0,009	Cs-137	-0,02	-0,05
114	600	0,22	0,009		-0,02	
115	582	0,22	0,009			
116	543	0,20	0,009			
117	531	0,20	0,009			
118	564	0,21	0,009			
119	562	0,21	0,009			
120	572	0,21	0,009			
121	601	0,22	0,009			
122	570	0,21	0,009			
123	586	0,22	0,009			
124	524	0,19	0,008			
125	544	0,20	0,009			
126	499	0,18	0,008			
127	487	0,18	0,008			
128	509	0,19	0,008			
129	450	0,17	0,008			
130	484	0,18	0,008			
131	534	0,20	0,009			
132	528	0,20	0,009			
133	564	0,21	0,009			
134	589	0,22	0,009			
135	541	0,20	0,009			
136	548	0,20	0,009			
137	521	0,19	0,008			
138	543	0,20	0,009			
139	563	0,21	0,009			
140	510	0,19	0,008			
141	496	0,18	0,008			
142	462	0,17	0,008			
143	427	0,16	0,008			
144	445	0,16	0,008			
145	420	0,16	0,008			
146	457	0,17	0,008			
147	498	0,18	0,008			

*) nach Abzug ergiespez. HG und 1,26 Nettoimpulse für die Peak-Summe des internen K-40 Kalibrierstrahlers

Anlage 3.2

Gammaspektrometrische Felduntersuchungen

Spektrum #151 Datum 12.10.2016
 Ort: Deponie BURGHOF, Abl.-Pkt. 2 (Ablagerungsfläche 1386057)
 Messzeit: Real Time: 2700,401 Live Time: 2700

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
148	497	0,18	0,008			
149	542	0,20	0,009			
150	541	0,20	0,009			
151	542	0,20	0,009			
152	500	0,19	0,008			
153	495	0,18	0,008			
154	459	0,17	0,008			
155	414	0,15	0,008			
156	389	0,14	0,007			
157	361	0,13	0,007			
158	300	0,11	0,006			
159	234	0,09	0,006			
160	258	0,10	0,006			
161	198	0,07	0,005			
162	180	0,07	0,005		-0,01	
163	167	0,06	0,005	Co-60	-0,01	-0,03
164	168	0,06	0,005		-0,01	
165	176	0,07	0,005			
166	178	0,07	0,005			
167	244	0,09	0,006			
168	377	0,14	0,007		0,07	
169	768	0,28	0,010		0,21	
170	1084	0,40	0,012		0,33	
171	1438	0,53	0,014	K-40	0,46	0,62
172	1377	0,51	0,014		0,44	
173	905	0,34	0,011		0,26	
174	530	0,20	0,009		0,12	
175	256	0,09	0,006			
176	123	0,05	0,004			
177	98	0,04	0,004			
178	94	0,03	0,004			
179	100	0,04	0,004			
180	89	0,03	0,003			
181	83	0,03	0,003			
182	61	0,02	0,003			
183	54	0,02	0,003			
184	67	0,02	0,003			
185	59	0,02	0,003			
186	71	0,03	0,003		0,00	
187	86	0,03	0,003		0,01	
188	102	0,04	0,004	Bi-214	0,02	0,07
189	100	0,04	0,004		0,02	
190	104	0,04	0,004		0,02	
191	66	0,02	0,003		0,00	
192	62	0,02	0,003		0,00	
193	50	0,02	0,003			
194	57	0,02	0,003			
195	50	0,02	0,003			
196	47	0,02	0,003			

*) nach Abzug ergiespez. HG und 1,26 Nettoimpulse für die Peak-Summe des internen K-40 Kalibrierstrahlers

Anlage 3.2

Gammaskpektrometrische Felduntersuchungen

Spektrum #151 Datum 12.10.2016
 Ort: Deponie BURGHOF, Abl.-Pkt. 2 (Ablagerungsfläche 1386057)
 Messzeit: Real Time: 2700,401 Live Time: 2700

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
197	48	0,02	0,003			
198	57	0,02	0,003			
199	38	0,01	0,002			
200	46	0,02	0,003			
201	44	0,02	0,002			
202	31	0,01	0,002			
203	29	0,01	0,002			
204	54	0,02	0,003			
205	52	0,02	0,003			
206	72	0,03	0,003			
207	73	0,03	0,003			
208	79	0,03	0,003			
209	69	0,03	0,003			
210	67	0,02	0,003			
211	58	0,02	0,003			
212	56	0,02	0,003			
213	57	0,02	0,003			
214	46	0,02	0,003			
215	54	0,02	0,003			
216	49	0,02	0,003			
217	48	0,02	0,003			
218	38	0,01	0,002			
219	36	0,01	0,002			
220	33	0,01	0,002			
221	26	0,01	0,002			
222	33	0,01	0,002			
223	24	0,01	0,002			
224	24	0,01	0,002			
225	13	0,00	0,001			
226	18	0,01	0,002			
227	23	0,01	0,002			
228	25	0,01	0,002		0,00	
229	54	0,02	0,003		0,01	
230	77	0,03	0,003		0,02	
231	103	0,04	0,004		0,03	0,11
232	85	0,03	0,003		0,02	
233	58	0,02	0,003	TI-208	0,01	
234	28	0,01	0,002		0,00	
235	19	0,01	0,002			
236	11	0,00	0,001			
237	4	0,00	0,001			
238	6	0,00	0,001			
239	11	0,00	0,001			
240	7	0,00	0,001			
241	3	0,00	0,001			
242	8	0,00	0,001			
243	10	0,00	0,001			
244	7	0,00	0,001			
245	3	0,00	0,001			

*) nach Abzug ergiespez. HG und 1,26 Nettoimpulse für die Peak-Summe des internen K-40 Kalibrierstrahlers

Anlage 3.2

Gammaspektrometrische Felduntersuchungen

Spektrum #151 **Datum** **12.10.2016**
Ort: Deponie BURGHOF, Abl.-Pkt. 2 (Ablagerungsfläche 1386057)
Messzeit: Real Time: 2700,401 Live Time: 2700

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
246	8	0,00	0,001			
247	5	0,00	0,001			
248	5	0,00	0,001			
249	6	0,00	0,001			
250	4	0,00	0,001			
251	1	0,00	0,000			
252	3	0,00	0,001			
253	6	0,00	0,001			
254	2	0,00	0,001			
255	5	0,00	0,001			
256	1	0,00	0,000			

*) nach Abzug ergiespez. HG und 1,26 Nettoimpulse für die Peak-Summe des internen K-40 Kalibrierstrahlers

Anlage 3.2

Gammaspektrometrische Felduntersuchungen

Spektrum #152 Datum 12.10.2016
Ort: Deponie BURGHOF, Abl.-Pkt. 3 (Ablagerungsfläche 1383420)
Messzeit: Real Time: 1800,307 Live Time: 1800

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
1	0	0,00	0,000			
2	0	0,00	0,000			
3	0	0,00	0,000			
4	0	0,00	0,000			
5	0	0,00	0,000			
6	0	0,00	0,000			
7	0	0,00	0,000			
8	0	0,00	0,000			
9	0	0,00	0,000			
10	400	0,22	0,011			
11	526	0,29	0,013			
12	576	0,32	0,013			
13	657	0,36	0,014			
14	802	0,45	0,016			
15	739	0,41	0,015			
16	847	0,47	0,016			
17	1039	0,58	0,018			
18	942	0,52	0,017			
19	1274	0,71	0,020			
20	1308	0,73	0,020			
21	1395	0,77	0,021			
22	1682	0,93	0,023			
23	1740	0,97	0,023			
24	2187	1,21	0,026			
25	2512	1,40	0,028			
26	2660	1,48	0,029			
27	3106	1,73	0,031			
28	3418	1,90	0,032			
29	3936	2,19	0,035			
30	4387	2,44	0,037			
31	5016	2,79	0,039			
32	4799	2,67	0,038			
33	5391	2,99	0,041			
34	5497	3,05	0,041			
35	5464	3,04	0,041			
36	5402	3,00	0,041			
37	5716	3,18	0,042			
38	5591	3,11	0,042			
39	5630	3,13	0,042			
40	5382	2,99	0,041			
41	5431	3,02	0,041			
42	5338	2,97	0,041			
43	5302	2,95	0,040			
44	5240	2,91	0,040			
45	5311	2,95	0,040			
46	5003	2,78	0,039			
47	4774	2,65	0,038			
48	4756	2,64	0,038			
49	4606	2,56	0,038			

*) nach Abzug ergiespez. HG und 1,26 Nettoimpulse für die Peak-Summe des internen K-40 Kalibrierstrahlers

Anlage 3.2

Gammaskpektrometrische Felduntersuchungen

Spektrum #152 **Datum** **12.10.2016**
Ort: Deponie BURGHOF, Abl.-Pkt. 3 (Ablagerungsfläche 1383420)
Messzeit: Real Time: 1800,307 Live Time: 1800

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
50	4530	2,52	0,037			
51	4145	2,30	0,036			
52	4046	2,25	0,035			
53	4063	2,26	0,035			
54	3940	2,19	0,035			
55	3614	2,01	0,033			
56	3764	2,09	0,034			
57	3541	1,97	0,033			
58	3245	1,80	0,032			
59	3317	1,84	0,032			
60	3135	1,74	0,031			
61	3131	1,74	0,031			
62	3085	1,71	0,031			
63	3084	1,71	0,031			
64	3112	1,73	0,031			
65	2936	1,63	0,030			
66	2611	1,45	0,028			
67	2419	1,34	0,027			
68	2076	1,15	0,025			
69	2096	1,16	0,025			
70	2010	1,12	0,025			
71	2021	1,12	0,025			
72	1932	1,07	0,024			
73	1885	1,05	0,024			
74	1722	0,96	0,023			
75	1630	0,91	0,022			
76	1539	0,85	0,022			
77	1543	0,86	0,022			
78	1517	0,84	0,022			
79	1470	0,82	0,021			
80	1521	0,84	0,022			
81	1334	0,74	0,020			
82	1254	0,70	0,020			
83	1127	0,63	0,019			
84	1045	0,58	0,018			
85	975	0,54	0,017			
86	882	0,49	0,016			
87	935	0,52	0,017			
88	832	0,46	0,016			
89	922	0,51	0,017			
90	837	0,46	0,016			
91	866	0,48	0,016			
92	801	0,44	0,016			
93	828	0,46	0,016			
94	748	0,42	0,015			
95	775	0,43	0,015			
96	800	0,44	0,016			
97	792	0,44	0,016			
98	777	0,43	0,015			

*) nach Abzug ergiespez. HG und 1,26 Nettoimpulse für die Peak-Summe des internen K-40 Kalibrierstrahlers

Anlage 3.2

Gammaspektrometrische Felduntersuchungen

Spektrum #152 Datum 12.10.2016
 Ort: Deponie BURGHOF, Abl.-Pkt. 3 (Ablagerungsfläche 1383420)
 Messzeit: Real Time: 1800,307 Live Time: 1800

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
99	794	0,44		0,016		
100	716	0,40		0,015		
101	635	0,35		0,014		
102	657	0,36		0,014		
103	617	0,34		0,014		
104	692	0,38		0,015		
105	693	0,38		0,015		
106	808	0,45		0,016		
107	817	0,45		0,016		
108	778	0,43		0,015		
109	689	0,38		0,015		
110	620	0,34		0,014		
111	536	0,30		0,013		
112	484	0,27		0,012		
113	480	0,27		0,012	Cs-137	-0,02
114	488	0,27		0,012		-0,01
115	429	0,24		0,012		
116	464	0,26		0,012		
117	498	0,28		0,012		
118	492	0,27		0,012		
119	421	0,23		0,011		
120	463	0,26		0,012		
121	431	0,24		0,012		
122	458	0,25		0,012		
123	463	0,26		0,012		
124	433	0,24		0,012		
125	421	0,23		0,011		
126	411	0,23		0,011		
127	435	0,24		0,012		
128	428	0,24		0,011		
129	419	0,23		0,011		
130	442	0,25		0,012		
131	426	0,24		0,011		
132	457	0,25		0,012		
133	454	0,25		0,012		
134	489	0,27		0,012		
135	474	0,26		0,012		
136	452	0,25		0,012		
137	444	0,25		0,012		
138	475	0,26		0,012		
139	413	0,23		0,011		
140	387	0,21		0,011		
141	388	0,22		0,011		
142	353	0,20		0,010		
143	365	0,20		0,011		
144	333	0,18		0,010		
145	381	0,21		0,011		
146	376	0,21		0,011		
147	437	0,24		0,012		

*) nach Abzug ergiespez. HG und 1,26 Nettoimpulse für die Peak-Summe des internen K-40 Kalibrierstrahlers

Anlage 3.2

Gammaspektrometrische Felduntersuchungen

Spektrum #152 Datum 12.10.2016
 Ort: Deponie BURGHOF, Abl.-Pkt. 3 (Ablagerungsfläche 1383420)
 Messzeit: Real Time: 1800,307 Live Time: 1800

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
148	403	0,22	0,011			
149	460	0,26	0,012			
150	433	0,24	0,012			
151	458	0,25	0,012			
152	413	0,23	0,011			
153	392	0,22	0,011			
154	387	0,21	0,011			
155	334	0,19	0,010			
156	310	0,17	0,010			
157	268	0,15	0,009			
158	252	0,14	0,009			
159	200	0,11	0,008			
160	168	0,09	0,007			
161	165	0,09	0,007			
162	141	0,08	0,007		-0,01	
163	137	0,08	0,007	Co-60	-0,01	-0,03
164	154	0,09	0,007		0,00	
165	153	0,08	0,007			
166	154	0,09	0,007			
167	218	0,12	0,008			
168	388	0,22	0,011		0,13	
169	657	0,36	0,014		0,28	
170	942	0,52	0,017		0,44	
171	1204	0,67	0,019	K-40	0,58	1,12
172	1082	0,60	0,018		0,51	
173	745	0,41	0,015		0,33	
174	376	0,21	0,011		0,12	
175	167	0,09	0,007			
176	93	0,05	0,005			
177	82	0,05	0,005			
178	63	0,03	0,004			
179	79	0,04	0,005			
180	67	0,04	0,005			
181	60	0,03	0,004			
182	64	0,04	0,004			
183	49	0,03	0,004			
184	47	0,03	0,004			
185	64	0,04	0,004			
186	62	0,03	0,004		0,01	
187	67	0,04	0,005		0,01	
188	77	0,04	0,005	Bi-214	0,02	0,06
189	79	0,04	0,005		0,02	
190	64	0,04	0,004		0,01	
191	56	0,03	0,004		0,00	
192	44	0,02	0,004		0,00	
193	41	0,02	0,004			
194	45	0,02	0,004			
195	51	0,03	0,004			
196	32	0,02	0,003			

*) nach Abzug ergiespez. HG und 1,26 Nettoimpulse für die Peak-Summe des internen K-40 Kalibrierstrahlers

Anlage 3.2

Gammaskpektrometrische Felduntersuchungen

Spektrum #152 Datum 12.10.2016
 Ort: Deponie BURGHOF, Abl.-Pkt. 3 (Ablagerungsfläche 1383420)
 Messzeit: Real Time: 1800,307 Live Time: 1800

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
197	30	0,02		0,003		
198	36	0,02		0,003		
199	35	0,02		0,003		
200	36	0,02		0,003		
201	41	0,02		0,004		
202	41	0,02		0,004		
203	24	0,01		0,003		
204	34	0,02		0,003		
205	49	0,03		0,004		
206	43	0,02		0,004		
207	52	0,03		0,004		
208	73	0,04		0,005		
209	43	0,02		0,004		
210	55	0,03		0,004		
211	53	0,03		0,004		
212	51	0,03		0,004		
213	47	0,03		0,004		
214	46	0,03		0,004		
215	48	0,03		0,004		
216	46	0,03		0,004		
217	26	0,01		0,003		
218	27	0,01		0,003		
219	22	0,01		0,003		
220	24	0,01		0,003		
221	27	0,01		0,003		
222	16	0,01		0,002		
223	24	0,01		0,003		
224	10	0,01		0,002		
225	10	0,01		0,002		
226	13	0,01		0,002		
227	14	0,01		0,002		
228	31	0,02		0,003	0,01	
229	46	0,03		0,004	0,02	
230	73	0,04		0,005	0,03	
231	74	0,04		0,005	0,03	
232	62	0,03		0,004	0,03	
233	34	0,02		0,003	0,01	
234	21	0,01		0,003	0,01	
235	14	0,01		0,002		
236	5	0,00		0,001		
237	2	0,00		0,001		
238	5	0,00		0,001		
239	6	0,00		0,001		
240	5	0,00		0,001		
241	5	0,00		0,001		
242	5	0,00		0,001		
243	5	0,00		0,001		
244	1	0,00		0,001		
245	5	0,00		0,001		

0,14

*) nach Abzug ergiespez. HG und 1,26 Nettoimpulse für die Peak-Summe des internen K-40 Kalibrierstrahlers

Anlage 3.2

Gammaspektrometrische Felduntersuchungen

Spektrum #152 **Datum** **12.10.2016**
Ort: Deponie BURGHOF, Abl.-Pkt. 3 (Ablagerungsfläche 1383420)
Messzeit: Real Time: 1800,307 Live Time: 1800

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
246	5	0,00		0,001		
247	4	0,00		0,001		
248	2	0,00		0,001		
249	3	0,00		0,001		
250	6	0,00		0,001		
251	3	0,00		0,001		
252	2	0,00		0,001		
253	5	0,00		0,001		
254	2	0,00		0,001		
255	1	0,00		0,001		
256	1	0,00		0,001		

*) nach Abzug ergiespez. HG und 1,26 Nettoimpulse für die Peak-Summe des internen K-40 Kalibrierstrahlers

Anlage 3.2

Gammaspektrometrische Felduntersuchungen

Spektrum #153 Datum 12.10.2016

Ort: Deponie BURGHOF, Boden SW

Messzeit: Real Time: 1800,428 Live Time: 1800

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
1	0	0,00	0,000			
2	0	0,00	0,000			
3	0	0,00	0,000			
4	0	0,00	0,000			
5	0	0,00	0,000			
6	0	0,00	0,000			
7	0	0,00	0,000			
8	0	0,00	0,000			
9	0	0,00	0,000			
10	604	0,34	0,014			
11	788	0,44	0,016			
12	762	0,42	0,015			
13	935	0,52	0,017			
14	1163	0,65	0,019			
15	1029	0,57	0,018			
16	1286	0,71	0,020			
17	1433	0,80	0,021			
18	1449	0,80	0,021			
19	1768	0,98	0,023			
20	1862	1,03	0,024			
21	2208	1,23	0,026			
22	2664	1,48	0,029			
23	2602	1,45	0,028			
24	3273	1,82	0,032			
25	3786	2,10	0,034			
26	3934	2,19	0,035			
27	4614	2,56	0,038			
28	5110	2,84	0,040			
29	5885	3,27	0,043			
30	6200	3,44	0,044			
31	7113	3,95	0,047			
32	6928	3,85	0,046			
33	8027	4,46	0,050			
34	7908	4,39	0,049			
35	7839	4,35	0,049			
36	7765	4,31	0,049			
37	8101	4,50	0,050			
38	7848	4,36	0,049			
39	7976	4,43	0,050			
40	7607	4,23	0,048			
41	7775	4,32	0,049			
42	7748	4,30	0,049			
43	7692	4,27	0,049			
44	7386	4,10	0,048			
45	7473	4,15	0,048			
46	7064	3,92	0,047			
47	6713	3,73	0,046			
48	6624	3,68	0,045			
49	6472	3,59	0,045			

*) nach Abzug ergiespez. HG und 1,26 Nettoimpulse für die Peak-Summe des internen K-40 Kalibrierstrahlers

Anlage 3.2

Gammaspektrometrische Felduntersuchungen

Spektrum #153 Datum 12.10.2016

Ort: Deponie BURGHOF, Boden SW

Messzeit: Real Time: 1800,428 Live Time: 1800

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
50	6349	3,53		0,044		
51	5838	3,24		0,042		
52	5669	3,15		0,042		
53	5555	3,09		0,041		
54	5452	3,03		0,041		
55	5070	2,82		0,040		
56	5189	2,88		0,040		
57	4885	2,71		0,039		
58	4714	2,62		0,038		
59	4575	2,54		0,038		
60	4321	2,40		0,037		
61	4396	2,44		0,037		
62	4194	2,33		0,036		
63	4297	2,39		0,036		
64	4269	2,37		0,036		
65	3994	2,22		0,035		
66	3667	2,04		0,034		
67	3296	1,83		0,032		
68	2876	1,60		0,030		
69	2882	1,60		0,030		
70	2606	1,45		0,028		
71	2740	1,52		0,029		
72	2568	1,43		0,028		
73	2454	1,36		0,028		
74	2240	1,24		0,026		
75	2203	1,22		0,026		
76	2084	1,16		0,025		
77	2098	1,17		0,025		
78	2030	1,13		0,025		
79	2092	1,16		0,025		
80	1976	1,10		0,025		
81	1802	1,00		0,024		
82	1654	0,92		0,023		
83	1482	0,82		0,021		
84	1481	0,82		0,021		
85	1470	0,82		0,021		
86	1329	0,74		0,020		
87	1305	0,72		0,020		
88	1277	0,71		0,020		
89	1287	0,71		0,020		
90	1212	0,67		0,019		
91	1207	0,67		0,019		
92	1158	0,64		0,019		
93	1055	0,59		0,018		
94	1105	0,61		0,018		
95	1063	0,59		0,018		
96	1067	0,59		0,018		
97	1079	0,60		0,018		
98	1070	0,59		0,018		

*) nach Abzug ergiespez. HG und 1,26 Nettoimpulse für die Peak-Summe des internen K-40 Kalibrierstrahlers

Anlage 3.2

Gammaskpektrometrische Felduntersuchungen

Spektrum #153 Datum 12.10.2016

Ort: Deponie BURGHOF, Boden SW

Messzeit: Real Time: 1800,428 Live Time: 1800

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
99	1027	0,57		0,018		
100	967	0,54		0,017		
101	921	0,51		0,017		
102	880	0,49		0,016		
103	901	0,50		0,017		
104	1037	0,58		0,018		
105	1004	0,56		0,018		
106	1041	0,58		0,018		
107	1090	0,61		0,018		
108	976	0,54		0,017		
109	933	0,52		0,017		
110	798	0,44		0,016		
111	742	0,41		0,015		
112	699	0,39		0,015		
113	663	0,37		0,014	Cs-137	-0,01
114	675	0,37		0,014		-0,03
115	698	0,39		0,015		-0,03
116	663	0,37		0,014		
117	669	0,37		0,014		
118	618	0,34		0,014		
119	629	0,35		0,014		
120	675	0,37		0,014		
121	609	0,34		0,014		
122	619	0,34		0,014		
123	608	0,34		0,014		
124	618	0,34		0,014		
125	605	0,34		0,014		
126	601	0,33		0,014		
127	544	0,30		0,013		
128	518	0,29		0,013		
129	584	0,32		0,013		
130	546	0,30		0,013		
131	606	0,34		0,014		
132	634	0,35		0,014		
133	623	0,35		0,014		
134	680	0,38		0,014		
135	623	0,35		0,014		
136	641	0,36		0,014		
137	622	0,35		0,014		
138	636	0,35		0,014		
139	569	0,32		0,013		
140	557	0,31		0,013		
141	509	0,28		0,013		
142	431	0,24		0,012		
143	503	0,28		0,012		
144	476	0,26		0,012		
145	466	0,26		0,012		
146	498	0,28		0,012		
147	538	0,30		0,013		

*) nach Abzug ergiespez. HG und 1,26 Nettoimpulse für die Peak-Summe des internen K-40 Kalibrierstrahlers

Anlage 3.2

Gammaskpektrometrische Felduntersuchungen

Spektrum #153 Datum 12.10.2016

Ort: Deponie BURGHOF, Boden SW

Messzeit: Real Time: 1800,428

Live Time: 1800

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
148	523	0,29		0,013		
149	567	0,31		0,013		
150	576	0,32		0,013		
151	555	0,31		0,013		
152	495	0,27		0,012		
153	523	0,29		0,013		
154	489	0,27		0,012		
155	450	0,25		0,012		
156	384	0,21		0,011		
157	357	0,20		0,010		
158	326	0,18		0,010		
159	240	0,13		0,009		
160	259	0,14		0,009		
161	207	0,11		0,008		
162	180	0,10		0,007	-0,03	
163	200	0,11		0,008 Co-60	-0,02	-0,07
164	179	0,10		0,007	-0,03	
165	212	0,12		0,008		
166	241	0,13		0,009		
167	382	0,21		0,011		
168	625	0,35		0,014	0,22	
169	1059	0,59		0,018	0,46	
170	1453	0,81		0,021	0,68	
171	1405	0,78		0,021 K-40	0,65	1,55
172	1102	0,61		0,018	0,49	
173	694	0,39		0,015	0,26	
174	324	0,18		0,010	0,05	
175	169	0,09		0,007		
176	119	0,07		0,006		
177	106	0,06		0,006		
178	103	0,06		0,006		
179	113	0,06		0,006		
180	99	0,05		0,006		
181	75	0,04		0,005		
182	66	0,04		0,005		
183	69	0,04		0,005		
184	62	0,03		0,004		
185	86	0,05		0,005	0,01	
186	73	0,04		0,005	0,01	
187	110	0,06		0,006	0,03	
188	87	0,05		0,005 Bi-214	0,01	0,10
189	105	0,06		0,006	0,02	
190	67	0,04		0,005	0,00	
191	64	0,04		0,004	0,00	
192	55	0,03		0,004		
193	54	0,03		0,004		
194	64	0,04		0,004		
195	63	0,03		0,004		
196	51	0,03		0,004		

*) nach Abzug ergiespez. HG und 1,26 Nettoimpulse für die Peak-Summe des internen K-40 Kalibrierstrahlers

Anlage 3.2 Gammaskpektrometrische Felduntersuchungen

Spektrum #153 Datum 12.10.2016
Ort: Deponie BURGHOF, Boden SW
Messzeit: Real Time: 1800,428 Live Time: 1800

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
197	45	0,02		0,004		
198	52	0,03		0,004		
199	52	0,03		0,004		
200	39	0,02		0,003		
201	47	0,03		0,004		
202	44	0,02		0,004		
203	39	0,02		0,003		
204	54	0,03		0,004		
205	55	0,03		0,004		
206	75	0,04		0,005		
207	79	0,04		0,005		
208	68	0,04		0,005		
209	71	0,04		0,005		
210	65	0,04		0,004		
211	78	0,04		0,005		
212	55	0,03		0,004		
213	41	0,02		0,004		
214	66	0,04		0,005		
215	44	0,02		0,004		
216	53	0,03		0,004		
217	47	0,03		0,004		
218	40	0,02		0,004		
219	43	0,02		0,004		
220	24	0,01		0,003		
221	22	0,01		0,003		
222	23	0,01		0,003		
223	21	0,01		0,003		
224	11	0,01		0,002		
225	20	0,01		0,002		
226	20	0,01		0,002		
227	35	0,02		0,003		
228	57	0,03		0,004	0,02	
229	81	0,04		0,005	0,04	
230	102	0,06		0,006	0,05	
231	94	0,05		0,005	0,04	0,19
232	73	0,04		0,005	0,03	
233	32	0,02		0,003 TI-208	0,01	
234	10	0,01		0,002	0,00	
235	8	0,00		0,002		
236	2	0,00		0,001		
237	2	0,00		0,001		
238	3	0,00		0,001		
239	3	0,00		0,001		
240	2	0,00		0,001		
241	3	0,00		0,001		
242	0	0,00		0,000		
243	5	0,00		0,001		
244	2	0,00		0,001		
245	4	0,00		0,001		

*) nach Abzug ergiespez. HG und 1,26 Nettoimpulse für die Peak-Summe des internen K-40 Kalibrierstrahlers

Anlage 3.2

Gammaspektrometrische Felduntersuchungen

Spektrum #153 **Datum** **12.10.2016**

Ort: Deponie BURGHOFF, Boden SW

Messzeit: Real Time: 1800,428 Live Time: 1800

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
246	4	0,00		0,001		
247	3	0,00		0,001		
248	4	0,00		0,001		
249	4	0,00		0,001		
250	3	0,00		0,001		
251	2	0,00		0,001		
252	1	0,00		0,001		
253	1	0,00		0,001		
254	4	0,00		0,001		
255	5	0,00		0,001		
256	0	0,00		0,000		

*) nach Abzug ergiespez. HG und 1,26 Nettoimpulse für die Peak-Summe des internen K-40 Kalibrierstrahlers

Anlage 4

Prüfberichte Laboruntersuchungen

Anlage 4.1

**Prüfbericht 161019-01 vom 02.11.2016,
IAF Radioökologie, Feststoffproben**

Wilhelm-Rönsch-Str. 9
01454 Radeberg

Tel.: +49- (0) 3528-48730-0
Fax: +49- (0) 3528-48730-22

Radionuklidanalyse

Prüfbericht: 161019-01

Auftraggeber: VKTA - Strahlenschutz, Analytik & Entsorgung Rossendorf e.V.
Dr. M. Köhler
Bautzner Landstraße 400 (B6)
01328 Dresden

Auftragsdatum: 17.10.2016

Prüfgegenstand: Feststoffproben (Bodenproben)
Projekt: AVL kerntechnische Beratung
Bestell-Nr.: 3.530.054/16

Probenanzahl: 13

Probenahme durch: Auftraggeber (VKTA)

Probenahmedatum: unbekannt

Probenanlieferung: 19.10.2016

Bearbeitungszeitraum: 19.10.2016 - 02.11.2016

Analyseverfahren: Gammaskpektrometrie (γ),
Trockenrückstand (DIN ISO 11465)

Auswertung: Ermittlung der Messunsicherheiten und Erkennungsgrenzen
nach DIN ISO 11929 (2011) mit $k_{1-\alpha} = 1,645$, $k_{1-\beta} = 1,645$

Bemerkungen: keine

Freigabe: 02.11.2016

Anzahl der Seiten: 6



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: 161019-01

Auftraggeber: VKTA - Strahlenschutz, Analytik & Entsorgung Rossendorf e.V.
Dr. M. Köhler
Bautzner Landstraße 400 (B6)
01328 Dresden

Prüfgegenstand: Feststoffproben (Bodenproben)

Bezugsdatum: 02.11.2016

Analyseergebnisse			lfd. Nr. 1		lfd. Nr. 2		lfd. Nr. 3	
Probenbezeichnung			BH so 0-5 cm		BH so 5-10 cm		BH so 10-15 cm	
Prüfparameter	Einheit		Prüfergebnis	U [%]	Prüfergebnis	U [%]	Prüfergebnis	U [%]
<i>U-238-Reihe</i>								
U-238	γ Bq/kg		53	14	50	18	58	15
Th-230	γ Bq/kg		57	32	39	40	42	50
Ra-226	γ Bq/kg		46	16	41	18	47	17
Pb-210	γ Bq/kg		71	14	57	20	55	18
<i>U-235-Reihe</i>								
U-235	γ Bq/kg		2,4	14	2,3	18	2,7	15
Ac-227	γ Bq/kg		< 3,6	-	< 2,8	-	< 3,3	-
<i>Th-232-Reihe</i>								
Ra-228	γ Bq/kg		58	10	57	10	62	10
Th-228	γ Bq/kg		59	10	57	10	64	10
<i>Weitere Parameter</i>								
K-40	γ Bq/kg		523	6,2	507	6,1	540	6,1
Co-60	γ Bq/kg		< 0,24	-	< 0,17	-	< 0,19	-
Cs-137	γ Bq/kg		15	6,4	6,2	6,8	6,2	7,0
<i>Physikalische Parameter</i>								
Trockenrückstand	%		90,5		91,7		91,2	

U [%]: relative erweiterte Messunsicherheit mit Erweiterungsfaktor $k = 2$.
Prüfergebnisse mit "<" beziehen sich auf die erreichte Erkennungsgrenze.
Die spezifischen Aktivitäten beziehen sich auf die Trockenmasse.

Prüfbericht: 161019-01

Auftraggeber: VKTA - Strahlenschutz, Analytik & Entsorgung Rossendorf e.V.
Dr. M. Köhler
Bautzner Landstraße 400 (B6)
01328 Dresden

Prüfgegenstand: Feststoffproben (Bodenproben)

Bezugsdatum: 02.11.2016

Analyseergebnisse			lfd. Nr. 4		lfd. Nr. 5		lfd. Nr. 6	
Probenbezeichnung			BH so 15-20 cm		BH so 20-25 cm		BH so 25-30 cm	
Prüfparameter	Einheit		Prüfergebnis	U [%]	Prüfergebnis	U [%]	Prüfergebnis	U [%]
<i>U-238-Reihe</i>								
U-238	γ	Bq/kg	54	15	54	13	54	14
Th-230	γ	Bq/kg	56	40	31	60	41	50
Ra-226	γ	Bq/kg	43	18	47	18	47	17
Pb-210	γ	Bq/kg	43	20	43	16	45	15
<i>U-235-Reihe</i>								
U-235	γ	Bq/kg	2,5	15	2,5	13	2,5	14
Ac-227	γ	Bq/kg	< 3,2	-	< 3,5	-	< 3,3	-
<i>Th-232-Reihe</i>								
Ra-228	γ	Bq/kg	59	10	62	10	62	10
Th-228	γ	Bq/kg	59	10	64	10	63	10
<i>Weitere Parameter</i>								
K-40	γ	Bq/kg	509	6,1	539	6,1	575	6,1
Co-60	γ	Bq/kg	< 0,21	-	< 0,22	-	< 0,20	-
Cs-137	γ	Bq/kg	0,33	50	0,17	83	< 0,13	-
<i>Physikalische Parameter</i>								
Trockenrückstand		%	92,3		92,1		91,3	

U [%]: relative erweiterte Messunsicherheit mit Erweiterungsfaktor $k = 2$.
Prüfergebnisse mit "<" beziehen sich auf die erreichte Erkennungsgrenze.
Die spezifischen Aktivitäten beziehen sich auf die Trockenmasse.

Prüfbericht: 161019-01

Auftraggeber: VKTA - Strahlenschutz, Analytik & Entsorgung Rossendorf e.V.
Dr. M. Köhler
Bautzner Landstraße 400 (B6)
01328 Dresden

Prüfgegenstand: Feststoffproben (Bodenproben)

Bezugsdatum: 02.11.2016

Analyseergebnisse			lfd. Nr. 7		lfd. Nr. 8		lfd. Nr. 9	
Probenbezeichnung			FG so 0-5 cm		FG so 5-10 cm		FG so 10-15 cm	
Prüfparameter	Einheit		Prüfergebnis	U [%]	Prüfergebnis	U [%]	Prüfergebnis	U [%]
<i>U-238-Reihe</i>								
U-238	γ Bq/kg		50	13	52	12	52	12
Th-230	γ Bq/kg		61	36	57	34	55	31
Ra-226	γ Bq/kg		52	14	54	13	50	13
Pb-210	γ Bq/kg		68	15	55	15	53	14
<i>U-235-Reihe</i>								
U-235	γ Bq/kg		2,3	13	2,4	12	2,4	12
Ac-227	γ Bq/kg		< 3,1	-	< 3,3	-	< 3,2	-
<i>Th-232-Reihe</i>								
Ra-228	γ Bq/kg		55	10	55	10	57	10
Th-228	γ Bq/kg		57	10	56	10	58	10
<i>Weitere Parameter</i>								
K-40	γ Bq/kg		551	6,1	552	6,1	585	6,1
Co-60	γ Bq/kg		< 0,19	-	< 0,16	-	< 0,14	-
Cs-137	γ Bq/kg		6,3	6,7	6,3	6,6	4,1	6,9
<i>Physikalische Parameter</i>								
Trockenrückstand	%		85,8		87,2		88,1	

U [%]: relative erweiterte Messunsicherheit mit Erweiterungsfaktor $k = 2$.
Prüfergebnisse mit "<" beziehen sich auf die erreichte Erkennungsgrenze.
Die spezifischen Aktivitäten beziehen sich auf die Trockenmasse.

Prüfbericht: 161019-01

Auftraggeber: VKTA - Strahlenschutz, Analytik & Entsorgung Rossendorf e.V.
Dr. M. Köhler
Bautzner Landstraße 400 (B6)
01328 Dresden

Prüfgegenstand: Feststoffproben (Bodenproben)

Bezugsdatum: 02.11.2016

Analyseergebnisse			lfd. Nr. 10		lfd. Nr. 11		lfd. Nr. 12	
Probenbezeichnung			FG so 15-20 cm		FG so 20-25 cm		FG so 25-30 cm	
Prüfparameter	Einheit		Prüfergebnis	U [%]	Prüfergebnis	U [%]	Prüfergebnis	U [%]
<i>U-238-Reihe</i>								
U-238	γ Bq/kg		51	13	54	13	52	12
Th-230	γ Bq/kg		52	35	49	37	52	34
Ra-226	γ Bq/kg		54	17	52	15	50	14
Pb-210	γ Bq/kg		54	15	53	15	52	15
<i>U-235-Reihe</i>								
U-235	γ Bq/kg		2,4	13	2,5	13	2,4	12
Ac-227	γ Bq/kg		< 4,2	-	< 3,8	-	< 3,5	-
<i>Th-232-Reihe</i>								
Ra-228	γ Bq/kg		58	10	56	10	55	10
Th-228	γ Bq/kg		59	10	56	10	53	10
<i>Weitere Parameter</i>								
K-40	γ Bq/kg		532	6,1	551	6,1	544	6,2
Co-60	γ Bq/kg		< 0,21	-	< 0,20	-	< 0,23	-
Cs-137	γ Bq/kg		3,5	9,2	6,8	6,7	8,2	6,8
<i>Physikalische Parameter</i>								
Trockenrückstand	%		87,6		87,7		87,7	

U [%]: relative erweiterte Messunsicherheit mit Erweiterungsfaktor $k = 2$.
Prüfergebnisse mit "<" beziehen sich auf die erreichte Erkennungsgrenze.
Die spezifischen Aktivitäten beziehen sich auf die Trockenmasse.

Prüfbericht: 161019-01

Auftraggeber: VKTA - Strahlenschutz, Analytik & Entsorgung Rossendorf e.V.
Dr. M. Köhler
Bautzner Landstraße 400 (B6)
01328 Dresden

Prüfgegenstand: Feststoffproben (Bodenproben)

Bezugsdatum: 02.11.2016

Analysergebnisse			Ifd. Nr. 13	
Probenbezeichnung			FG nw OBMP 0-30 cm	
Prüfparameter	Einheit		Prüfergebnis	U [%]
<i>U-238-Reihe</i>				
U-238	γ Bq/kg		51	14
Th-230	γ Bq/kg		62	36
Ra-226	γ Bq/kg		52	16
Pb-210	γ Bq/kg		51	15
<i>U-235-Reihe</i>				
U-235	γ Bq/kg		2,4	14
Ac-227	γ Bq/kg		< 3,3	-
<i>Th-232-Reihe</i>				
Ra-228	γ Bq/kg		55	10
Th-228	γ Bq/kg		55	10
<i>Weitere Parameter</i>				
K-40	γ Bq/kg		678	6,1
Co-60	γ Bq/kg		< 0,23	-
Cs-137	γ Bq/kg		5,7	7,2
<i>Physikalische Parameter</i>				
Trockenrückstand	%		83,0	

U [%]: relative erweiterte Messunsicherheit mit Erweiterungsfaktor $k = 2$.
Prüfergebnisse mit "<" beziehen sich auf die erreichte Erkennungsgrenze.
Die spezifischen Aktivitäten beziehen sich auf die Trockenmasse.

Anlage 4.2

**Prüfbericht 2845.1 vom 04.11.2016,
VKTA Rossendorf, Sickerwasser- und Drainage-
Wasserproben**

Anschrift des Labors:

VKTA – Strahlenschutz, Analytik & Entsorgung Rossendorf e. V.
 Labor für Umwelt- und Radionuklidanalytik
 PF 510119, **01314 Dresden**
 Bautzner Landstraße 400, 01328 Dresden
 Tel.: 0351 / 260 3489, Fax: 0351 / 260 3190

Auftraggeber:

Abfallverwertungsgesellschaft des Landkreises Ludwigsburg mbH
 Herrn Tschackert, albrecht.tschackert@avl-lb.de
 Hindenburgstraße 30
71638 Ludwigsburg

Auftragsnummer:

AVL B 24 / 2016

Auftragsdatum:

07.10.2016

Auftragsgegenstand:

Feststoffe und Sickerwässer von Deponien

Probenzahl:

11 Wässer, 13 Feststoffe

Probenahme durch:

Fa. ncc

Probeneingang:

14.10.2016

Prüfzeitraum:

14.10.2016 – 04.11.2016

Analysenverfahren:

γ -Nuklide	γ -Spektrometrie
^{234}U , ^{235}U , ^{238}U	ICP-MS
Gesamt- α , Gesamt- β	Messung im Gasdurchflussproportionalzählrohr (PC)
^3H	Flüssigszintillationsspektrometrie (LSC) nach elektrolytischer Anreicherung
^3H	LSC nach Destillation

Bemerkungen:

Die γ -Spektrometrie der Sickerwässer sowie die Bestimmung des Parameters ^3H wurde im Niederniveaumesslabor Felsenkeller, Am Eiswurmlager 10, 01189 Dresden durchgeführt.

Die hier vorliegende Revision 1 ersetzt die Revision 0 vom 04.11.2016. Die γ -spektrometrischen Ergebnisse der Probe 2845.1/4 wurden korrigiert.

Weitere Bemerkungen: s. hinten

freigegeben:

Name:

Dr. M. Köhler

Funktion:

Abteilungsleiter

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.



1 Analysenergebnisse Bodenproben:

Die Analyse der Bodenproben erfolgte entsprechend Angebot durch den akkreditierten Nachauftragnehmer IAF, Radeberg. Ein entsprechender Prüfbericht liegt vor.

2 Analysenergebnisse Deponiesickerwässer:

Probe		Gesamt- α	Gesamt- β	^{238}U	^{234}U	^{230}Th	^{226}Ra	^{210}Pb	^{235}U	^{228}Ra	^{228}Th	^{40}K	^{137}Cs
		[Bq/l]	[Bq/l]	[Bq/l]	[Bq/l]	[Bq/l]	[Bq/l]	[Bq/l]	[Bq/l]	[Bq/l]	[Bq/l]	[Bq/l]	[Bq/l]
		PC	PC	ICP-MS	ICP-MS	γ	γ	γ	ICP-MS	γ	γ	γ	γ
2845.1/1	c_i	0,37	2,4	0,125	0,145	< 0,61	< 0,074	< 0,091	0,0057	< 0,014	0,0105	1,90	< 0,0025
FG SiWa SF1 13.10.16 NCC	1* s	0,09	0,5	0,007	0,014				0,0003		0,0019	0,19	
	s/ c_i	25%	20%	5,5%	10%				5,6%		18%	9,9%	
	g^*	0,052	0,080	0,0010	0,010	0,31	0,025	0,045	0,0010	0,0070	0,0020	0,030	0,0013
2845.1/2	c_i	0,43	15	0,144	0,168	< 2,3	< 0,094	< 0,36	0,0067	< 0,042	0,049	14,0	< 0,0095
FG SiWa S15 13.10.16 NCC	1* s	0,13	3	0,008	0,020				0,0004		0,006	1,2	
	s/ c_i	29%	20%	5,2%	12%				6,4%		13%	8,5%	
	g^*	0,1	0,15	0,0010	0,010	1,1	0,073	0,18	0,0010	0,0208	0,0065	0,075	0,0048
2845.1/3	c_i	0,32	20	0,123	0,14	< 2,3	< 0,15	< 0,35	0,0058	< 0,042	0,037	18,5	0,014
FG SiWa S20 13.10.16 NCC	1* s	0,09	4	0,007	0,02				0,0003		0,005	1,5	0,004
	s/ c_i	29%	20%	5,8%	13%				6,0%		14%	8,1%	26%
	g^*	0,096	0,21	0,0010	0,010	1,2	0,073	0,18	0,0010	0,021	0,0065	0,078	0,0043
2845.1/4	c_i	0,27	12,0	0,107	0,13	< 2,6	< 0,30	< 0,24	0,0050	< 0,12	0,153	11,1	< 0,043
FG SiWa S22 13.10.16 NCC	1* s	0,08	2,4	0,006	0,02				0,0003		0,015	1,4	
	s/ c_i	30%	20%	5,5%	15%				6,0%		10%	10%	
	g^*	0,12	0,15	0,0010	0,010	1,3	0,15	0,12	0,0010	0,060	0,011	0,24	0,021

Probe		Gesamt- α	Gesamt- β	^{238}U	^{234}U	^{230}Th	^{226}Ra	^{210}Pb	^{235}U	^{228}Ra	^{228}Th	^{40}K	^{137}Cs
		[Bq/l]	[Bq/l]	[Bq/l]	[Bq/l]	[Bq/l]	[Bq/l]	[Bq/l]	[Bq/l]	[Bq/l]	[Bq/l]	[Bq/l]	[Bq/l]
		PC	PC	ICP-MS	ICP-MS	γ	γ	γ	ICP-MS	γ	γ	γ	γ
2845.1/5	c_i	0,65	9,0	0,183	0,21	< 1,6	< 0,078	< 0,25	0,0085	< 0,045	0,036	5,7	< 0,0075
FG SiWa S25 13.10.16 NCC	1* s	0,16	1,8	0,010	0,03				0,0005		0,005	0,6	
	s/ c_i	24%	20%	5,7%	12%				6,1%		14%	9,7%	
	g^*	0,075	0,10	0,0010	0,010	0,80	0,063	0,12	0,0010	0,023	0,0058	0,088	0,0038
2845.1/6	c_i	0,33	2,0	0,105	0,116	< 1,4	< 0,080	< 0,21	0,0049	< 0,027	0,041	1,59	< 0,0042
FG SiWa S60 13.10.16 NCC	1* s	0,09	0,4	0,005	0,01				0,0003		0,005	0,17	
	s/ c_i	26%	20%	5,2%	8,8%				5,8%		12%	11%	
	g^*	0,034	0,080	0,0010	0,010	0,68	0,040	0,10	0,0010	0,013	0,0038	0,025	0,0021
2845.1/7	c_i	< 0,21	26	0,0054	0,0069	< 2,4	< 0,19	< 0,38	0,000241	< 0,058	0,021	20,9	0,043
BHSiWa- S70 12.10.16 NCC	1* s		5	0,0003	0,0014				0,000017		0,007	1,8	0,008
	s/ c_i		20%	6,2%	21%				6,9%		31%	8,5%	18%
	g^*	0,103	0,24	0,0010	0,010	1,2	0,096	0,19	0,0010	0,029	0,0092	0,16	0,0063
2845.1/8	c_i	0,39	17	0,127	0,160	< 1,9	< 0,12	< 0,31	0,0059	< 0,035	0,031	17,1	< 0,0072
BHSiWa S1/4 12.10.16 NCC	1* s	0,12	3	0,006	0,016				0,0004		0,004	1,4	
	s/ c_i	31%	20%	5,1%	9,8%				6,1%		14%	8,0%	
	g^*	0,090	0,25	0,0010	0,010	0,95	0,059	0,15	0,0010	0,017	0,0051	0,062	0,0036
2845.1/9	c_i	0,76	13	0,196	0,235	< 1,4	0,15	< 0,14	0,0090	< 0,051	0,025	7,9	0,13
BHSiWa S76 12.10.16 NCC	1* s	0,19	3	0,010	0,020		0,05		0,0005		0,004	0,7	0,03
	s/ c_i	25%	20%	5,1%	8,3%		34%		5,7%		17%	8,7%	25%
	g^*	0,105	0,24	0,0010	0,010	0,69	0,056	0,069	0,0010	0,026	0,0054	0,041	0,0038

Bemerkungen: Alle Proben wurden mit einem Papierfilter $< 7 \mu\text{m}$ filtriert. Die Volumenreduktion durch Eindampfen wurde abgebrochen, nachdem sich Salzausfällungen bildeten. Die γ -spektrometrischen Messungen wurden Salzausfällungen am Boden des verwendeten Marinellibechers beobachtet.

Legende:

c_i	Aktivitätskonzentration
s	Gesamtunsicherheit
s/c_i	relative Gesamtunsicherheit
g^*	Erkennungsgrenze

Für ein Vertrauensniveau von 90% ist der Vertrauensbereich durch $c_i \pm 1,645 s$ gegeben.

Das Bezugsdatum für alle Aktivitätsangaben ist der 28.10.2016 12:00.

3 Analyseergebnisse Deponiesickerwässer, Teil Tritium:

Probe		³ H	³ H
		[Bq/l]	[TU]
		LSC nach Destillation	LSC nach Destillation
2845.1/1	c	< 1,7	< 14
FG SiWa SF1 13.10.16 NCC	1* s		
	s/c		
	g*	0,85	7,2
2845.1/2	c	19,3	163
FG SiWa S15 13.10.16 NCC	1* s	1,4	12
	s/c	7,3%	7,3%
	g*	0,81	6,9
2845.1/3	c	8,2	70
FG SiWa S20 13.10.16 NCC	1* s	0,9	7
	s/c	10%	10%
	g*	0,86	7,3
2845.1/4	c	3,4	29
FG SiWa S22 13.10.16 NCC	1* s	0,7	6
	s/c	20%	20%
	g*	0,88	7,4
2845.1/5	c	2,6	22
FG SiWa S25 13.10.16 NCC	1* s	0,6	5
	s/c	24%	24%
	g*	0,83	7,1
2845.1/6	c	< 1,7	< 14
FG SiWa S60 13.10.16 NCC	1* s		
	s/c		
	g*	0,83	7,0
2845.1/7	c	12,5	106
BHSiWa-H3 S70 12.10.16 NCC	1* s	1,1	9
	s/c	8,5%	8,5%
	g*	0,85	7,2
2845.1/8	c	< 1,8	< 15
BHSiWa-H3 S1/4 12.10.16 NCC	1* s		
	s/c		
	g*	0,88	7,4
2845.1/9	c	2,1	18
BHSiWa-H3 S76 12.10.16 NCC	1* s	0,6	5
	s/c	29%	29%
	g*	0,87	7,4

Legende:
 c_i Aktivitätskonzentration
 s Gesamtunsicherheit
 s/c_i relative Gesamtunsicherheit
 g^* Erkennungsgrenze

Für ein Vertrauensniveau von 90% ist der Vertrauensbereich durch $c_i \pm 1,645 s$ gegeben.

Das Bezugsdatum für alle Aktivitätsangaben ist der 28.10.2016 12:00.

4 Analyseergebnisse Grundwässer:

Probe		^3H	^3H
		[Bq/l]	[TU]
		LSC nach elektr. Anr.	LSC nach elektr. Anr.
2845.1/10	c	0,53	4,5
BHTD-H3 T12 12.10.16 NCC	$1 \cdot s$	0,08	0,6
	s/c	14%	14%
	g^*	0,067	0,57
2845.1/11	c	0,67	5,7
Hummelbrunnen H1 13.10.16 NCC	$1 \cdot s$	0,09	0,7
	s/c	13%	13%
	g^*	0,069	0,59

Legende:
 c_i Aktivitätskonzentration
 s Gesamtunsicherheit
 s/c_i relative Gesamtunsicherheit
 g^* Erkennungsgrenze

Für ein Vertrauensniveau von 90% ist der Vertrauensbereich durch $c_i \pm 1,645 s$ gegeben.

Das Bezugsdatum für alle Aktivitätsangaben ist der 28.10.2016.

---- Ende des Prüfberichtes ----