

## **Anhang 2: Messbericht AM FROSCHGRABEN**

## Messbericht


### - Deponie AM FROSCHGRABEN -

Projekt - Nr.: HE001-04.1 (Darmstadt, Kerntechnische Beratung AVL)

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

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

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

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

**Datum:** Braunschweig, 15.11.2016

## Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>2</b>
<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>3</b>
<b>Anlagenverzeichnis .....</b>	<b>3</b>
<b>1       Anlass und Aufgabenstellung .....</b>	<b>4</b>
<b>2       Eingesetzte Messgeräte .....</b>	<b>4</b>
<b>3       Messungen der Ortsdosisleistung (ODL) .....</b>	<b>4</b>
3.1   Untersuchungsaufgabe und Durchführung .....	4
3.2   Messergebnisse .....	6
<b>4       Messung von Gammaspektren .....</b>	<b>7</b>
4.1   Untersuchungsaufgabe und Durchführung .....	7
4.2   Messergebnisse .....	9
<b>5       Untersuchung von Bodenproben .....</b>	<b>11</b>
5.1   Untersuchungsaufgabe und Durchführung .....	11
5.2   Messergebnisse .....	12
<b>6       Untersuchung von Sickerwasserproben .....</b>	<b>14</b>
6.1   Untersuchungsaufgabe und Durchführung der Probenahme .....	14
6.2   Messergebnisse .....	15
<b>7       Quellen .....</b>	<b>17</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3-1: Ortszentrum Schwieberdingen mit Messgebiet (Kreis) auf dem „Schlosshof“. Quelle: Google Maps (2016). .....	5
Abbildung 4-1: Gammaspektrometer mit Stativ zur Einstellung einer definierten Messhöhe von 1 m..	7
Abbildung 4-2: Gemessene Gammaspektren der Ablagerungsflächen (#157, #158, #159, #161) und Gammaspektrum des Hauptplatzes auf dem Schlosshof der Gemeinde Schwieberdingen (#155) nach Abzug des Referenzboden Gammaspektrums #160, Boden NW (RefBod). .....	9
Abbildung 5-1: Bodenproben aus 5 cm Schichten des insgesamt 30 cm Tiefenprofils, Probenreihe FG Boden NO. ....	11

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1:	Zusammenfassung der Raster-ODL-Messungen auf der Deponie AM FROSCHGRABEN.....	6
Tabelle 3-2:	Erhobene ODL-Messwerte auf dem „Schlosshof“ in Schwieberdingen. Die Bereiche mit der Zuordnung der Versiegelungsmaterialien ist in Anlage 1.3 aufgeführt. ....	6
Tabelle 4-1:	Datengrundlagen und Auswertungen von Peak-Summen (PS).....	8
Tabelle 4-2:	Ergebnisse der Spektrenauswertung – Natürliche Radionuklide .....	10
Tabelle 4-3:	Ergebnisse der Spektrenauswertung – Indikator nuklide Cs-137, Co-60.....	10
Tabelle 5-1:	Ergebnisse der gammaspektrometrischen Untersuchung an Feststoffproben [Bq/g].	12
Tabelle 5-2:	Berechnung der ODL aus den an Laborproben bestimmten spezifischen Aktivitäten für den Bodenstandort im Nordosten der Deponie (Boden NO).....	13
Tabelle 5-3:	Berechnung der ODL aus den an Laborproben bestimmten spezifischen Aktivitäten für den Bodenstandort im Nordwesten der Deponie (Boden NW).....	13
Tabelle 6-1:	Sickerwasserproben mit Zuordnung der jeweiligen Deponiebereiche. ....	14
Tabelle 6-2:	Ergebnisse der Laboruntersuchungen Sickerwässern der Deponie AM FROSCHGRABEN.....	15
Tabelle 6-3:	Werte zur Beurteilung von Radionukliden im Wasser .....	17

## 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 AM FROSCHGRABEN
Anlage 1.3:	ODL-Messungen im öffentlichen Raum
Anlage 1.4:	ODL-Messungen an Bodenflächen
Anlage 2:	Planunterlagen (durch AVL zur Verfügung gestellt)
Anlage 2.1:	Lageplan der Deponie AM FROSCHGRABEN mit verzeichneten Messpunkten
Anlage 2.2:	Leitungsnetzpläne der Sickerwasserdrainagen und –sammler der Deponie AM FROSCHGRABEN
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 AM FROSCHGRABEN, 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.

Auf der Grundlage eines, mit der AVL und dem Institut für Umwelttechnologien und Strahlenschutz GmbH (iUS) als Berater der Gemeinde Schwieberdingen, erarbeiteten Mess- und Untersuchungskonzeptes, wurden am 13.10.2016 auf der Deponie AM FROSCHGRABEN Probenahmen und messtechnische Untersuchungen Vor-Ort ausgeführt. Der vorliegende Bericht beschreibt die dabei erhaltenen Ergebnisse sowie die zugehörigen Ergebnisse der Laboranalytik.

## 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) durchgeführt. 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 (ODL)

### 3.1 Untersuchungsaufgabe und Durchführung

#### Untersuchungsaufgabe lt. Messkonzept

- a. ODL-Messung an ausgewählten Referenzpunkten auf dem Abfallkörper.
- b. Ortsdosisleistung Boden im öffentlichen Raum (insbesondere Marktplatz Schwieberdingen)

### Vor-Ort-konkretisierte Messaufgaben:

zu a.: 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 (s. Anlage 2.1).

zu b.: Aufgrund der Feststellung, dass ein so bezeichneter „Marktplatz“ in Schwieberdingen nicht existiert, wurde der „Schlosshof“ vor dem Rathaus als Messort ausgewählt (vgl. Abbildung 3-1). Der Schlosshof befindet sich im Zentrum der Ortschaft und ist öffentlich zugänglich. Angrenzende Gewerbetreibende nutzen den Schlosshof z.T. als Parkplatz oder in Teilbereichen als gastronomische Außenflächen. Samstags findet auf dem Schlosshof der Schwieberdinger Wochenmarkt statt (Quelle: Webseite Gemeinde Schwieberdingen, abgerufen Oktober 2016).

### Durchführung

Zur Ermittlung der Ortsdosisleistung (ODL) wurden auf der Deponie AM FROSCHGRABEN die überdeckten Ablagerungsflächen der „Rückbau Abfälle“, deren Lage im Auftrag von AVL eingemessen wurde (s. Anlage 2.1), mit ODL-Messungen in einem regelmäßigen Raster kartiert (Rasterlänge 4 m x 4 m, Messhöhe ca. 1 m).

Auf dem Schlosshof der Gemeinde Schwieberdingen wurden die ODL-Messungen als gleitende Messungen durchgeführt. Auf der Hauptfläche (im Bereich von Stellflächen der Marktstände in Abbildung 3-1) wurden bei einer Begehung die ODL-Messwerte in einer Höhe von ca. 1 m beobachtet und der Wertebereich festgestellt. Bei einzelnen Versiegelungsflächen oder Bauteilen (vgl. Messprotokoll Anlage 1.3) wurden mit Messungen in geringem Abstand („Kontakt“) ODL-Werte ermittelt.



**Abbildung 3-1: Ortszentrum Schwieberdingen mit Messgebiet (Kreis) auf dem „Schlosshof“.**  
Quelle. Google Maps (2016).

Im Umfeld der Boden-Probenahmestellen im Nordosten und im Nordwesten der Deponie wurden ODL-Messungen in einem Raster von 4 m x 4 m (Messhöhe ca. 1 m) durchgeführt.

## 3.2 Messergebnisse

Die Messprotokolle der ODL-Messungen sind in

- Anlage 1.2: ODL-Messungen auf der Deponie
- Anlage 1.3: ODL-Messungen im öffentlichen Raum
- Anlage 1.4: ODL-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 AM FROSCHGRABEN.**

Ort der Messung	Anzahl	Minimalwert [nSv/h]	Maximalwert [nSv/h]	Arithm. Mittelwert [nSv/h]
Messungen auf dem Abfallkörper der Deponie				
FG Abl.-Pkt. 1 (1245660)	35	74	99	84
FG Abl.-Pkt. 2 (1245318)	36	82	124	101
FG Abl.-Pkt. 3 (1237787)	25	62	77	67
FG Abl.-Pkt. 4 (1245510)	22	87	122	104
Messungen auf Bodenflächen im Umfeld der Boden-Probenahmestellen				
FG Boden Nordwest	27	103	131	119
FG Boden Nordost	32	112	129	120

Die Messwerte, die auf dem Schlosshof in Schwieberdingen erhoben wurden, sind in Tabelle 3-2 zusammengestellt. Sie variieren in Abhängigkeit von dem jeweiligen Ort der Messung und der Art der dort vorhandenen Versiegelung.

**Tabelle 3-2: Erhobene ODL-Messwerte auf dem „Schlosshof“ in Schwieberdingen. Die Bereiche mit der Zuordnung der Versiegelungsmaterialien ist in Anlage 1.3 aufgeführt.**

Ort der Messung	Messwert [nSv/h]	Anmerkungen
Pflaster Hauptplatz	140-150	Messung Höhe 1 m über Boden
Stufen zum Brunnen	186	Kontaktmessung, Messabstand 5-10 cm
Brunnen Einfassung	135	Kontaktmessung, Messabstand 5-10 cm
Pflaster rot	166	Kontaktmessung, Messabstand 5-10 cm
Pflaster rötlich gelb	143	Kontaktmessung, Messabstand 5-10 cm
Brunneneinfassung grünlicher Fels	76	Kontaktmessung, Messabstand 5-10 cm
Rötlicher Ziegelsplitt	89	Messung Höhe 1 m über Boden

## 4 Messung von Gammaskpektren

### 4.1 Untersuchungsaufgabe und Durchführung

#### Untersuchungsaufgabe lt. Messkonzept

- a. 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).
- b. Spezifische Aktivität von natürlichen Radionukliden der öffentlichen Plätze und Wege. Abschätzung der Aktivität nach UNSCEAR-Formel.

#### Durchführung

Zur In-Situ-Gammaskpektrometrie 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 Geoplane 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 Gammaskpektrometer wurde am jeweiligen 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 Gammaskpektrometrie wurden nach der durchgeführten Messung verpflockt und im Nachgang erneut durch das Vermessungsbüro Geoplane eingemessen (Anlage 2.1).



**Abbildung 4-1: Gammaskpektrometer 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 (Peaks) 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 Gesamtimpulsen 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).**

Gamma-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	8 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

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

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.

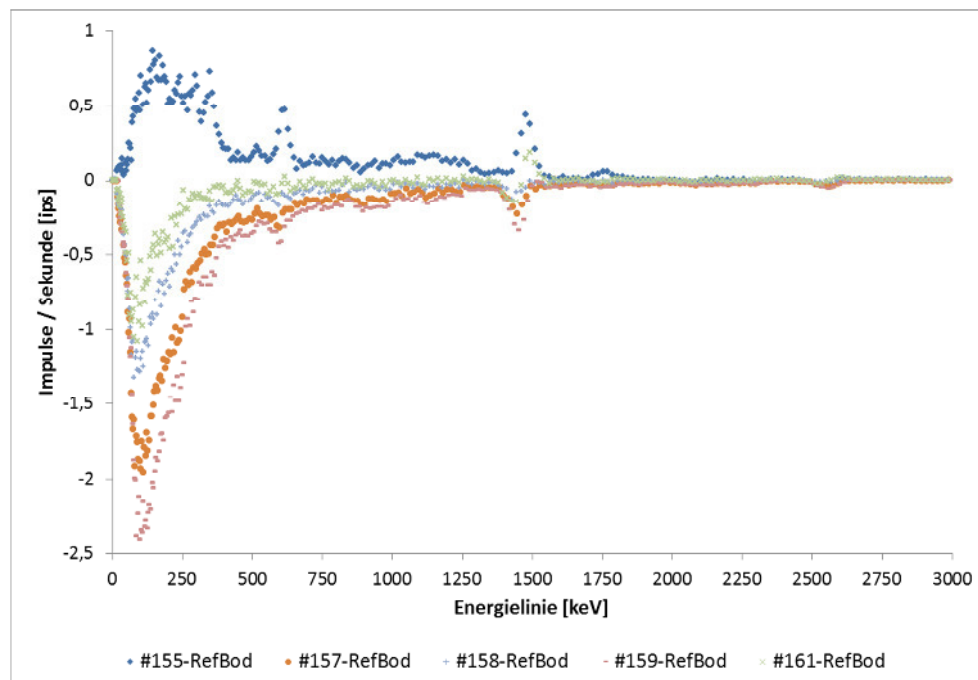
- Ermittlung des Nuklidverhältnisses K-40/U-238sec gemäß

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

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

## 4.2 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 Nordwesten der Deponie (FG Boden nw) von den Spektren der Ablagerungspunkte (Spektren (#157, #158, #159, #161) und der Messung auf dem Schlosshof Schwieberdingen (Spektrum #155) abgezogen wurden.



**Abbildung 4-2: Gemessene Gammaspektren der Ablagerungsflächen (#157, #158, #159, #161) und Gammaspektrum des Hauptplatzes auf dem Schlosshof der Gemeinde Schwieberdingen (#155) nach Abzug des Referenzboden Gammaspektrums #160, Boden NW (RefBod).**

Die in Abbildung 4-2 dargestellten Gammaskpektren zeigen die Abweichungen der jeweiligen Gamma-spektren vom Gammaskpektrum des Referenzbodens. Es ist deutlich zu sehen, dass nur das Gamma-spektrum des Schlosshofes (#155-RefBod = Spektrum #155 minus Spektrum #160 Referenzboden) positive Werte aufweist, das heißt, einen höheren Strahlungspegel über alle hier erfassten Energiebe-reiche hat. Die analog ausgewerteten Spektren #157, #158 und #159 von Messungen auf dem Depo-niekörper weisen alle einen niedrigeren Strahlungspegel als der Referenzboden am Standort Bo-den NW auf (vgl. Anlage 2.1).

Der in dieser Auswertung sichtbare Peak im Bereich 1460 keV stammt zu einem Teil von einem inter-nen Prüfstrahler (Kalisalz mit Radionuklid K-40) und von natürlicherweise im Boden 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 gemesse-nen 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**

	#155	#156	#157	#158	#159	#160	#161
Th-232sec / U-238sec	0,24	0,91	0,90	0,84	0,58	0,95	1,64
K-40 / U-238sec	9,57	10,57	12,8	10,27	7,99	13,04	21,92
ODL, gemessen [nSv/h]	145 *)	117	82	103	68	121	100
U-238sec [Bq/g]	0,110	0,053	0,031	0,048	0,030	0,052	0,028
Th-232sec [Bq/g]	0,026	0,058	0,028	0,040	0,017	0,055	0,046
K-40 [Bq/g]	1,053	0,555	0,397	0,493	0,240	0,678	0,614
ODL, berechnet [nSv/h]	146	117	83	102	69	121	101

\*) Für den Hauptplatz des Schlosshofes nach Tab. 3.2 wird der mittlere Wert des Messbereiches als repräsentati-ver Wert angenommen.

Zur Prüfung, ob radiologisch relevante Aktivitäten aus der Entsorgung freigegebener Abfälle vorhan-den sind, eignen sich aufgrund des im Messkonzept beschriebenen Nuklidvektors nur die Radionukli-de 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 zusamen-gestellt. Sie ergeben keine Hinweise auf die geprüften Radionuklide.

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

	#155	#156	#157	#158	#159	#160	#161
PS(Cs-137)	-0,31 ± 0,03	-0,05 ± 0,03	-0,04 ± 0,03	-0,02 ± 0,03	-0,04 ± 0,03	-0,08 ± 0,03	-0,06 ± 0,03
PS(Co-60)	-0,08 ± 0,03	-0,04 ± 0,03	-0,04 ± 0,03	-0,03 ± 0,03	-0,01 ± 0,03	-0,04 ± 0,03	-0,04 ± 0,03

## 5 Untersuchung von Bodenproben

### 5.1 Untersuchungsaufgabe und Durchführung

#### Untersuchungsaufgabe lt. Messkonzept:

- a. 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 Südosten der Deponie.

Bemerkung: Die Bodenfläche für die horizontierte Probenahme wurde vom Südosten in den Nordosten verlagert.

- b. Bestimmung der spezifischen Aktivität von künstlichen und natürlichen Radionukliden im Boden. Mischprobe auf landwirtschaftlich genutzten Flächen im Westen bis Südwesten der Deponie.

#### Durchführung

Die Bodenuntersuchungen wurden auf Bodenflächen im direkten Umfeld der Deponie durchgeführt. Dabei wurden Bodenstandorte ausgewählt, die sich im Nordwesten und im Nordosten der Deponie befanden (vgl. Anlage 2.1). Die nordwestliche Bodenfläche wurde als Referenzbodenfläche definiert.

Die im Nordwesten gelegene Ackerfläche wurde mittels eines Bohrstockes auf einer Fläche von ca. 20 m x 20 m im Umfeld des Messpunktes „Boden NW“ in einem Raster von 4 m x 4 m bis in eine Tiefe von 30 cm beprobt.

Im Nordosten (Boden NO) wurde ein Bodenprofil angelegt und mit einer Schaufel wurden in 5 cm Tiefenabschnitten Proben entnommen, die einer bodenkundlichen Kurzbewertung nach der bodenkundlichen Kartieranleitung KA5 [2] unterzogen wurden (vgl. Abbildung 5-1).



**Abbildung 5-1: Bodenproben aus 5 cm Schichten des insgesamt 30 cm Tiefenprofils, Probenreihe FG Boden NO.**

Nach der durchgeführten bodenkundlichen Kurzbewertung (Anlage 3.1) handelt es sich bei dem im Nordosten der Deponie vorliegenden Substrat um einen Feinboden aus überwiegend schluffigem Material mit stark tonigen Bestandteilen (Ut4; Lu; Tu4) und schwach feinkiesigen Grobbodenbestandteilen (< 1%). Ein ca. 10 cm schwach humoser Oberboden mit einer dichten Durchwurzelung und wenige tiefer führende Makroporen deuten auf ein intaktes Bodengefüge hin. Nach [3] handelt es sich bei dem am Standort vorliegenden Boden um eine Pararendzina aus Löss (Ut2-4), die auf wärmzeitlichem Löss gebildet wurde. Der Wechsel der Bodenfarbe (Y10R 4/2 nach 10YR 5/4 nach Munsell Farbtafel) in einer Tiefe von 10 cm ist auf die humosen Bestandteile der Durchwurzelungszone zurückzuführen und stellt den Horizontwechsel von Oberboden (Ah) auf Untergrundhorizont (C) dar. Von einer wesentlichen Veränderung des Bodengefüges in den letzten Jahren ist nach Berücksichtigung aller betrachteten Merkmale nicht auszugehen.

Die entnommenen Proben wurden umgehend 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 für die Th-232-Zerfallsreihe von einem säkularen Gleichgewicht ausgegangen und somit die Aktivität der Tochternuklide 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].**

Probenbezeichnung *)	U-238	Ra-226	Pb-210	Th-232	K-40	Cs-137	Co-60
FG so 0-5 cm	0,050	0,052	0,068	0,057	0,551	0,0063	<0,00019
FG so 5-10 cm	0,052	0,054	0,055	0,056	0,552	0,0063	<0,00016
FG so 10-15 cm	0,052	0,050	0,053	0,058	0,585	0,0041	<0,00014
FG so 15-20 cm	0,051	0,054	0,054	0,059	0,532	0,0035	<0,00021
FG so 20-25 cm	0,054	0,052	0,053	0,056	0,551	0,0068	<0,00020
FG so 25-30 cm	0,052	0,050	0,052	0,053	0,544	0,0082	<0,00023
FG nw OBMP 0-30 cm	0,051	0,052	0,051	0,055	0,678	0,0057	<0,00023

\*) Die Bezeichnung „FG so ###“ ist auf das Bodenprofil im Nordosten der Deponie (Boden NW) 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 Messgenauigkeit 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 ungleichmäßig verteilt. Aus den Cs-137 Aktivitäten des Bodenprofils unter Annahme einer Bodendichte von 1500 kg/m<sup>3</sup> errechnet sich ein flächenbezogenes Inventar von 2640 Bq/m<sup>2</sup> Cs-137. Das entspricht der ortsüblichen Deposition von Cs-137 als Folge des Tschernobyl-Fallouts [4], [5].
- Die Cs-137 Aktivität in der Oberbodenmischprobe (FG nw OBMP 0-30 cm) weist ebenfalls ein flächenbezogenes Inventar in dieser Größenordnung auf (2565 Bq/m<sup>2</sup> Cs-137).
- Alle Messwerte von Co-60 liegen unterhalb der Nachweisgrenze. Eine Kontamination des Bodens mit Co-60 durch Abwehen vom Abfall ist für den untersuchten Bodenstandort nicht nachweisbar.

Die in Tabelle 5-1 aufgeführten Ergebnisse zeigen, dass in dem untersuchten Bodenprofil die natürlichen Radionuklide weitgehend homogen verteilt sind. Die ODL in 1 m Höhe über dem Boden kann daher mit Hilfe der von UNSCEAR [6] (UNSCEAR 2008 Annex B; Para 81) angegebenen Dosiskoeffizienten für Bodenstrahlung abgeschätzt werden. Die Ergebnisse in Tabelle 5-2 und Tabelle 5-3 stimmen sehr gut mit denen der ODL-Messungen überein (vgl. Kapitel 3.2 und Anlage 1.4).

**Tabelle 5-2: Berechnung der ODL aus den an Laborproben bestimmten spezifischen Aktivitäten für den Bodenstandort im Nordosten der Deponie (Boden NO).**

	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							
FG so 0-5 cm	Bq/g	0,052	0,057	0,551			
FG so 5-10 cm	Bq/g	0,054	0,056	0,552			
FG so 10-15 cm	Bq/g	0,050	0,058	0,585			
FG so 15-20 cm	Bq/g	0,054	0,059	0,532			
Mittelwert	Bq/g	0,053	0,058	0,555			
Dosisleistung, berechnet	nSv/h	24	35	23	82	35 - 40	117 - 122

\*) Arithm. Mittelwert der ODL-Messungen im Umfeld des Bodenprofils lag bei 120 nSv/h (vgl. Anlage 1.4).

**Tabelle 5-3: Berechnung der ODL aus den an Laborproben bestimmten spezifischen Aktivitäten für den Bodenstandort im Nordwesten der Deponie (Boden NW).**

	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							
FG nw OBMP 0-30 cm	Bq/g	0,052	0,055	0,678			
Dosisleistung, berechnet	nSv/h	24	33	28	86	35 - 40	121 - 126

\*) Die ODL-Messungen im Bereich der Bodenprobenahme lagen zwischen 103 bis 131 nSv/h (vgl. Anlage 1.4).

## 6 Untersuchung von Sickerwasserproben

### 6.1 Untersuchungsaufgabe und Durchführung der Probenahme

#### Untersuchungsaufgabe lt. Messkonzept

- a. Bestimmung von Tritium, künstlichen und natürlichen gammastrahlenden Radionukliden sowie der Gesamtalpha- und Gesamtbetaaktivität.
- b. Bestimmung der Uran-Isotopenzusammensetzung (U-235/U-238, U-234/U-238 und optionale Prüfung der Messbefunde auf U-233, U-236).

Wie im Messkonzept beschrieben, wurden für die Sickerwasseruntersuchungen Drainagen oder Sickerwassersammler ausgewählt, die Abschnitte entwässern, in welchen Ablagerungsbereiche der „Rückbau Abfälle“ liegen. Außerdem wurden Drainage Leitungen beprobt, die keinen Bezug zu den Freigabeabfällen haben.

Die Lage der Sickerwassersammler unterhalb der Ablagerungsflächen wurde anhand von Leitungsplänen gemeinsam mit Herrn Borrmann, iUS geprüft und ist in Anlage 2.2 in Form von Leitungsnetzplänen beigefügt.

Die Proben wurde mittels eines 1 Liter Schöpfers aus den jeweiligen Sickerwasserschächten entnommen und zur Analytik per Kurier in das beauftragte Labor verschickt. Die Zuordnung der Sickerwasserproben zu den Ablagerungsflächen ist in Tabelle 6-1 angegeben.

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

Probe	Volumen	Bereich
FGSiWa SF1	11 l	Südlicher Deponiebereich
FGSiWa S15	11 l	Ablagerungsfläche 1245318
FGSiWa S20	11 l	Ablagerungsfläche 1245318
FGSiWa S22	11 l	Ablagerungsflächen 1245660 und 1237787
FGSiWa S25	11 l	Ablagerungsfläche 1245510
FGSiWa S60	11 l	DK-0-Bereich, keine Ablagerungsfläche
Hummelbrunnen H1	1 l	Quellfassung unterhalb der Deponie

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 Gammaskopmetrie 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.

- Bestimmung von Uran Isotopenverhältnissen U-234/U-238, U-235/U-238, ggfls. U-236/U-238 und U-233/U-238 mittels Alphaspektrometrie und Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS) nach radiochemischer Trennung.

## 6.2 Messergebnisse

Der Prüfbericht der Laboruntersuchungen an Sickerwässern und Brunnenwasser aus dem Hummelbrunnen ist in Anlage 4.2 dokumentiert. Eine Zusammenstellung der Messergebnisse (ohne Messunsicherheit) enthält Tabelle 6-2. Die Analytik der Sickerwasserproben war durch die hohen Salzgehalte erschwert, die das Einengen der Volumina begrenzten und daher zu höheren Nachweisgrenzen führten als im Fall von gering mineralisierten Wässern (mdl. Mitteilung M. Köhler, VKTA, 14.11.2016).

Die Tritium Konzentrationen aus der unterhalb der Deponie AM FROSCHGRABEN liegenden Quelfassung entnommenen Probe, sind mit 0,67 Bq/l ein normaler Wert für ein junges Grundwasser einzuordnen.

**Tabelle 6-2: Ergebnisse der Laboruntersuchungen Sickerwässern der Deponie AM FROSCHGRABEN.**

	FGSiWa SF1	FGSiWa S15	FGSiWa S20	FGSiWa S22	FGSiWa S25	FGSiWa S60
	D-0	D-A	D-A	D-A	D-A	D-0
	Südl. Deponiebereich	Abl.-Pkt. 1245318	Abl.-Pkt. 1245318	Abl.-Pkt. 1245660 und 1237787	Abl.-Pkt. 1245510	Keine Ablagerung
Tritium (Bq/l)	< 1,7	19,3	8,2	3,4	2,6	<1,7
Ges-α (Bq/l)	0,37	0,43	0,32	0,27	0,65	0,33
Ges-β (Bq/l)	2,4	15	20	12,0	9,0	2,0
U-238 (Bq/l)	0,125	0,144	0,123	0,107	0,183	0,105
U-234 (Bq/l)	0,145	0,168	0,14	0,13	0,21	0,116
Th-230 (Bq/l)	<0,61	<2,3	<2,3	<2,6	<1,6	<1,4
Ra-226 (Bq/l)	<0,074	<0,094	<0,15	<0,30	<0,078	<0,080
Pb-210 (Bq/l)	<0,091	<0,36	<0,35	<0,24	<0,25	<0,21
U-235 (Bq/l)	0,0057	0,0067	0,0058	0,0050	0,0085	0,0049
Ra-228 (Bq/l)	<0,014	<0,042	<0,042	<0,12	<0,045	<0,027
Th-228 (Bq/l)	0,0105	0,049	0,037	0,153	0,036	0,041
K-40 (Bq/l)	1,90	14,0	18,5	11,1	5,7	1,59
Cs-137 (Bq/l)	<0,0025	<0,0095	0,014	<0,043	<0,0075	<0,0042
Aktivitätsverhältnisse Uran						
U-234/U-238	1,160	1,167	1,138	1,215	1,148	1,105
U-235/U-238	0,046	0,047	0,047	0,047	0,046	0,047

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

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 (1,1 bis 1,2) entspricht dem in vielen Grundwässern gefundenen Wert. Die etwas höheren U-234 Konzentrationen sind als Folge einer Mobilisierung von U-234



durch Rückstoßprozesse zu erklären. Von einer Untersuchung des U-236 wurde aufgrund der vorliegenden Ergebnisse abgesehen.

Die Ergebnisse der Sickerwasseranalysen weisen in den Sickerwassersträngen, die Deponieabschnitte entwässern in welchen Freigabeabfälle deponiert wurden, leicht erhöhte Tritiumkonzentrationen gegenüber dem natürlichen Hintergrund von ca. 1 Bq/l auf. Außerdem wurden in einigen dieser Abschnitte messbare Cs-137 Konzentrationen festgestellt. Letzteres wurde 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).

Die Messergebnisse des Tritiums im Quellwasser sind typisch für junges, natürliches Grundwasser und geben keine Hinweise auf eine deponiebedingte Veränderung.

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

- Referenzwerte für radiologische Parameter der Trinkwasserverordnung
- 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- $\beta$  und Gesamt- $\alpha$ . Der Parameter Gesamt- $\beta$  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- $\alpha$  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 StrISchV
	Bq/l	Bq/l
Tritium (Bq/l)	100 (*)	10.000
Ges- $\alpha$ (Bq/l)	0,05 – 0,1 (+)	k.A.
Ges- $\beta$ (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] W. Eckelmann, H. Sponagel, und Ad-Hoc-Arbeitsgruppe Boden der Staatlichen Geologischen Dienste und der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hrsg., *Arbeitshilfe für die Bodenansprache im vor- und nachsorgenden Bodenschutz - Auszug aus der Bodenkundlichen Kartieranleitung KA 5: mit 25 Tabellen*, 1. Aufl. Hannover: BGR, 2009.
- [3] „LGRB-Kartenviewer“. [Online]. Verfügbar unter: [http://maps.lgrb-bw.de/?view=lgrb\\_geola\\_bod](http://maps.lgrb-bw.de/?view=lgrb_geola_bod). [Zugegriffen: 31-Okt-2016].
- [4] D. Tait und D. Kock, „Fachgespräch Überwachung der Umweltradioaktivität (2013)“, in *Schriftenreihe Fachgespräch Überwachung der Umweltradioaktivität*, Bremen, 2016.
- [5] LUBW - Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, „Radioaktivität in Baden-Württemberg 2002 bis 2011“, Karlsruhe, 1436–2783, Mai 2012.
- [6] 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 <b>TABELLE 1</b>

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

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 <sub>x</sub>	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 <sub>x</sub>	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 AM FROSCHGRABEN**

## Anlage 1.2

### ODL-Messungen auf der Deponie AM FROSCHGRABEN

13.10.2016

11:40 Uhr

Deponie AM FROSCHGRABEN, Abl.-Pkt. 1 (Ablagerungsfläche 1245660)

Aufnahme Spektrum #157. 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

Deponiefläche Plateau, ebene Fläche

Zusammenfassung:

Mittelwert: 84 nSv/h

Maximalwert: 99 nSv/h

Mindestwert: 74 nSv/h

	N ↑				
90	83	81	74	81	
84	86	76	78	85	
78	76	75	74	75	
87	84	82	83	85	
85	78	86	88	92	
79	86	83	99	98	
83	85	95	96	98	



Standort Gammaskpektrometer, Abl.-Pkt. 1, Spektrum #157

**Fotodokumentation:**



**Anlage 1.2**  
**ODL-Messungen auf der Deponie AM FROSCHGRABEN**

13.10.2016 12:20 bzw.13:30 Uhr  
 Deponie AM FROSCHGRABEN, Abl.-Pkt. 2 (Ablagerungsfläche 1245318)

Aufnahme Spektrum #158. Der Standort des Gammaskpektrometers wurde eingemessen (Anlage 2.1)

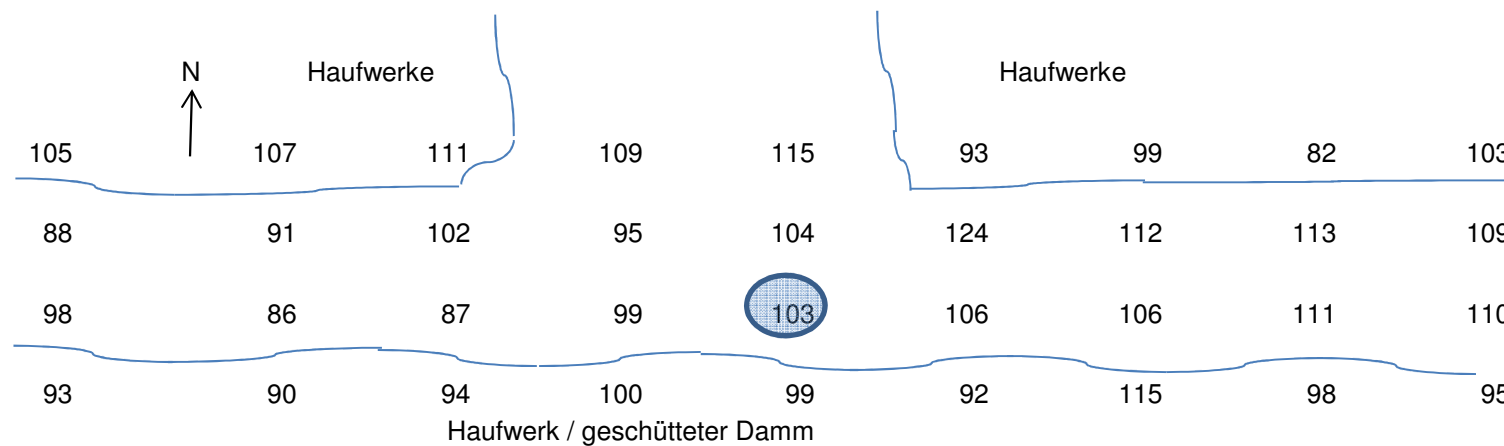
ODL in 1 m Höhe in nSv/h mit Automess  
 4 m x 4 m Raster  
 Fläche mit Haufwerken, Blick auf Schwieberdingen

**Fotodokumentation:**



Zusammenfassung:

Mittelwert: 101 nSv/h  
 Maximalwert: 124 nSv/h  
 Mindestwert: 82 nSv/h



Standort Gammaskpektrometer, Abl.-Pkt. 2, Spektrum #158

## Anlage 1.2

### ODL-Messungen auf der Deponie AM FROSCHGRABEN

13.10.2016

13:55 Uhr

Deponie AM FROSCHGRABEN, Abl.-Pkt. 3 (Ablagerungsfläche 1237787)

Aufnahme Spektrum #159. 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

Deponiefläche planierter schwarzer Schotter

Zusammenfassung:

Mittelwert: 68 nSv/h

Maximalwert: 77 nSv/h

Mindestwert: 62 nSv/h

	N ↑				
65	68	65	62	63	
77	62	63	63	66	
71	64	68	74	65	
67	72	65	71	73	
71	73	64	67	72	



Standort Gammaskontrometer, Abl.-Pkt. 3, Spektrum #159

**Fotodokumentation:**



## Anlage 1.2

### ODL-Messungen auf der Deponie AM FROSCHGRABEN

13.10.2016

15:10 Uhr

Deponie AM FROSCHGRABEN, Abl.-Pkt. 4 (Ablagerungsfläche 1245510)

Aufnahme Spektrum #161. 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

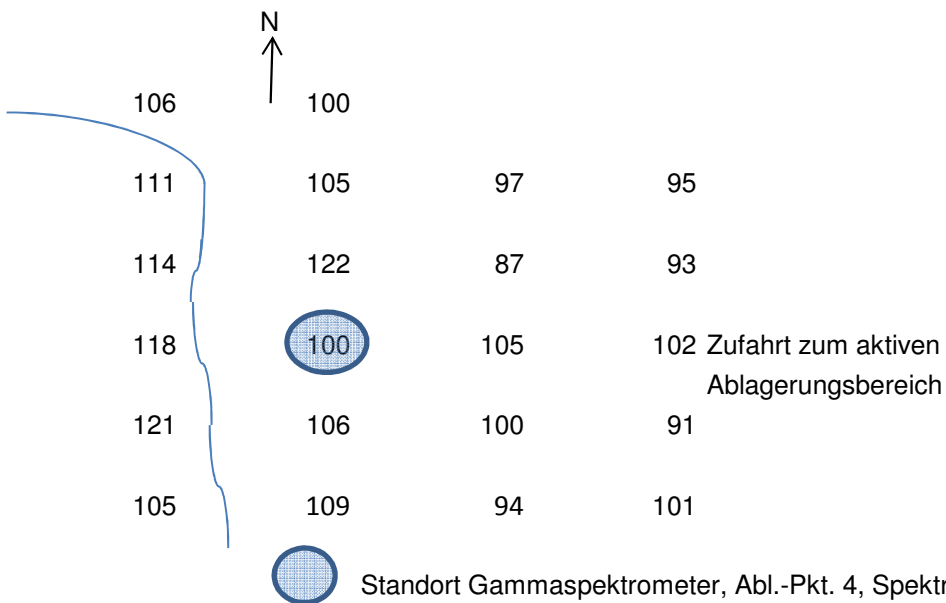
Zufahrt zum aktiven Ablagerungsbereich

Zusammenfassung:

Mittelwert: 104 nSv/h

Maximalwert: 122 nSv/h

Mindestwert: 87 nSv/h



#### Fotodokumentation:



## **Anlage 1.3**

### **ODL-Messungen im öffentlichen Raum**

# Anlage 1.3 ODL-Messungen im öffentlichen Raum

13.10.2016 07:30 Uhr  
"Schlosshof" der Gemeinde Schwieberdingen

Aufnahme Spektrum #155

ODL- Messungen

Ort der Messung

Pflaster Hauptplatz

Stufen zum Brunnen

Brunnen Einfassung

Pflaster rot

Pflaster rötlich gelb

Brunneneinfassung grünlicher Fels

Rötlicher Ziegelsplitt

Messwert

140-150 nSv/h (Wertebereich in 1m Höhe)

186 nSv/h (Messwert in 5-10 cm Abstand)

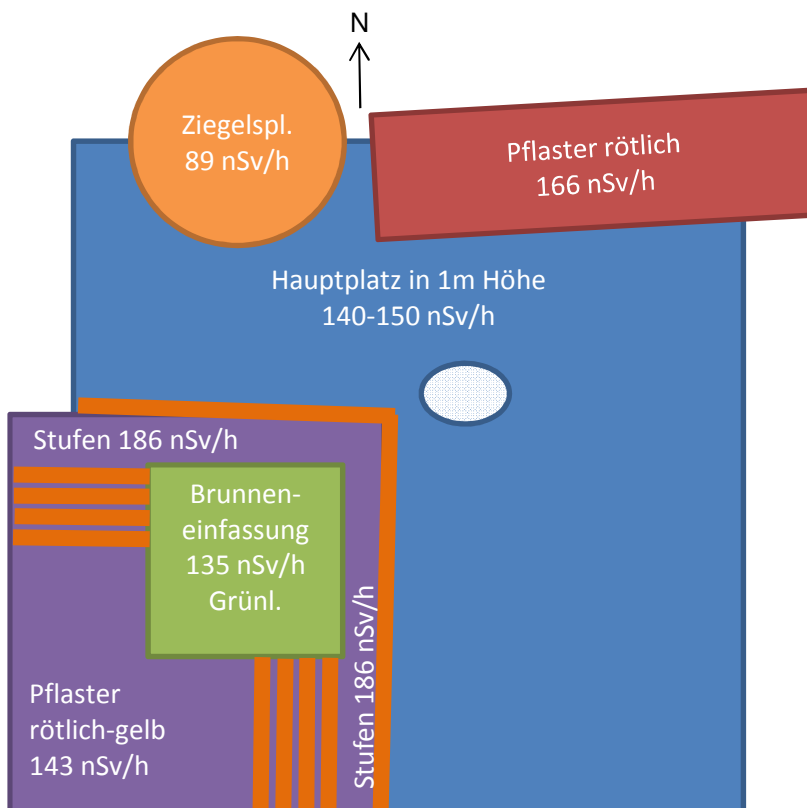
135 nSv/h (Messwert in 5-10 cm Abstand)


166 nSv/h (Messwert in 5-10 cm Abstand)

143 nSv/h (Messwert in 5-10 cm Abstand)

76 nSv/h (Messwert in 5-10 cm Abstand)

89 nSv/h (Messwert in 5-10 cm Abstand)



 Standort Gammasspektrometer, Spektrum #155

Fotodokumentation:





## **Anlage 1.4**

### **ODL-Messungen an Bodenflächen**

# Anlage 1.4

## ODL-Messungen im Bereich der Bodenflächen

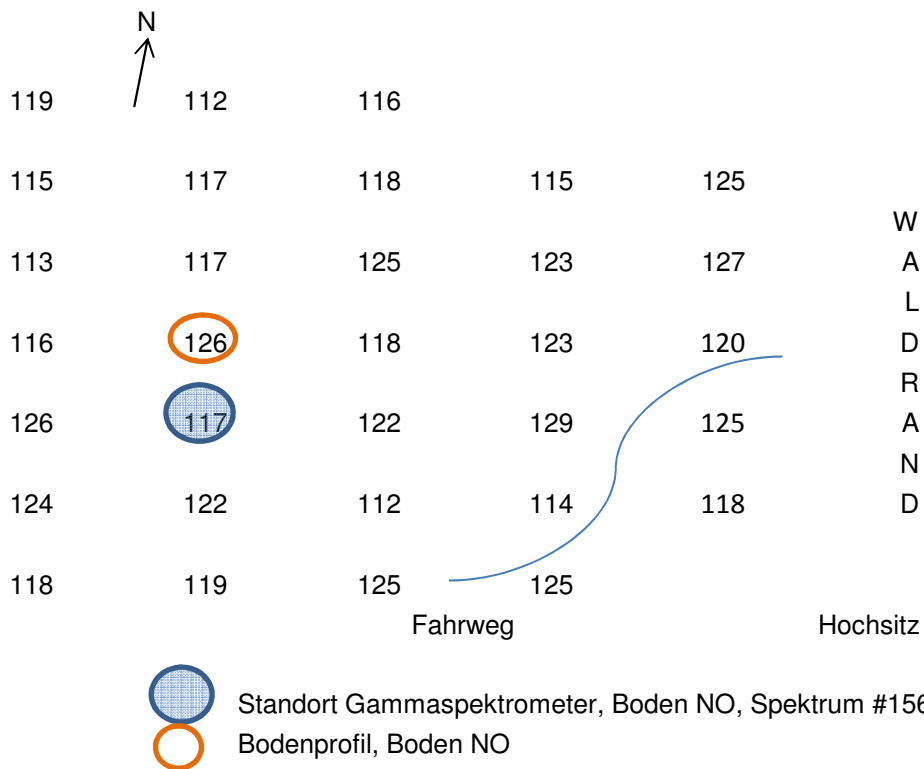
13.10.2016 11:00 Uhr  
 Deponie AM FROSCHGRABEN, Boden NO

Aufnahme Spektrum #156. Der Standort des Gammasspektrometers wurde eingemessen (Anlage 2.1)

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

### Zusammenfassung:

Mittelwert: 120 nSv/h  
 Maximalwert: 129 nSv/h  
 Mindestwert: 112 nSv/h



### Fotodokumentation:



# Anlage 1.4

## ODL-Messungen im Bereich der Bodenflächen

13.10.2016 14:15 Uhr  
Deponie AM FROSCHGRABEN, Boden NW

Aufnahme Spektrum #160. 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  
Oberbodenmischprobe 0-30 cm

Zusammenfassung:

Mittelwert: 119 nSv/h  
Maximalwert: 131 nSv/h  
Mindestwert: 103 nSv/h

	N ↑				
124		122	109	125	
120		127	119	118	
121		126	123	124	120
128		122	121	131	121
118		115	116	114	106
119		118	103	109	



Standort Gammaskontrometer, Boden NW, Spektrum #160

### Fotodokumentation:

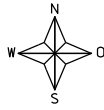


## **Anlage 2**

**Planunterlagen (durch AVL zur Verfügung gestellt)**

## **Anlage 2.1**

**Lageplan der Deponie AM FROSCHGRABEN mit  
verzeichneten Messpunkten**



• Böden NW  
X=3503778.777  
Y=5416894.962  
Z=321.038

• Böden NO  
X=3504434.460  
Y=5416850.998  
Z=285.778

• Abl.-Pkt. 4  
X=3504080.957  
Y=5416750.987  
Z=329.593

• Abl.-Pkt. 3  
X=3503995.355  
Y=5416658.044  
Z=332.073

• Abl.-Pkt. 1  
X=3504268.422  
Y=5416872.282  
Z=323.751

• Abl.-Pkt. 2  
X=3504127.497  
Y=5416567.402  
Z=331.619

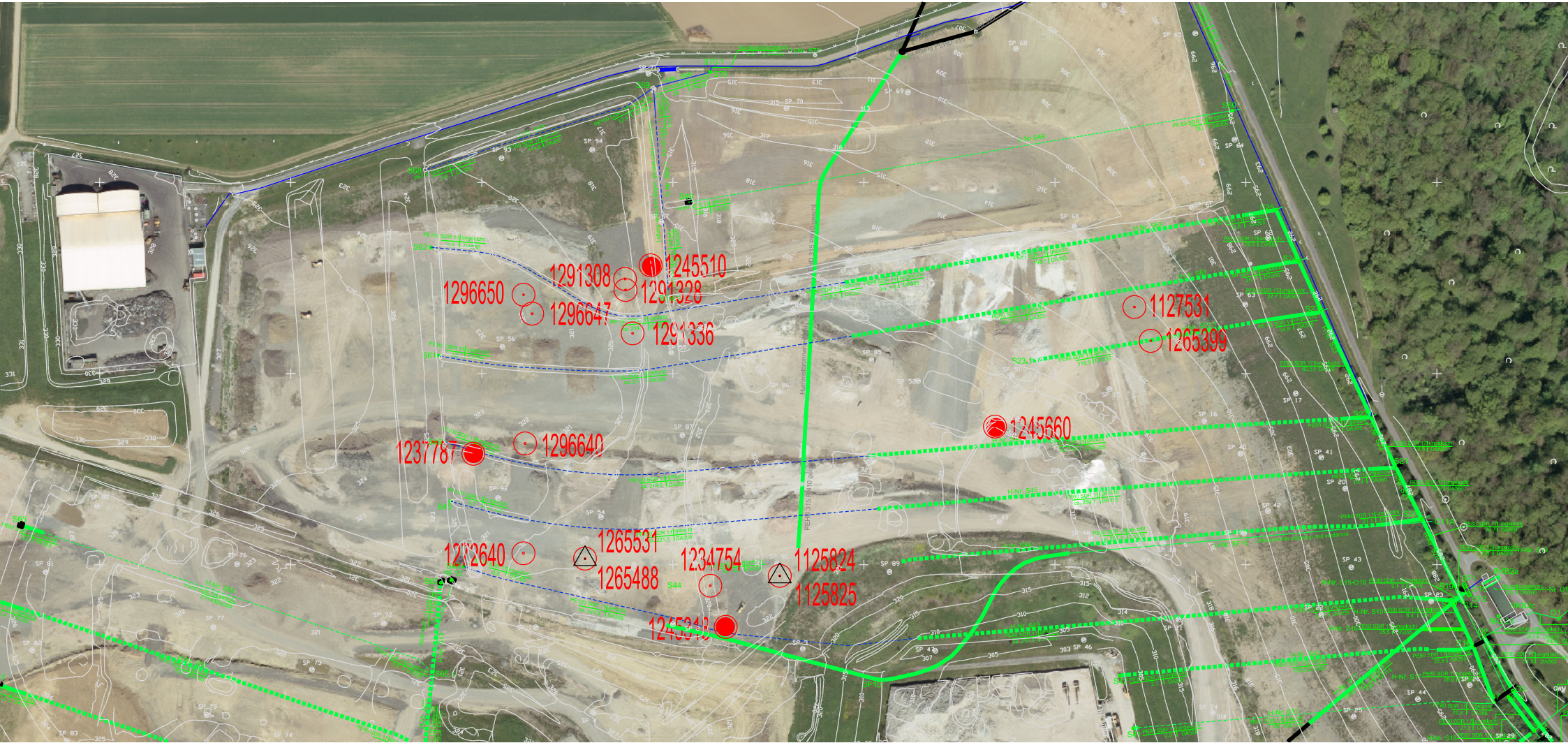
- Legende
- GW - Querbaureisslinie
  - KUP - Kurvenklopplinie
  - ME - Mäanderrand
  - O - Oberbaureisslinie
  - PV - Privatklappe

Dogenitz Am Fischgraben  
Landschaftsbau  
Gemeinschaft Schmöckwitz  
Bestandplan Nr. 14/00  
Stand: 06.12.2015  
AL: 03/01/0001  
Projektorientiert mit  
Bekennung S4  
71072 Marbach



## **Anlage 2.2**

**Leitungsnetzplan der Sickerwasserdrainagen und –  
sammler der Deponie AM FROSCHGRABEN**





## **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 Froschgraben

Komm-Nr: \_\_\_\_\_

 Aufschlussart: Schurf

 Bohrtechnik: Spaten

Reihenfolge Nr.: \_\_\_\_\_

 Datum: 13.10.2016

 Uhrzeit: 10<sup>00</sup> - 12<sup>00</sup>

 Witterung  Regen  Sonne

 Bewölkung

 Lufttemperatur °C: 15°

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		von - bis [m u. GOK]		
5	a) <u>Lu, Ut4, Tu4, fG1</u>				<u>Spaten</u>	E	1	Nr. <u>FG50 05</u>
	b) <u>Krümelgefüge, G0</u>							von - bis [m u. GOK] <u>0-5cm</u>
	c) <u>ko 1</u>	d) <u>-</u>	e) <u>10 YR 4/2</u>	*) <u>PK</u>				Probengefäß <sup>1)</sup> <u>PE</u>
	f) _____	g) _____	h) _____	i) <u>C3</u>				Menge [g]
10	a) <u>Lu, Ut4, Tu4, fG1</u>				<u>Spaten</u>	E	1	Nr. <u>FG50 5-10</u>
	b) _____							von - bis [m u. GOK] <u>5-10cm</u>
	c) <u>ko 1</u>	d) <u>-</u>	e) <u>10 YR 4/2</u>	*) <u>PK</u>				Probengefäß <u>PE</u>
	f) _____	g) _____	h) _____	i) <u>C3</u>				Menge [g]
15	a) <u>Lu, Ut4, Tu4, fG1</u>				<u>Spaten</u>	E	1	Nr. <u>FG50 10-15</u>
	b) _____							von - bis [m u. GOK] <u>10-15cm</u>
	c) <u>ko 1-2</u>	d) <u>-</u>	e) <u>10 YR 5/4</u>	*) <u>ko</u>				Probengefäß <u>PE</u>
	f) _____	g) _____	h) _____	i) <u>C3</u>				Menge [g]
20	a) <u>Lu, Ut4, Tu4, fG1</u>				<u>Spaten</u>	E	1	Nr. <u>FG50 15-20</u>
	b) _____							von - bis [m u. GOK] <u>15-20cm</u>
	c) <u>ko 1-2</u>	d) <u>-</u>	e) <u>10 YR 5/4</u>	*) <u>ko</u>				Probengefäß <u>PE</u>
	f) _____	g) _____	h) _____	i) <u>C3</u>				Menge [g]
25	a) <u>Lu, Ut4, Tu4, fG1</u>				<u>Spaten</u>	E	1	Nr. <u>FG50 20-25</u>
	b) _____							von - bis [m u. GOK] <u>20-25cm</u>
	c) <u>ko 1-2</u>	d) <u>-</u>	e) <u>10 YR 5/4</u>	*) <u>ko</u>				Probengefäß <u>PE</u>
	f) _____	g) _____	h) _____	i) <u>C3</u>				Menge [g]
30	a) <u>Lu, Ut4, Tu4, fG1</u>				<u>Spaten</u>	E	1	Nr. <u>FG50 25-30</u>
	b) _____							von - bis [m u. GOK] <u>25-30cm</u>
	c) <u>ko 1-2</u>	d) <u>-</u>	e) <u>10 YR 5/4</u>	*) <u>ko</u>				Probengefäß <u>PE</u>
	f) _____	g) _____	h) _____	i) <u>C3</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
FG 40 0-5	0-5 mm	99 %	ko 1	NOYR 4/2	< 5	
FG 40 5-10	0-2 mm	100 %	ko 1	NOYR 6/2	< 1	
FG 40 10-15	0-2 mm	100 %	ko 1-2	NOYR 5/4	< 1	
FG 40 15-20	0-2 mm	100 %	ko 1-2	NOYR 5/4	< 1	
FG 40 20-25	0-2 mm	100 %	ko 1-2	NOYR 5/4	< 1	
FG 40 25-30	0-2 mm	100 %	ko 1-2	NOYR 5/4	< 1	

**Lagerung und Transport**

Transport durch:  NCC  Labor  Kurier TNT  
 Lagerung:  Kühlung  Temperatur [°C]  lichtgeschützt  
 Labor: VUKTA Datum: \_\_\_\_\_ Uhrzeit: \_\_\_\_\_

13.10.2016

Datum



Probenehmer



Unterschrift

## **Anlage 3.2**

### **Auswertung der gammaspektrometrischen Felduntersuchungen**

## Anlage 3.2

### Gammaspektrometrische Felduntersuchungen

Spektrum #155 Datum: 13.10.2016

Ort: Hauptplatz des "Schlosshof" Schwieberdingen

Messzeit: Real Time: 1800,489 Live Time: 1800

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD [ipa]	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
1	0	0,000	0,000			
2	0	0,000	0,000			
3	0	0,000	0,000			
4	0	0,000	0,000			
5	0	0,000	0,000			
6	0	0,000	0,000			
7	0	0,000	0,000			
8	0	0,000	0,000			
9	0	0,000	0,000			
10	630	0,350	0,014			
11	846	0,470	0,016			
12	973	0,541	0,017			
13	946	0,526	0,017			
14	1184	0,658	0,019			
15	1316	0,731	0,020			
16	1193	0,663	0,019			
17	1545	0,858	0,022			
18	1556	0,864	0,022			
19	1721	0,956	0,023			
20	1796	0,998	0,024			
21	2071	1,151	0,025			
22	2445	1,358	0,027			
23	2852	1,584	0,030			
24	2852	1,584	0,030			
25	3700	2,056	0,034			
26	4244	2,358	0,036			
27	4328	2,404	0,037			
28	5380	2,989	0,041			
29	5859	3,255	0,043			
30	6313	3,507	0,044			
31	7320	4,067	0,048			
32	7360	4,089	0,048			
33	8487	4,715	0,051			
34	8365	4,647	0,051			
35	7860	4,367	0,049			
36	8724	4,847	0,052			
37	8810	4,894	0,052			
38	8449	4,694	0,051			
39	8522	4,734	0,051			
40	8536	4,742	0,051			
41	8302	4,612	0,051			
42	8599	4,777	0,052			
43	8340	4,633	0,051			
44	8053	4,474	0,050			
45	8238	4,577	0,050			

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

## Anlage 3.2

### Gammaspektrometrische Felduntersuchungen

Spektrum #155 Datum: 13.10.2016

Ort: Hauptplatz des "Schlosshof" Schwieberdingen

Messzeit: Real Time: 1800,489 Live Time: 1800

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD [ipa]	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
46	8030	4,461	0,050			
47	7664	4,258	0,049			
48	7851	4,362	0,049			
49	7438	4,132	0,048			
50	7398	4,110	0,048			
51	6911	3,839	0,046			
52	6636	3,687	0,045			
53	6841	3,801	0,046			
54	6531	3,628	0,045			
55	6277	3,487	0,044			
56	6279	3,488	0,044			
57	6108	3,393	0,043			
58	5337	2,965	0,041			
59	5664	3,147	0,042			
60	5022	2,790	0,039			
61	5430	3,017	0,041			
62	5076	2,820	0,040			
63	5272	2,929	0,040			
64	5314	2,952	0,040			
65	5081	2,823	0,040			
66	4663	2,591	0,038			
67	3951	2,195	0,035			
68	3884	2,158	0,035			
69	3728	2,071	0,034			
70	3589	1,994	0,033			
71	3715	2,064	0,034			
72	3547	1,971	0,033			
73	3699	2,055	0,034			
74	3352	1,862	0,032			
75	2934	1,630	0,030			
76	2722	1,512	0,029			
77	2749	1,527	0,029			
78	3010	1,672	0,030			
79	3097	1,721	0,031			
80	3242	1,801	0,032			
81	2904	1,613	0,030			
82	2487	1,382	0,028			
83	2043	1,135	0,025			
84	1863	1,035	0,024			
85	1718	0,954	0,023			
86	1616	0,898	0,022			
87	1656	0,920	0,023			
88	1533	0,852	0,022			
89	1407	0,782	0,021			
90	1418	0,788	0,021			

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

## Anlage 3.2

### Gammaspektrometrische Felduntersuchungen

Spektrum #155 Datum: 13.10.2016

Ort: Hauptplatz des "Schlosshof" Schwieberdingen

Messzeit: Real Time: 1800,489 Live Time: 1800

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD [ipa]	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
91	1296	0,720	0,020			
92	1356	0,753	0,020			
93	1308	0,727	0,020			
94	1356	0,753	0,020			
95	1302	0,723	0,020			
96	1256	0,698	0,020			
97	1323	0,735	0,020			
98	1272	0,707	0,020			
99	1327	0,737	0,020			
100	1235	0,686	0,020			
101	1174	0,652	0,019			
102	1114	0,619	0,019			
103	1160	0,644	0,019			
104	1209	0,672	0,019			
105	1285	0,714	0,020			
106	1496	0,831	0,021			
107	1736	0,964	0,023			
108	1838	1,021	0,024			
109	1726	0,959	0,023			
110	1426	0,792	0,021			
111	1165	0,647	0,019			
112	922	0,512	0,017		-0,06	
113	786	0,437	0,016	<b>Cs-137</b>	-0,14	-0,31
114	845	0,469	0,016		-0,11	
115	800	0,444	0,016			
116	760	0,422	0,015			
117	794	0,441	0,016			
118	829	0,461	0,016			
119	762	0,423	0,015			
120	795	0,442	0,016			
121	836	0,464	0,016			
122	805	0,447	0,016			
123	779	0,433	0,016			
124	793	0,441	0,016			
125	728	0,404	0,015			
126	738	0,410	0,015			
127	766	0,426	0,015			
128	698	0,388	0,015			
129	718	0,399	0,015			
130	676	0,376	0,014			
131	712	0,396	0,015			
132	682	0,379	0,015			
133	722	0,401	0,015			
134	754	0,419	0,015			
135	757	0,421	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 #155 Datum: 13.10.2016

Ort: Hauptplatz des "Schlosshof" Schwieberdingen

Messzeit: Real Time: 1800,489 Live Time: 1800

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD [ipa]	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
136	795	0,442	0,016			
137	740	0,411	0,015			
138	744	0,413	0,015			
139	761	0,423	0,015			
140	664	0,369	0,014			
141	664	0,369	0,014			
142	679	0,377	0,014			
143	647	0,359	0,014			
144	607	0,337	0,014			
145	657	0,365	0,014			
146	673	0,374	0,014			
147	729	0,405	0,015			
148	798	0,443	0,016			
149	815	0,453	0,016			
150	790	0,439	0,016			
151	784	0,436	0,016			
152	707	0,393	0,015			
153	690	0,383	0,015			
154	648	0,360	0,014			
155	612	0,340	0,014			
156	606	0,337	0,014			
157	529	0,294	0,013			
158	482	0,268	0,012			
159	429	0,238	0,012			
160	329	0,183	0,010			
161	325	0,181	0,010			
162	281	0,156	0,009		-0,02	
163	253	0,141	0,009	Co-60	-0,03	-0,08
164	244	0,136	0,009		-0,04	
165	265	0,147	0,009			
166	321	0,178	0,010			
167	432	0,240	0,012			
168	620	0,344	0,014		0,17	
169	1003	0,557	0,018		0,38	
170	1503	0,835	0,022		0,66	
171	1774	0,986	0,023	K-40	0,81	2,26
172	1721	0,956	0,023		0,78	
173	1250	0,694	0,020		0,52	
174	673	0,374	0,014		0,20	
175	320	0,178	0,010			
176	188	0,104	0,008			
177	156	0,087	0,007			
178	109	0,061	0,006			
179	122	0,068	0,006			
180	132	0,073	0,006			

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

## Anlage 3.2 Gammaskopmetrische Felduntersuchungen

Spektrum #155 Datum: 13.10.2016  
 Ort: Hauptplatz des "Schlosshof" Schwieberdingen  
 Messzeit: Real Time: 1800,489 Live Time: 1800

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD [ipa]	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
181	100	0,056	0,006			
182	96	0,053	0,005			
183	87	0,048	0,005			
184	75	0,042	0,005			
185	108	0,060	0,006		0,02	
186	149	0,083	0,007		0,04	
187	195	0,108	0,008		0,06	
188	212	0,118	0,008	<b>Bi-214</b>	0,07	0,35
189	213	0,118	0,008		0,07	
190	164	0,091	0,007		0,05	
191	115	0,064	0,006		0,02	
192	103	0,057	0,006		0,01	
193	75	0,042	0,005			
194	78	0,043	0,005			
195	67	0,037	0,005			
196	63	0,035	0,004			
197	61	0,034	0,004			
198	45	0,025	0,004			
199	37	0,021	0,003			
200	42	0,023	0,004			
201	36	0,020	0,003			
202	49	0,027	0,004			
203	48	0,027	0,004			
204	32	0,018	0,003			
205	48	0,027	0,004			
206	57	0,032	0,004			
207	68	0,038	0,005			
208	78	0,043	0,005			
209	63	0,035	0,004			
210	80	0,044	0,005			
211	65	0,036	0,004			
212	71	0,039	0,005			
213	59	0,033	0,004			
214	45	0,025	0,004			
215	49	0,027	0,004			
216	38	0,021	0,003			
217	29	0,016	0,003			
218	28	0,016	0,003			
219	19	0,011	0,002			
220	35	0,019	0,003			
221	17	0,009	0,002			
222	30	0,017	0,003			
223	21	0,012	0,003			
224	23	0,013	0,003			
225	8	0,004	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 #155 Datum: 13.10.2016  
 Ort: Hauptplatz des "Schlosshof" Schwieberdingen  
 Messzeit: Real Time: 1800,489 Live Time: 1800

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD [ipa]	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
226	14	0,008	0,002			
227	9	0,005	0,002			
228	18	0,010	0,002		0,00	
229	25	0,014	0,003		0,01	
230	62	0,034	0,004		0,03	
231	52	0,029	0,004		0,02	0,14
232	72	0,040	0,005		0,03	
233	52	0,029	0,004	<b>TI-208</b>	0,02	
234	28	0,016	0,003		0,01	
235	9	0,005	0,002			
236	5	0,003	0,001			
237	5	0,003	0,001			
238	1	0,001	0,001			
239	5	0,003	0,001			
240	4	0,002	0,001			
241	2	0,001	0,001			
242	3	0,002	0,001			
243	5	0,003	0,001			
244	3	0,002	0,001			
245	7	0,004	0,001			
246	5	0,003	0,001			
247	4	0,002	0,001			
248	6	0,003	0,001			
249	2	0,001	0,001			
250	2	0,001	0,001			
251	6	0,003	0,001			
252	3	0,002	0,001			
253	6	0,003	0,001			
254	3	0,002	0,001			
255	0	0,000	0,000			
256	3	0,002	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 #156 Datum: 13.10.2016

Ort: Deponie AM FROSCHGRABEN, Boden NO

Messzeit: Real Time: 1800,385 Live Time: 1800

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD [ipa]	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
1	0	0,000	0,000			
2	0	0,000	0,000			
3	0	0,000	0,000			
4	0	0,000	0,000			
5	0	0,000	0,000			
6	0	0,000	0,000			
7	0	0,000	0,000			
8	0	0,000	0,000			
9	0	0,000	0,000			
10	504	0,280	0,012			
11	687	0,382	0,015			
12	823	0,457	0,016			
13	879	0,488	0,016			
14	945	0,525	0,017			
15	1146	0,637	0,019			
16	1081	0,601	0,018			
17	1467	0,815	0,021			
18	1322	0,734	0,020			
19	1536	0,853	0,022			
20	1635	0,908	0,022			
21	1983	1,102	0,025			
22	2317	1,287	0,027			
23	2602	1,446	0,028			
24	2943	1,635	0,030			
25	3245	1,803	0,032			
26	3917	2,176	0,035			
27	4289	2,383	0,036			
28	4621	2,567	0,038			
29	5440	3,022	0,041			
30	5668	3,149	0,042			
31	6711	3,728	0,046			
32	6842	3,801	0,046			
33	7047	3,915	0,047			
34	7446	4,137	0,048			
35	7350	4,083	0,048			
36	7595	4,219	0,048			
37	7242	4,023	0,047			
38	7812	4,340	0,049			
39	7267	4,037	0,047			
40	7027	3,904	0,047			
41	7456	4,142	0,048			
42	7215	4,008	0,047			
43	6986	3,881	0,046			
44	6882	3,823	0,046			
45	6551	3,639	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 #156 Datum: 13.10.2016

Ort: Deponie AM FROSCHGRABEN, Boden NO

Messzeit: Real Time: 1800,385 Live Time: 1800

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD [ipa]	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
46	7017	3,898	0,047			
47	6282	3,490	0,044			
48	6375	3,542	0,044			
49	5934	3,297	0,043			
50	5959	3,311	0,043			
51	5519	3,066	0,041			
52	5686	3,159	0,042			
53	5356	2,976	0,041			
54	5021	2,789	0,039			
55	4970	2,761	0,039			
56	4597	2,554	0,038			
57	4935	2,742	0,039			
58	4444	2,469	0,037			
59	4373	2,429	0,037			
60	4216	2,342	0,036			
61	4173	2,318	0,036			
62	3904	2,169	0,035			
63	4277	2,376	0,036			
64	4173	2,318	0,036			
65	3895	2,164	0,035			
66	3394	1,886	0,032			
67	3153	1,752	0,031			
68	2864	1,591	0,030			
69	2802	1,557	0,029			
70	2563	1,424	0,028			
71	2726	1,514	0,029			
72	2474	1,374	0,028			
73	2389	1,327	0,027			
74	2302	1,279	0,027			
75	2072	1,151	0,025			
76	2050	1,139	0,025			
77	1915	1,064	0,024			
78	2045	1,136	0,025			
79	2072	1,151	0,025			
80	1923	1,068	0,024			
81	1881	1,045	0,024			
82	1594	0,886	0,022			
83	1461	0,812	0,021			
84	1359	0,755	0,020			
85	1280	0,711	0,020			
86	1340	0,744	0,020			
87	1201	0,667	0,019			
88	1161	0,645	0,019			
89	1139	0,633	0,019			
90	1169	0,649	0,019			

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

## Anlage 3.2

### Gammaspektrometrische Felduntersuchungen

Spektrum #156 Datum: 13.10.2016

Ort: Deponie AM FROSCHGRABEN, Boden NO

Messzeit: Real Time: 1800,385 Live Time: 1800

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD [ipa]	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
91	1121	0,623	0,019			
92	1083	0,602	0,018			
93	1073	0,596	0,018			
94	1038	0,577	0,018			
95	1016	0,564	0,018			
96	976	0,542	0,017			
97	1013	0,563	0,018			
98	974	0,541	0,017			
99	951	0,528	0,017			
100	900	0,500	0,017			
101	783	0,435	0,016			
102	789	0,438	0,016			
103	879	0,488	0,016			
104	925	0,514	0,017			
105	967	0,537	0,017			
106	1077	0,598	0,018			
107	1105	0,614	0,018			
108	1091	0,606	0,018			
109	937	0,521	0,017			
110	797	0,443	0,016			
111	721	0,401	0,015			
112	670	0,372	0,014		-0,01	
113	682	0,379	0,015	<b>Cs-137</b>	0,00	-0,05
114	631	0,351	0,014		-0,03	
115	601	0,334	0,014			
116	642	0,357	0,014			
117	585	0,325	0,013			
118	591	0,328	0,014			
119	564	0,313	0,013			
120	552	0,307	0,013			
121	573	0,318	0,013			
122	556	0,309	0,013			
123	514	0,286	0,013			
124	575	0,319	0,013			
125	533	0,296	0,013			
126	473	0,263	0,012			
127	486	0,270	0,012			
128	510	0,283	0,013			
129	518	0,288	0,013			
130	476	0,264	0,012			
131	520	0,289	0,013			
132	474	0,263	0,012			
133	567	0,315	0,013			
134	573	0,318	0,013			
135	563	0,313	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 #156 Datum: 13.10.2016  
 Ort: Deponie AM FROSCHGRABEN, Boden NO  
 Messzeit: Real Time: 1800,385 Live Time: 1800

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD [ipa]	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
136	588	0,327	0,013			
137	615	0,342	0,014			
138	528	0,293	0,013			
139	508	0,282	0,013			
140	467	0,259	0,012			
141	455	0,253	0,012			
142	412	0,229	0,011			
143	415	0,231	0,011			
144	388	0,216	0,011			
145	416	0,231	0,011			
146	449	0,249	0,012			
147	454	0,252	0,012			
148	487	0,271	0,012			
149	489	0,272	0,012			
150	473	0,263	0,012			
151	452	0,251	0,012			
152	458	0,254	0,012			
153	439	0,244	0,012			
154	396	0,220	0,011			
155	372	0,207	0,011			
156	367	0,204	0,011			
157	332	0,184	0,010			
158	315	0,175	0,010			
159	237	0,132	0,009			
160	217	0,121	0,008			
161	199	0,111	0,008			
162	167	0,093	0,007		-0,02	
163	192	0,107	0,008	Co-60	-0,01	-0,04
164	178	0,099	0,007		-0,02	
165	206	0,114	0,008			
166	201	0,112	0,008			
167	264	0,147	0,009			
168	424	0,236	0,011		0,13	
169	771	0,428	0,015		0,32	
170	1004	0,558	0,018		0,45	
171	1120	0,622	0,019	K-40	0,51	0,92
172	940	0,522	0,017		0,41	
173	649	0,361	0,014		0,25	
174	387	0,215	0,011		0,11	
175	197	0,109	0,008			
176	121	0,067	0,006			
177	129	0,072	0,006			
178	120	0,067	0,006			
179	134	0,074	0,006			
180	111	0,062	0,006			

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

## Anlage 3.2 Gammaskopmetrische Felduntersuchungen

Spektrum #156 Datum: 13.10.2016  
Ort: Deponie AM FROSCHGRABEN, Boden NO  
Messzeit: Real Time: 1800,385 Live Time: 1800

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD [ipa]	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
181	77	0,043	0,005			
182	83	0,046	0,005			
183	75	0,042	0,005			
184	84	0,047	0,005			
185	101	0,056	0,006		0,02	
186	104	0,058	0,006		0,02	
187	99	0,055	0,006		0,02	
188	122	0,068	0,006	<b>Bi-214</b>	0,03	0,14
189	121	0,067	0,006		0,03	
190	90	0,050	0,005		0,01	
191	86	0,048	0,005		0,01	
192	81	0,045	0,005		0,01	
193	60	0,033	0,004			
194	58	0,032	0,004			
195	55	0,031	0,004			
196	66	0,037	0,005			
197	70	0,039	0,005			
198	61	0,034	0,004			
199	65	0,036	0,004			
200	49	0,027	0,004			
201	45	0,025	0,004			
202	49	0,027	0,004			
203	49	0,027	0,004			
204	45	0,025	0,004			
205	52	0,029	0,004			
206	93	0,052	0,005			
207	95	0,053	0,005			
208	77	0,043	0,005			
209	71	0,039	0,005			
210	66	0,037	0,005			
211	70	0,039	0,005			
212	63	0,035	0,004			
213	62	0,034	0,004			
214	55	0,031	0,004			
215	63	0,035	0,004			
216	72	0,040	0,005			
217	61	0,034	0,004			
218	61	0,034	0,004			
219	45	0,025	0,004			
220	48	0,027	0,004			
221	35	0,019	0,003			
222	28	0,016	0,003			
223	19	0,011	0,002			
224	18	0,010	0,002			
225	17	0,009	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 #156 Datum: 13.10.2016  
 Ort: Deponie AM FROSCHGRABEN, Boden NO  
 Messzeit: Real Time: 1800,385 Live Time: 1800

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD [ipa]	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
226	14	0,008	0,002			
227	25	0,014	0,003			
228	51	0,028	0,004		0,02	
229	98	0,054	0,005		0,05	
230	105	0,058	0,006		0,05	
231	123	0,068	0,006		0,06	0,25
232	96	0,053	0,005		0,04	
233	54	0,030	0,004	TI-208	0,02	
234	31	0,017	0,003		0,01	
235	16	0,009	0,002			
236	6	0,003	0,001			
237	3	0,002	0,001			
238	2	0,001	0,001			
239	5	0,003	0,001			
240	3	0,002	0,001			
241	4	0,002	0,001			
242	1	0,001	0,001			
243	4	0,002	0,001			
244	2	0,001	0,001			
245	5	0,003	0,001			
246	2	0,001	0,001			
247	7	0,004	0,001			
248	5	0,003	0,001			
249	2	0,001	0,001			
250	4	0,002	0,001			
251	2	0,001	0,001			
252	0	0,000	0,000			
253	1	0,001	0,001			
254	0	0,000	0,000			
255	6	0,003	0,001			
256	0	0,000	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 #157 Datum: 13.10.2016

Ort: Deponie AM FROSCHGRABEN, Abl.-Pkt. 1 (Ablagerungsfläche 1245660)

Messzeit: Real Time: 1800,25 Live Time: 1800

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD [ipa]	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
1	0	0,000	0,000			
2	0	0,000	0,000			
3	0	0,000	0,000			
4	0	0,000	0,000			
5	0	0,000	0,000			
6	0	0,000	0,000			
7	0	0,000	0,000			
8	0	0,000	0,000			
9	0	0,000	0,000			
10	316	0,176	0,010			
11	414	0,230	0,011			
12	504	0,280	0,012			
13	460	0,256	0,012			
14	605	0,336	0,014			
15	631	0,351	0,014			
16	589	0,327	0,013			
17	775	0,431	0,015			
18	832	0,462	0,016			
19	883	0,491	0,017			
20	927	0,515	0,017			
21	1078	0,599	0,018			
22	1365	0,758	0,021			
23	1509	0,838	0,022			
24	1499	0,833	0,022			
25	1932	1,073	0,024			
26	2165	1,203	0,026			
27	2222	1,234	0,026			
28	2879	1,599	0,030			
29	2934	1,630	0,030			
30	3214	1,786	0,031			
31	3627	2,015	0,033			
32	3703	2,057	0,034			
33	4188	2,327	0,036			
34	4293	2,385	0,036			
35	3877	2,154	0,035			
36	4506	2,503	0,037			
37	4382	2,434	0,037			
38	4144	2,302	0,036			
39	4118	2,288	0,036			
40	4122	2,290	0,036			
41	4170	2,317	0,036			
42	4155	2,308	0,036			
43	4129	2,294	0,036			
44	3854	2,141	0,034			
45	4012	2,229	0,035			

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

## Anlage 3.2

### Gammaspektrometrische Felduntersuchungen

Spektrum #157 Datum: 13.10.2016

Ort: Deponie AM FROSCHGRABEN, Abl.-Pkt. 1 (Ablagerungsfläche 1245660)

Messzeit: Real Time: 1800,25 Live Time: 1800

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD [ipa]	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
46	3849	2,138	0,034			
47	3632	2,018	0,033			
48	3581	1,989	0,033			
49	3516	1,953	0,033			
50	3477	1,932	0,033			
51	3148	1,749	0,031			
52	3050	1,694	0,031			
53	2995	1,664	0,030			
54	2909	1,616	0,030			
55	2748	1,527	0,029			
56	2777	1,543	0,029			
57	2745	1,525	0,029			
58	2341	1,301	0,027			
59	2589	1,438	0,028			
60	2210	1,228	0,026			
61	2408	1,338	0,027			
62	2221	1,234	0,026			
63	2277	1,265	0,027			
64	2204	1,224	0,026			
65	2025	1,125	0,025			
66	2006	1,114	0,025			
67	1719	0,955	0,023			
68	1658	0,921	0,023			
69	1645	0,914	0,023			
70	1445	0,803	0,021			
71	1480	0,822	0,021			
72	1417	0,787	0,021			
73	1372	0,762	0,021			
74	1214	0,674	0,019			
75	1160	0,644	0,019			
76	1148	0,638	0,019			
77	1120	0,622	0,019			
78	1174	0,652	0,019			
79	1199	0,666	0,019			
80	1152	0,640	0,019			
81	1074	0,597	0,018			
82	915	0,508	0,017			
83	812	0,451	0,016			
84	783	0,435	0,016			
85	731	0,406	0,015			
86	703	0,391	0,015			
87	670	0,372	0,014			
88	652	0,362	0,014			
89	636	0,353	0,014			
90	647	0,359	0,014			

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

**Anlage 3.2**  
**Gammaspektrometrische Felduntersuchungen**

**Spektrum #157**                      **Datum:**                      **13.10.2016**  
 Ort:                      Deponie AM FROSCHGRABEN, Abl.-Pkt. 1 (Ablagerungsfläche 1245660)  
 Messzeit:                      Real Time: 1800,25                      Live Time: 1800

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD [ipa]	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
91	589	0,327	0,013			
92	579	0,322	0,013			
93	563	0,313	0,013			
94	573	0,318	0,013			
95	569	0,316	0,013			
96	545	0,303	0,013			
97	559	0,311	0,013			
98	528	0,293	0,013			
99	577	0,321	0,013			
100	480	0,267	0,012			
101	440	0,244	0,012			
102	400	0,222	0,011			
103	509	0,283	0,013			
104	479	0,266	0,012			
105	531	0,295	0,013			
106	581	0,323	0,013			
107	597	0,332	0,014			
108	610	0,339	0,014			
109	528	0,293	0,013			
110	464	0,258	0,012			
111	395	0,219	0,011			
112	390	0,217	0,011		0,00	
113	345	0,192	0,010	<b>Cs-137</b>	-0,02	-0,04
114	349	0,194	0,010		-0,02	
115	342	0,190	0,010			
116	347	0,193	0,010			
117	343	0,191	0,010			
118	320	0,178	0,010			
119	318	0,177	0,010			
120	318	0,177	0,010			
121	312	0,173	0,010			
122	349	0,194	0,010			
123	350	0,194	0,010			
124	377	0,209	0,011			
125	286	0,159	0,009			
126	321	0,178	0,010			
127	317	0,176	0,010			
128	280	0,156	0,009			
129	291	0,162	0,009			
130	290	0,161	0,009			
131	293	0,163	0,010			
132	305	0,169	0,010			
133	296	0,164	0,010			
134	360	0,200	0,011			
135	357	0,198	0,010			

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

## Anlage 3.2 Gammaskopmetrische Felduntersuchungen

Spektrum #157 Datum: 13.10.2016  
 Ort: Deponie AM FROSCHGRABEN, Abl.-Pkt. 1 (Ablagerungsfläche 1245660)  
 Messzeit: Real Time: 1800,25 Live Time: 1800

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD [ipa]	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
136	327	0,182	0,010			
137	354	0,197	0,010			
138	325	0,181	0,010			
139	313	0,174	0,010			
140	329	0,183	0,010			
141	279	0,155	0,009			
142	262	0,146	0,009			
143	256	0,142	0,009			
144	312	0,173	0,010			
145	289	0,161	0,009			
146	316	0,176	0,010			
147	322	0,179	0,010			
148	366	0,203	0,011			
149	344	0,191	0,010			
150	332	0,184	0,010			
151	336	0,187	0,010			
152	337	0,187	0,010			
153	312	0,173	0,010			
154	297	0,165	0,010			
155	299	0,166	0,010			
156	231	0,128	0,008			
157	211	0,117	0,008			
158	191	0,106	0,008			
159	156	0,087	0,007			
160	152	0,084	0,007			
161	120	0,067	0,006			
162	109	0,061	0,006		-0,01	
163	95	0,053	0,005	Co-60	-0,01	-0,04
164	85	0,047	0,005		-0,02	
165	92	0,051	0,005			
166	120	0,067	0,006			
167	165	0,092	0,007			
168	322	0,179	0,010		0,12	
169	575	0,319	0,013		0,26	
170	773	0,429	0,015		0,37	
171	926	0,514	0,017	K-40	0,45	0,57
172	766	0,426	0,015		0,36	
173	516	0,287	0,013		0,22	
174	203	0,113	0,008		0,05	
175	105	0,058	0,006			
176	58	0,032	0,004			
177	51	0,028	0,004			
178	55	0,031	0,004			
179	49	0,027	0,004			
180	54	0,030	0,004			

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

## Anlage 3.2 Gammaskopmetrische Felduntersuchungen

Spektrum #157 Datum: 13.10.2016  
 Ort: Deponie AM FROSCHGRABEN, Abl.-Pkt. 1 (Ablagerungsfläche 1245660)  
 Messzeit: Real Time: 1800,25 Live Time: 1800

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD [ipa]	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
181	38	0,021	0,003			
182	40	0,022	0,004			
183	36	0,020	0,003			
184	43	0,024	0,004			
185	41	0,023	0,004		0,00	
186	51	0,028	0,004		0,00	
187	63	0,035	0,004		0,02	
188	62	0,034	0,004	<b>Bi-214</b>	0,00	0,03
189	63	0,035	0,004		0,00	
190	46	0,026	0,004		0,00	
191	52	0,029	0,004		0,00	
192	36	0,020	0,003		0,00	
193	33	0,018	0,003			
194	28	0,016	0,003			
195	31	0,017	0,003			
196	19	0,011	0,002			
197	22	0,012	0,003			
198	29	0,016	0,003			
199	17	0,009	0,002			
200	24	0,013	0,003			
201	24	0,013	0,003			
202	24	0,013	0,003			
203	19	0,011	0,002			
204	21	0,012	0,003			
205	23	0,013	0,003			
206	27	0,015	0,003			
207	45	0,025	0,004			
208	33	0,018	0,003			
209	38	0,021	0,003			
210	33	0,018	0,003			
211	37	0,021	0,003			
212	28	0,016	0,003			
213	32	0,018	0,003			
214	22	0,012	0,003			
215	20	0,011	0,002			
216	23	0,013	0,003			
217	15	0,008	0,002			
218	24	0,013	0,003			
219	23	0,013	0,003			
220	19	0,011	0,002			
221	15	0,008	0,002			
222	21	0,012	0,003			
223	12	0,007	0,002			
224	14	0,008	0,002			
225	5	0,003	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 #157 Datum: 13.10.2016  
 Ort: Deponie AM FROSCHGRABEN, Abl.-Pkt. 1 (Ablagerungsfläche 1245660)  
 Messzeit: Real Time: 1800,25 Live Time: 1800

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD [ipa]	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
226	6	0,003	0,001			
227	14	0,008	0,002			
228	23	0,013	0,003		0,01	
229	35	0,019	0,003		0,02	
230	49	0,027	0,004		0,02	
231	43	0,024	0,004		0,02	0,10
232	34	0,019	0,003		0,01	
233	32	0,018	0,003	TI-208	0,01	
234	10	0,006	0,002		0,00	
235	8	0,004	0,002			
236	1	0,001	0,001			
237	5	0,003	0,001			
238	3	0,002	0,001			
239	4	0,002	0,001			
240	3	0,002	0,001			
241	8	0,004	0,002			
242	3	0,002	0,001			
243	3	0,002	0,001			
244	1	0,001	0,001			
245	11	0,006	0,002			
246	4	0,002	0,001			
247	3	0,002	0,001			
248	3	0,002	0,001			
249	5	0,003	0,001			
250	3	0,002	0,001			
251	0	0,000	0,000			
252	6	0,003	0,001			
253	4	0,002	0,001			
254	3	0,002	0,001			
255	2	0,001	0,001			
256	1	0,001	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 #158 Datum: 13.10.2016

Ort: Deponie AM FROSCHGRABEN, Abl.-Pkt. 2 (Ablagerungsfläche 1245318)

Messzeit: Real Time: 1800,323 Live Time: 1800

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD [ipa]	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
1	0	0,000	0,000			
2	0	0,000	0,000			
3	0	0,000	0,000			
4	0	0,000	0,000			
5	0	0,000	0,000			
6	0	0,000	0,000			
7	0	0,000	0,000			
8	0	0,000	0,000			
9	0	0,000	0,000			
10	350	0,194	0,010			
11	563	0,313	0,013			
12	632	0,351	0,014			
13	501	0,278	0,012			
14	732	0,407	0,015			
15	809	0,449	0,016			
16	764	0,424	0,015			
17	1017	0,565	0,018			
18	1008	0,560	0,018			
19	1088	0,604	0,018			
20	1148	0,638	0,019			
21	1344	0,747	0,020			
22	1566	0,870	0,022			
23	1775	0,986	0,023			
24	1830	1,017	0,024			
25	2327	1,293	0,027			
26	2672	1,484	0,029			
27	2710	1,506	0,029			
28	3391	1,884	0,032			
29	3697	2,054	0,034			
30	3964	2,202	0,035			
31	4669	2,594	0,038			
32	4669	2,594	0,038			
33	5256	2,920	0,040			
34	5244	2,913	0,040			
35	4968	2,760	0,039			
36	5587	3,104	0,042			
37	5464	3,036	0,041			
38	5305	2,947	0,040			
39	5117	2,843	0,040			
40	5567	3,093	0,041			
41	5147	2,859	0,040			
42	5518	3,066	0,041			
43	5223	2,902	0,040			
44	5201	2,889	0,040			
45	5147	2,859	0,040			

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



## Anlage 3.2

### Gammaspektrometrische Felduntersuchungen

Spektrum #158 Datum: 13.10.2016

Ort: Deponie AM FROSCHGRABEN, Abl.-Pkt. 2 (Ablagerungsfläche 1245318)

Messzeit: Real Time: 1800,323 Live Time: 1800

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD [ipa]	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
46	5041	2,801	0,039			
47	4733	2,629	0,038			
48	4672	2,596	0,038			
49	4364	2,424	0,037			
50	4507	2,504	0,037			
51	4043	2,246	0,035			
52	4095	2,275	0,036			
53	4128	2,293	0,036			
54	3795	2,108	0,034			
55	3643	2,024	0,034			
56	3668	2,038	0,034			
57	3714	2,063	0,034			
58	3287	1,826	0,032			
59	3405	1,892	0,032			
60	3033	1,685	0,031			
61	3382	1,879	0,032			
62	3090	1,717	0,031			
63	3217	1,787	0,032			
64	3401	1,889	0,032			
65	2937	1,632	0,030			
66	2838	1,577	0,030			
67	2369	1,316	0,027			
68	2243	1,246	0,026			
69	2136	1,187	0,026			
70	1860	1,033	0,024			
71	2042	1,134	0,025			
72	1878	1,043	0,024			
73	1868	1,038	0,024			
74	1698	0,943	0,023			
75	1667	0,926	0,023			
76	1534	0,852	0,022			
77	1517	0,843	0,022			
78	1607	0,893	0,022			
79	1632	0,907	0,022			
80	1602	0,890	0,022			
81	1457	0,809	0,021			
82	1192	0,662	0,019			
83	1083	0,602	0,018			
84	1062	0,590	0,018			
85	978	0,543	0,017			
86	912	0,507	0,017			
87	971	0,539	0,017			
88	840	0,467	0,016			
89	887	0,493	0,017			
90	913	0,507	0,017			

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

## Anlage 3.2

### Gammaspektrometrische Felduntersuchungen

Spektrum #158 Datum: 13.10.2016

Ort: Deponie AM FROSCHGRABEN, Abl.-Pkt. 2 (Ablagerungsfläche 1245318)

Messzeit: Real Time: 1800,323 Live Time: 1800

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD [ipa]	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
91	877	0,487	0,016			
92	785	0,436	0,016			
93	824	0,458	0,016			
94	783	0,435	0,016			
95	799	0,444	0,016			
96	747	0,415	0,015			
97	823	0,457	0,016			
98	755	0,419	0,015			
99	766	0,426	0,015			
100	742	0,412	0,015			
101	625	0,347	0,014			
102	650	0,361	0,014			
103	720	0,400	0,015			
104	751	0,417	0,015			
105	729	0,405	0,015			
106	847	0,471	0,016			
107	849	0,472	0,016			
108	851	0,473	0,016			
109	698	0,388	0,015			
110	624	0,347	0,014			
111	528	0,293	0,013			
112	499	0,277	0,012		-0,01	
113	501	0,278	0,012	<b>Cs-137</b>	-0,01	-0,02
114	495	0,275	0,012		-0,01	
115	452	0,251	0,012			
116	449	0,249	0,012			
117	455	0,253	0,012			
118	451	0,251	0,012			
119	495	0,275	0,012			
120	443	0,246	0,012			
121	486	0,270	0,012			
122	436	0,242	0,012			
123	464	0,258	0,012			
124	426	0,237	0,011			
125	420	0,233	0,011			
126	387	0,215	0,011			
127	445	0,247	0,012			
128	416	0,231	0,011			
129	368	0,204	0,011			
130	434	0,241	0,012			
131	415	0,231	0,011			
132	485	0,269	0,012			
133	485	0,269	0,012			
134	500	0,278	0,012			
135	524	0,291	0,013			

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

## Anlage 3.2

### Gammaspektrometrische Felduntersuchungen

Spektrum #158 Datum: 13.10.2016

Ort: Deponie AM FROSCHGRABEN, Abl.-Pkt. 2 (Ablagerungsfläche 1245318)

Messzeit: Real Time: 1800,323 Live Time: 1800

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD [ipa]	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
136	476	0,264	0,012			
137	476	0,264	0,012			
138	467	0,259	0,012			
139	445	0,247	0,012			
140	373	0,207	0,011			
141	385	0,214	0,011			
142	376	0,209	0,011			
143	354	0,197	0,010			
144	357	0,198	0,010			
145	388	0,216	0,011			
146	362	0,201	0,011			
147	389	0,216	0,011			
148	446	0,248	0,012			
149	434	0,241	0,012			
150	434	0,241	0,012			
151	410	0,228	0,011			
152	378	0,210	0,011			
153	368	0,204	0,011			
154	350	0,194	0,010			
155	339	0,188	0,010			
156	318	0,177	0,010			
157	261	0,145	0,009			
158	247	0,137	0,009			
159	204	0,113	0,008			
160	172	0,096	0,007			
161	179	0,099	0,007			
162	161	0,089	0,007		0,00	
163	129	0,072	0,006	Co-60	-0,02	-0,03
164	129	0,072	0,006		-0,02	
165	149	0,083	0,007			
166	140	0,078	0,007			
167	255	0,142	0,009			
168	441	0,245	0,012		0,16	
169	665	0,369	0,014		0,29	
170	1046	0,581	0,018		0,50	
171	1090	0,606	0,018	K-40	0,52	0,89
172	853	0,474	0,016		0,39	
173	567	0,315	0,013		0,23	
174	277	0,154	0,009		0,07	
175	128	0,071	0,006			
176	83	0,046	0,005			
177	95	0,053	0,005			
178	75	0,042	0,005			
179	84	0,047	0,005			
180	73	0,041	0,005			

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

## Anlage 3.2 Gammaskopmetrische Felduntersuchungen

Spektrum #158 Datum: 13.10.2016  
 Ort: Deponie AM FROSCHGRABEN, Abl.-Pkt. 2 (Ablagerungsfläche 1245318)  
 Messzeit: Real Time: 1800,323 Live Time: 1800

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD [ipa]	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
181	64	0,036	0,004			
182	63	0,035	0,004			
183	58	0,032	0,004			
184	47	0,026	0,004			
185	64	0,036	0,004		0,01	
186	75	0,042	0,005		0,02	
187	93	0,052	0,005		0,03	
188	108	0,060	0,006	<b>Bi-214</b>	0,03	0,13
189	91	0,051	0,005		0,02	
190	62	0,034	0,004		0,01	
191	62	0,034	0,004		0,01	
192	61	0,034	0,004		0,01	
193	47	0,026	0,004			
194	40	0,022	0,004			
195	47	0,026	0,004			
196	43	0,024	0,004			
197	37	0,021	0,003			
198	36	0,020	0,003			
199	40	0,022	0,004			
200	39	0,022	0,003			
201	31	0,017	0,003			
202	43	0,024	0,004			
203	34	0,019	0,003			
204	32	0,018	0,003			
205	42	0,023	0,004			
206	58	0,032	0,004			
207	47	0,026	0,004			
208	63	0,035	0,004			
209	41	0,023	0,004			
210	54	0,030	0,004			
211	49	0,027	0,004			
212	49	0,027	0,004			
213	43	0,024	0,004			
214	47	0,026	0,004			
215	31	0,017	0,003			
216	45	0,025	0,004			
217	38	0,021	0,003			
218	36	0,020	0,003			
219	31	0,017	0,003			
220	30	0,017	0,003			
221	22	0,012	0,003			
222	19	0,011	0,002			
223	15	0,008	0,002			
224	16	0,009	0,002			
225	17	0,009	0,002			

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

## Anlage 3.2 Gammaskopmetrische Felduntersuchungen

Spektrum #158 Datum: 13.10.2016  
 Ort: Deponie AM FROSCHGRABEN, Abl.-Pkt. 2 (Ablagerungsfläche 1245318)  
 Messzeit: Real Time: 1800,323 Live Time: 1800

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD [ipa]	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
226	12	0,007	0,002			
227	16	0,009	0,002			
228	44	0,024	0,004		0,02	
229	66	0,037	0,005		0,03	
230	100	0,056	0,006		0,05	
231	79	0,044	0,005		0,04	0,18
232	48	0,027	0,004		0,02	
233	40	0,022	0,004	TI-208	0,02	
234	19	0,011	0,002		0,00	
235	9	0,005	0,002			
236	7	0,004	0,001			
237	5	0,003	0,001			
238	3	0,002	0,001			
239	3	0,002	0,001			
240	5	0,003	0,001			
241	4	0,002	0,001			
242	2	0,001	0,001			
243	2	0,001	0,001			
244	6	0,003	0,001			
245	3	0,002	0,001			
246	1	0,001	0,001			
247	1	0,001	0,001			
248	4	0,002	0,001			
249	1	0,001	0,001			
250	2	0,001	0,001			
251	5	0,003	0,001			
252	1	0,001	0,001			
253	2	0,001	0,001			
254	2	0,001	0,001			
255	1	0,001	0,001			
256	1	0,001	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 #159 Datum: 13.10.2016

Ort: Deponie AM FROSCHGRABEN, Abl.-Pkt. 3 (Ablagerungsfläche 1237787)

Messzeit: Real Time: 1800,189 Live Time: 1800

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD [ipa]	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
1	0	0,000	0,000			
2	0	0,000	0,000			
3	0	0,000	0,000			
4	0	0,000	0,000			
5	0	0,000	0,000			
6	0	0,000	0,000			
7	0	0,000	0,000			
8	0	0,000	0,000			
9	0	0,000	0,000			
10	245	0,136	0,009			
11	328	0,182	0,010			
12	391	0,217	0,011			
13	371	0,206	0,011			
14	524	0,291	0,013			
15	527	0,293	0,013			
16	508	0,282	0,013			
17	630	0,350	0,014			
18	642	0,357	0,014			
19	682	0,379	0,015			
20	833	0,463	0,016			
21	907	0,504	0,017			
22	1085	0,603	0,018			
23	1235	0,686	0,020			
24	1312	0,729	0,020			
25	1625	0,903	0,022			
26	1879	1,044	0,024			
27	1871	1,039	0,024			
28	2373	1,318	0,027			
29	2537	1,409	0,028			
30	2708	1,504	0,029			
31	3044	1,691	0,031			
32	2993	1,663	0,030			
33	3340	1,856	0,032			
34	3354	1,863	0,032			
35	3205	1,781	0,031			
36	3533	1,963	0,033			
37	3542	1,968	0,033			
38	3359	1,866	0,032			
39	3382	1,879	0,032			
40	3460	1,922	0,033			
41	3274	1,819	0,032			
42	3274	1,819	0,032			
43	3155	1,753	0,031			
44	3187	1,771	0,031			
45	3172	1,762	0,031			

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

## Anlage 3.2

### Gammaspektrometrische Felduntersuchungen

Spektrum #159 Datum: 13.10.2016

Ort: Deponie AM FROSCHGRABEN, Abl.-Pkt. 3 (Ablagerungsfläche 1237787)

Messzeit: Real Time: 1800,189 Live Time: 1800

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD [ipa]	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
46	3064	1,702	0,031			
47	2776	1,542	0,029			
48	2796	1,553	0,029			
49	2706	1,503	0,029			
50	2571	1,428	0,028			
51	2402	1,334	0,027			
52	2356	1,309	0,027			
53	2290	1,272	0,027			
54	2181	1,212	0,026			
55	2028	1,127	0,025			
56	2174	1,208	0,026			
57	2115	1,175	0,026			
58	1802	1,001	0,024			
59	1892	1,051	0,024			
60	1640	0,911	0,022			
61	1812	1,007	0,024			
62	1632	0,907	0,022			
63	1571	0,873	0,022			
64	1645	0,914	0,023			
65	1500	0,833	0,022			
66	1460	0,811	0,021			
67	1251	0,695	0,020			
68	1202	0,668	0,019			
69	1148	0,638	0,019			
70	1084	0,602	0,018			
71	1107	0,615	0,018			
72	1044	0,580	0,018			
73	1001	0,556	0,018			
74	989	0,549	0,017			
75	879	0,488	0,016			
76	873	0,485	0,016			
77	785	0,436	0,016			
78	809	0,449	0,016			
79	834	0,463	0,016			
80	841	0,467	0,016			
81	713	0,396	0,015			
82	675	0,375	0,014			
83	598	0,332	0,014			
84	581	0,323	0,013			
85	489	0,272	0,012			
86	519	0,288	0,013			
87	484	0,269	0,012			
88	481	0,267	0,012			
89	444	0,247	0,012			
90	485	0,269	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 #159 Datum: 13.10.2016

Ort: Deponie AM FROSCHGRABEN, Abl.-Pkt. 3 (Ablagerungsfläche 1237787)

Messzeit: Real Time: 1800,189 Live Time: 1800

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD [ipa]	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
91	408	0,227	0,011			
92	422	0,234	0,011			
93	394	0,219	0,011			
94	421	0,234	0,011			
95	391	0,217	0,011			
96	366	0,203	0,011			
97	421	0,234	0,011			
98	393	0,218	0,011			
99	426	0,237	0,011			
100	383	0,213	0,011			
101	353	0,196	0,010			
102	303	0,168	0,010			
103	340	0,189	0,010			
104	333	0,185	0,010			
105	354	0,197	0,010			
106	370	0,206	0,011			
107	430	0,239	0,012			
108	441	0,245	0,012			
109	394	0,219	0,011			
110	332	0,184	0,010			
111	307	0,171	0,010			
112	249	0,138	0,009		-0,02	
113	257	0,143	0,009	<b>Cs-137</b>	-0,01	-0,04
114	247	0,137	0,009		-0,02	
115	251	0,139	0,009			
116	221	0,123	0,008			
117	242	0,134	0,009			
118	230	0,128	0,008			
119	252	0,140	0,009			
120	224	0,124	0,008			
121	241	0,134	0,009			
122	228	0,127	0,008			
123	252	0,140	0,009			
124	245	0,136	0,009			
125	240	0,133	0,009			
126	200	0,111	0,008			
127	256	0,142	0,009			
128	219	0,122	0,008			
129	258	0,143	0,009			
130	214	0,119	0,008			
131	218	0,121	0,008			
132	207	0,115	0,008			
133	250	0,139	0,009			
134	230	0,128	0,008			
135	234	0,130	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 #159 Datum: 13.10.2016

Ort: Deponie AM FROSCHGRABEN, Abl.-Pkt. 3 (Ablagerungsfläche 1237787)

Messzeit: Real Time: 1800,189 Live Time: 1800

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD [ipa]	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
136	237	0,132	0,009			
137	266	0,148	0,009			
138	211	0,117	0,008			
139	245	0,136	0,009			
140	228	0,127	0,008			
141	217	0,121	0,008			
142	231	0,128	0,008			
143	212	0,118	0,008			
144	186	0,103	0,008			
145	183	0,102	0,008			
146	234	0,130	0,008			
147	240	0,133	0,009			
148	250	0,139	0,009			
149	253	0,141	0,009			
150	251	0,139	0,009			
151	257	0,143	0,009			
152	234	0,130	0,008			
153	252	0,140	0,009			
154	225	0,125	0,008			
155	237	0,132	0,009			
156	185	0,103	0,008			
157	161	0,089	0,007			
158	155	0,086	0,007			
159	124	0,069	0,006			
160	108	0,060	0,006			
161	91	0,051	0,005			
162	79	0,044	0,005		0,00	
163	90	0,050	0,005	Co-60	0,00	-0,01
164	64	0,036	0,004		-0,01	
165	64	0,036	0,004			
166	76	0,042	0,005			
167	116	0,064	0,006			
168	181	0,101	0,007		0,05	
169	371	0,206	0,011		0,15	
170	577	0,321	0,013		0,27	
171	735	0,408	0,015	K-40	0,36	0,25
172	704	0,391	0,015		0,34	
173	524	0,291	0,013		0,24	
174	289	0,161	0,009		0,11	
175	139	0,077	0,007			
176	52	0,029	0,004			
177	40	0,022	0,004			
178	30	0,017	0,003			
179	23	0,013	0,003			
180	32	0,018	0,003			

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

## Anlage 3.2 Gammaskopmetrische Felduntersuchungen

Spektrum #159 Datum: 13.10.2016  
 Ort: Deponie AM FROSCHGRABEN, Abl.-Pkt. 3 (Ablagerungsfläche 1237787)  
 Messzeit: Real Time: 1800,189 Live Time: 1800

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD [ipa]	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
181	23	0,013	0,003			
182	26	0,014	0,003			
183	17	0,009	0,002			
184	32	0,018	0,003			
185	23	0,013	0,003		0,00	
186	41	0,023	0,004		0,01	
187	36	0,020	0,003		0,01	
188	40	0,022	0,004	<b>Bi-214</b>	0,01	0,05
189	39	0,022	0,003		0,01	
190	38	0,021	0,003		0,01	
191	28	0,016	0,003		0,00	
192	21	0,012	0,003		0,00	
193	21	0,012	0,003			
194	22	0,012	0,003			
195	20	0,011	0,002			
196	19	0,011	0,002			
197	22	0,012	0,003			
198	23	0,013	0,003			
199	13	0,007	0,002			
200	15	0,008	0,002			
201	19	0,011	0,002			
202	17	0,009	0,002			
203	8	0,004	0,002			
204	11	0,006	0,002			
205	17	0,009	0,002			
206	27	0,015	0,003			
207	23	0,013	0,003			
208	26	0,014	0,003			
209	27	0,015	0,003			
210	19	0,011	0,002			
211	15	0,008	0,002			
212	20	0,011	0,002			
213	17	0,009	0,002			
214	20	0,011	0,002			
215	13	0,007	0,002			
216	13	0,007	0,002			
217	12	0,007	0,002			
218	11	0,006	0,002			
219	7	0,004	0,001			
220	12	0,007	0,002			
221	8	0,004	0,002			
222	18	0,010	0,002			
223	8	0,004	0,002			
224	9	0,005	0,002			
225	16	0,009	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 #159 Datum: 13.10.2016  
 Ort: Deponie AM FROSCHGRABEN, Abl.-Pkt. 3 (Ablagerungsfläche 1237787)  
 Messzeit: Real Time: 1800,189 Live Time: 1800

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD [ipa]	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
226	4	0,002	0,001			
227	7	0,004	0,001			
228	8	0,004	0,002		0,00	
229	16	0,009	0,002		0,01	
230	23	0,013	0,003		0,01	
231	28	0,016	0,003		0,01	0,04
232	21	0,012	0,003		0,01	
233	14	0,008	0,002	TI-208	0,00	
234	15	0,008	0,002		0,00	
235	9	0,005	0,002			
236	7	0,004	0,001			
237	2	0,001	0,001			
238	1	0,001	0,001			
239	3	0,002	0,001			
240	2	0,001	0,001			
241	0	0,000	0,000			
242	3	0,002	0,001			
243	3	0,002	0,001			
244	3	0,002	0,001			
245	3	0,002	0,001			
246	5	0,003	0,001			
247	4	0,002	0,001			
248	1	0,001	0,001			
249	6	0,003	0,001			
250	5	0,003	0,001			
251	3	0,002	0,001			
252	6	0,003	0,001			
253	3	0,002	0,001			
254	4	0,002	0,001			
255	3	0,002	0,001			
256	2	0,001	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 #160 Datum: 13.10.2016

Ort: Deponie AM FROSCHGRABEN, Boden NW

Messzeit: Real Time: 1800,371 Live Time: 1800

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD [ipa]	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
1	0	0,000	0,000			
2	0	0,000	0,000			
3	0	0,000	0,000			
4	0	0,000	0,000			
5	0	0,000	0,000			
6	0	0,000	0,000			
7	0	0,000	0,000			
8	0	0,000	0,000			
9	0	0,000	0,000			
10	516	0,287	0,013			
11	718	0,399	0,015			
12	857	0,476	0,016			
13	800	0,444	0,016			
14	1052	0,584	0,018			
15	1152	0,640	0,019			
16	1068	0,593	0,018			
17	1378	0,766	0,021			
18	1440	0,800	0,021			
19	1470	0,817	0,021			
20	1707	0,948	0,023			
21	2015	1,119	0,025			
22	2348	1,304	0,027			
23	2655	1,475	0,029			
24	2742	1,523	0,029			
25	3520	1,956	0,033			
26	4006	2,226	0,035			
27	3895	2,164	0,035			
28	4951	2,751	0,039			
29	5484	3,047	0,041			
30	6080	3,378	0,043			
31	6632	3,684	0,045			
32	6601	3,667	0,045			
33	7637	4,243	0,049			
34	7385	4,103	0,048			
35	7039	3,911	0,047			
36	7871	4,373	0,049			
37	7763	4,313	0,049			
38	7618	4,232	0,048			
39	7269	4,038	0,047			
40	7642	4,246	0,049			
41	7390	4,106	0,048			
42	7477	4,154	0,048			
43	7176	3,987	0,047			
44	7120	3,956	0,047			
45	7151	3,973	0,047			

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

## Anlage 3.2

### Gammaspektrometrische Felduntersuchungen

Spektrum #160 Datum: 13.10.2016

Ort: Deponie AM FROSCHGRABEN, Boden NW

Messzeit: Real Time: 1800,371 Live Time: 1800

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD [ipa]	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
46	6703	3,724	0,045			
47	6483	3,602	0,045			
48	6299	3,499	0,044			
49	6050	3,361	0,043			
50	5952	3,307	0,043			
51	5671	3,151	0,042			
52	5427	3,015	0,041			
53	5347	2,971	0,041			
54	5325	2,958	0,041			
55	4901	2,723	0,039			
56	5031	2,795	0,039			
57	4923	2,735	0,039			
58	4418	2,454	0,037			
59	4688	2,604	0,038			
60	4106	2,281	0,036			
61	4478	2,488	0,037			
62	3996	2,220	0,035			
63	4235	2,353	0,036			
64	4139	2,299	0,036			
65	3839	2,133	0,034			
66	3655	2,031	0,034			
67	3022	1,679	0,031			
68	2872	1,596	0,030			
69	2899	1,611	0,030			
70	2544	1,413	0,028			
71	2699	1,499	0,029			
72	2462	1,368	0,028			
73	2430	1,350	0,027			
74	2216	1,231	0,026			
75	2130	1,183	0,026			
76	2030	1,128	0,025			
77	1951	1,084	0,025			
78	2066	1,148	0,025			
79	2087	1,159	0,025			
80	1937	1,076	0,024			
81	1852	1,029	0,024			
82	1607	0,893	0,022			
83	1400	0,778	0,021			
84	1327	0,737	0,020			
85	1286	0,714	0,020			
86	1237	0,687	0,020			
87	1295	0,719	0,020			
88	1169	0,649	0,019			
89	1173	0,652	0,019			
90	1155	0,642	0,019			

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

## Anlage 3.2 Gammaskopmetrische Felduntersuchungen

Spektrum #160 Datum: 13.10.2016  
 Ort: Deponie AM FROSCHGRABEN, Boden NW  
 Messzeit: Real Time: 1800,371 Live Time: 1800

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD [ipa]	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
91	1062	0,590	0,018			
92	1027	0,571	0,018			
93	1071	0,595	0,018			
94	1092	0,607	0,018			
95	1070	0,594	0,018			
96	1019	0,566	0,018			
97	1049	0,583	0,018			
98	945	0,525	0,017			
99	933	0,518	0,017			
100	895	0,497	0,017			
101	888	0,493	0,017			
102	833	0,463	0,016			
103	941	0,523	0,017			
104	962	0,534	0,017			
105	985	0,547	0,017			
106	1134	0,630	0,019			
107	1170	0,650	0,019			
108	1012	0,562	0,018			
109	891	0,495	0,017			
110	828	0,460	0,016			
111	754	0,419	0,015			
112	664	0,369	0,014		-0,02	
113	659	0,366	0,014	<b>Cs-137</b>	-0,02	-0,08
114	621	0,345	0,014		-0,04	
115	633	0,352	0,014			
116	577	0,321	0,013			
117	593	0,329	0,014			
118	561	0,312	0,013			
119	556	0,309	0,013			
120	600	0,333	0,014			
121	569	0,316	0,013			
122	581	0,323	0,013			
123	596	0,331	0,014			
124	560	0,311	0,013			
125	553	0,307	0,013			
126	518	0,288	0,013			
127	514	0,286	0,013			
128	453	0,252	0,012			
129	519	0,288	0,013			
130	541	0,301	0,013			
131	545	0,303	0,013			
132	591	0,328	0,014			
133	597	0,332	0,014			
134	583	0,324	0,013			
135	578	0,321	0,013			

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

## Anlage 3.2

### Gammaspektrometrische Felduntersuchungen

Spektrum #160 Datum: 13.10.2016

Ort: Deponie AM FROSCHGRABEN, Boden NW

Messzeit: Real Time: 1800,371 Live Time: 1800

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD [ipa]	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
136	571	0,317	0,013			
137	600	0,333	0,014			
138	552	0,307	0,013			
139	570	0,317	0,013			
140	491	0,273	0,012			
141	435	0,242	0,012			
142	410	0,228	0,011			
143	440	0,244	0,012			
144	405	0,225	0,011			
145	444	0,247	0,012			
146	457	0,254	0,012			
147	431	0,239	0,012			
148	518	0,288	0,013			
149	548	0,304	0,013			
150	507	0,282	0,013			
151	491	0,273	0,012			
152	428	0,238	0,011			
153	464	0,258	0,012			
154	408	0,227	0,011			
155	409	0,227	0,011			
156	365	0,203	0,011			
157	353	0,196	0,010			
158	251	0,139	0,009			
159	239	0,133	0,009			
160	225	0,125	0,008			
161	196	0,109	0,008			
162	193	0,107	0,008		-0,01	
163	184	0,102	0,008	Co-60	-0,01	-0,04
164	168	0,093	0,007		-0,02	
165	181	0,101	0,007			
166	210	0,117	0,008			
167	343	0,191	0,010			
168	545	0,303	0,013		0,18	
169	903	0,502	0,017		0,38	
170	1189	0,661	0,019		0,54	
171	1224	0,680	0,019	K-40	0,56	1,08
172	951	0,528	0,017		0,41	
173	585	0,325	0,013		0,21	
174	307	0,171	0,010		0,05	
175	160	0,089	0,007			
176	136	0,076	0,006			
177	118	0,066	0,006			
178	102	0,057	0,006			
179	117	0,065	0,006			
180	93	0,052	0,005			

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

## Anlage 3.2 Gammaskopmetrische Felduntersuchungen

Spektrum #160 Datum: 13.10.2016  
 Ort: Deponie AM FROSCHGRABEN, Boden NW  
 Messzeit: Real Time: 1800,371 Live Time: 1800

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD [ipa]	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
181	91	0,051	0,005			
182	82	0,046	0,005			
183	73	0,041	0,005			
184	75	0,042	0,005			
185	94	0,052	0,005		0,02	
186	91	0,051	0,005		0,01	
187	123	0,068	0,006		0,03	
188	114	0,063	0,006	<b>Bi-214</b>	0,03	0,14
189	116	0,064	0,006		0,03	
190	106	0,059	0,006		0,02	
191	75	0,042	0,005		0,00	
192	70	0,039	0,005		0,00	
193	56	0,031	0,004			
194	63	0,035	0,004			
195	72	0,040	0,005			
196	58	0,032	0,004			
197	54	0,030	0,004			
198	52	0,029	0,004			
199	52	0,029	0,004			
200	43	0,024	0,004			
201	44	0,024	0,004			
202	53	0,029	0,004			
203	57	0,032	0,004			
204	59	0,033	0,004			
205	69	0,038	0,005			
206	81	0,045	0,005			
207	77	0,043	0,005			
208	76	0,042	0,005			
209	79	0,044	0,005			
210	67	0,037	0,005			
211	68	0,038	0,005			
212	72	0,040	0,005			
213	57	0,032	0,004			
214	57	0,032	0,004			
215	46	0,026	0,004			
216	56	0,031	0,004			
217	53	0,029	0,004			
218	39	0,022	0,003			
219	33	0,018	0,003			
220	27	0,015	0,003			
221	26	0,014	0,003			
222	26	0,014	0,003			
223	24	0,013	0,003			
224	19	0,011	0,002			
225	16	0,009	0,002			

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



## Anlage 3.2

### Gammaspektrometrische Felduntersuchungen

Spektrum #160 Datum: 13.10.2016

Ort: Deponie AM FROSCHGRABEN, Boden NW

Messzeit: Real Time: 1800,371 Live Time: 1800

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD [ipa]	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
226	24	0,013	0,003			
227	31	0,017	0,003			
228	70	0,039	0,005		0,03	
229	93	0,052	0,005		0,04	
230	114	0,063	0,006		0,05	
231	105	0,058	0,006		0,05	0,21
232	67	0,037	0,005		0,03	
233	37	0,021	0,003	TI-208	0,01	
234	18	0,010	0,002		0,00	
235	12	0,007	0,002			
236	3	0,002	0,001			
237	4	0,002	0,001			
238	3	0,002	0,001			
239	1	0,001	0,001			
240	7	0,004	0,001			
241	3	0,002	0,001			
242	5	0,003	0,001			
243	1	0,001	0,001			
244	5	0,003	0,001			
245	1	0,001	0,001			
246	4	0,002	0,001			
247	4	0,002	0,001			
248	3	0,002	0,001			
249	4	0,002	0,001			
250	6	0,003	0,001			
251	6	0,003	0,001			
252	2	0,001	0,001			
253	1	0,001	0,001			
254	5	0,003	0,001			
255	5	0,003	0,001			
256	1	0,001	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 #161 Datum: 13.10.2016

Ort: Deponie AM FROSCHGRABEN, Abl.-Pkt. 4 (Ablagerungsfläche 1245510)

Messzeit: Real Time: 1800,344 Live Time: 1800

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD [ipa]	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
1	0	0,000	0,000			
2	0	0,000	0,000			
3	0	0,000	0,000			
4	0	0,000	0,000			
5	0	0,000	0,000			
6	0	0,000	0,000			
7	0	0,000	0,000			
8	0	0,000	0,000			
9	0	0,000	0,000			
10	390	0,217	0,011			
11	587	0,326	0,013			
12	595	0,331	0,014			
13	689	0,383	0,015			
14	829	0,461	0,016			
15	816	0,453	0,016			
16	899	0,499	0,017			
17	1087	0,604	0,018			
18	1022	0,568	0,018			
19	1241	0,689	0,020			
20	1246	0,692	0,020			
21	1462	0,812	0,021			
22	1753	0,974	0,023			
23	1773	0,985	0,023			
24	2102	1,168	0,025			
25	2547	1,415	0,028			
26	2624	1,458	0,028			
27	3014	1,674	0,030			
28	3320	1,844	0,032			
29	4131	2,295	0,036			
30	4369	2,427	0,037			
31	4981	2,767	0,039			
32	5033	2,796	0,039			
33	5733	3,185	0,042			
34	5979	3,322	0,043			
35	5872	3,262	0,043			
36	5924	3,291	0,043			
37	6048	3,360	0,043			
38	6107	3,393	0,043			
39	6293	3,496	0,044			
40	5878	3,266	0,043			
41	6089	3,383	0,043			
42	6001	3,334	0,043			
43	5956	3,309	0,043			
44	5874	3,263	0,043			
45	5957	3,309	0,043			

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

## Anlage 3.2

### Gammaspektrometrische Felduntersuchungen

Spektrum #161 Datum: 13.10.2016

Ort: Deponie AM FROSCHGRABEN, Abl.-Pkt. 4 (Ablagerungsfläche 1245510)

Messzeit: Real Time: 1800,344 Live Time: 1800

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD [ipa]	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
46	5772	3,207	0,042			
47	5396	2,998	0,041			
48	5443	3,024	0,041			
49	5259	2,922	0,040			
50	5294	2,941	0,040			
51	4753	2,641	0,038			
52	4646	2,581	0,038			
53	4624	2,569	0,038			
54	4438	2,466	0,037			
55	4259	2,366	0,036			
56	4270	2,372	0,036			
57	4189	2,327	0,036			
58	3717	2,065	0,034			
59	3856	2,142	0,034			
60	3630	2,017	0,033			
61	3668	2,038	0,034			
62	3544	1,969	0,033			
63	3682	2,046	0,034			
64	3708	2,060	0,034			
65	3539	1,966	0,033			
66	3227	1,793	0,032			
67	2898	1,610	0,030			
68	2512	1,396	0,028			
69	2526	1,403	0,028			
70	2301	1,278	0,027			
71	2435	1,353	0,027			
72	2293	1,274	0,027			
73	2212	1,229	0,026			
74	2027	1,126	0,025			
75	1960	1,089	0,025			
76	1814	1,008	0,024			
77	1728	0,960	0,023			
78	1841	1,023	0,024			
79	1845	1,025	0,024			
80	1799	0,999	0,024			
81	1593	0,885	0,022			
82	1521	0,845	0,022			
83	1312	0,729	0,020			
84	1265	0,703	0,020			
85	1192	0,662	0,019			
86	1159	0,644	0,019			
87	1134	0,630	0,019			
88	1020	0,567	0,018			
89	1015	0,564	0,018			
90	1030	0,572	0,018			

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

## Anlage 3.2 Gammaspektrometrische Felduntersuchungen

Spektrum #161 Datum: 13.10.2016  
 Ort: Deponie AM FROSCHGRABEN, Abl.-Pkt. 4 (Ablagerungsfläche 1245510)  
 Messzeit: Real Time: 1800,344 Live Time: 1800

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD [ipa]	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
91	983	0,546	0,017			
92	1010	0,561	0,018			
93	968	0,538	0,017			
94	905	0,503	0,017			
95	916	0,509	0,017			
96	885	0,492	0,017			
97	902	0,501	0,017			
98	918	0,510	0,017			
99	892	0,496	0,017			
100	857	0,476	0,016			
101	824	0,458	0,016			
102	774	0,430	0,015			
103	772	0,429	0,015			
104	830	0,461	0,016			
105	904	0,502	0,017			
106	958	0,532	0,017			
107	999	0,555	0,018			
108	972	0,540	0,017			
109	930	0,517	0,017			
110	787	0,437	0,016			
111	612	0,340	0,014			
112	561	0,312	0,013		-0,03	
113	563	0,313	0,013	<b>Cs-137</b>	-0,03	-0,06
114	595	0,331	0,014		-0,01	
115	556	0,309	0,013			
116	483	0,268	0,012			
117	571	0,317	0,013			
118	570	0,317	0,013			
119	515	0,286	0,013			
120	555	0,308	0,013			
121	510	0,283	0,013			
122	536	0,298	0,013			
123	483	0,268	0,012			
124	502	0,279	0,012			
125	517	0,287	0,013			
126	491	0,273	0,012			
127	458	0,254	0,012			
128	468	0,260	0,012			
129	501	0,278	0,012			
130	455	0,253	0,012			
131	478	0,266	0,012			
132	503	0,279	0,012			
133	528	0,293	0,013			
134	570	0,317	0,013			
135	567	0,315	0,013			

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

## Anlage 3.2

### Gammaspektrometrische Felduntersuchungen

Spektrum #161 Datum: 13.10.2016

Ort: Deponie AM FROSCHGRABEN, Abl.-Pkt. 4 (Ablagerungsfläche 1245510)

Messzeit: Real Time: 1800,344 Live Time: 1800

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD [ipa]	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
136	528	0,293	0,013			
137	518	0,288	0,013			
138	527	0,293	0,013			
139	494	0,274	0,012			
140	474	0,263	0,012			
141	433	0,241	0,012			
142	374	0,208	0,011			
143	391	0,217	0,011			
144	397	0,221	0,011			
145	412	0,229	0,011			
146	408	0,227	0,011			
147	458	0,254	0,012			
148	462	0,257	0,012			
149	487	0,271	0,012			
150	510	0,283	0,013			
151	478	0,266	0,012			
152	443	0,246	0,012			
153	436	0,242	0,012			
154	422	0,234	0,011			
155	388	0,216	0,011			
156	357	0,198	0,010			
157	318	0,177	0,010			
158	285	0,158	0,009			
159	235	0,131	0,009			
160	234	0,130	0,008			
161	202	0,112	0,008			
162	177	0,098	0,007		-0,01	
163	148	0,082	0,007	Co-60	-0,02	-0,04
164	170	0,094	0,007		-0,01	
165	155	0,086	0,007			
166	171	0,095	0,007			
167	187	0,104	0,008			
168	330	0,183	0,010		0,08	
169	641	0,356	0,014		0,25	
170	921	0,512	0,017		0,41	
171	1163	0,646	0,019	K-40	0,54	1,17
172	1201	0,667	0,019		0,56	
173	910	0,506	0,017		0,40	
174	509	0,283	0,013		0,18	
175	231	0,128	0,008			
176	156	0,087	0,007			
177	76	0,042	0,005			
178	118	0,066	0,006			
179	105	0,058	0,006			
180	85	0,047	0,005			

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

## Anlage 3.2 Gammaskopmetrische Felduntersuchungen

Spektrum #161 Datum: 13.10.2016  
 Ort: Deponie AM FROSCHGRABEN, Abl.-Pkt. 4 (Ablagerungsfläche 1245510)  
 Messzeit: Real Time: 1800,344 Live Time: 1800

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD [ipa]	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
181	88	0,049	0,005			
182	84	0,047	0,005			
183	90	0,050	0,005			
184	57	0,032	0,004			
185	82	0,046	0,005			
186	74	0,041	0,005		0,00	
187	89	0,049	0,005		0,02	
188	85	0,047	0,005	<b>Bi-214</b>	0,02	0,19
189	96	0,053	0,005		0,02	
190	109	0,061	0,006		0,02	
191	91	0,051	0,005		0,02	
192	72	0,040	0,005		0,02	
193	62	0,034	0,004		0,02	
194	69	0,038	0,005			
195	53	0,029	0,004			
196	51	0,028	0,004			
197	52	0,029	0,004			
198	33	0,018	0,003			
199	63	0,035	0,004			
200	54	0,030	0,004			
201	40	0,022	0,004			
202	51	0,028	0,004			
203	28	0,016	0,003			
204	53	0,029	0,004			
205	44	0,024	0,004			
206	61	0,034	0,004			
207	75	0,042	0,005			
208	70	0,039	0,005			
209	68	0,038	0,005			
210	74	0,041	0,005			
211	66	0,037	0,005			
212	48	0,027	0,004			
213	57	0,032	0,004			
214	47	0,026	0,004			
215	45	0,025	0,004			
216	40	0,022	0,004			
217	57	0,032	0,004			
218	41	0,023	0,004			
219	34	0,019	0,003			
220	34	0,019	0,003			
221	44	0,024	0,004			
222	21	0,012	0,003			
223	25	0,014	0,003			
224	11	0,006	0,002			
225	8	0,004	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 #161 Datum: 13.10.2016  
 Ort: Deponie AM FROSCHGRABEN, Abl.-Pkt. 4 (Ablagerungsfläche 1245510)  
 Messzeit: Real Time: 1800,344 Live Time: 1800

Kanal	Impulse	Impulsrate [ips]	SD [ipa]	Nuklid	Imp/Kanal	Peaksumme *)
226	11	0,006	0,002			
227	18	0,010	0,002			
228	26	0,014	0,003		0,01	
229	44	0,024	0,004		0,02	
230	90	0,050	0,005		0,04	
231	102	0,057	0,006		0,05	0,21
232	96	0,053	0,005		0,05	
233	69	0,038	0,005	TI-208	0,03	
234	38	0,021	0,003		0,01	
235	12	0,007	0,002			
236	8	0,004	0,002			
237	2	0,001	0,001			
238	3	0,002	0,001			
239	4	0,002	0,001			
240	7	0,004	0,001			
241	5	0,003	0,001			
242	5	0,003	0,001			
243	3	0,002	0,001			
244	7	0,004	0,001			
245	3	0,002	0,001			
246	2	0,001	0,001			
247	2	0,001	0,001			
248	3	0,002	0,001			
249	3	0,002	0,001			
250	4	0,002	0,001			
251	7	0,004	0,001			
252	2	0,001	0,001			
253	2	0,001	0,001			
254	6	0,003	0,001			
255	3	0,002	0,001			
256	0	0,000	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 ( $\gamma$ ),  
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	$\gamma$ Bq/kg		53	14	50	18	58	15
Th-230	$\gamma$ Bq/kg		57	32	39	40	42	50
Ra-226	$\gamma$ Bq/kg		46	16	41	18	47	17
Pb-210	$\gamma$ Bq/kg		71	14	57	20	55	18
<i>U-235-Reihe</i>								
U-235	$\gamma$ Bq/kg		2,4	14	2,3	18	2,7	15
Ac-227	$\gamma$ Bq/kg		< 3,6	-	< 2,8	-	< 3,3	-
<i>Th-232-Reihe</i>								
Ra-228	$\gamma$ Bq/kg		58	10	57	10	62	10
Th-228	$\gamma$ Bq/kg		59	10	57	10	64	10
<i>Weitere Parameter</i>								
K-40	$\gamma$ Bq/kg		523	6,2	507	6,1	540	6,1
Co-60	$\gamma$ Bq/kg		< 0,24	-	< 0,17	-	< 0,19	-
Cs-137	$\gamma$ 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	$\gamma$	Bq/kg	54	15	54	13	54	14
Th-230	$\gamma$	Bq/kg	56	40	31	60	41	50
Ra-226	$\gamma$	Bq/kg	43	18	47	18	47	17
Pb-210	$\gamma$	Bq/kg	43	20	43	16	45	15
<i>U-235-Reihe</i>								
U-235	$\gamma$	Bq/kg	2,5	15	2,5	13	2,5	14
Ac-227	$\gamma$	Bq/kg	< 3,2	-	< 3,5	-	< 3,3	-
<i>Th-232-Reihe</i>								
Ra-228	$\gamma$	Bq/kg	59	10	62	10	62	10
Th-228	$\gamma$	Bq/kg	59	10	64	10	63	10
<i>Weitere Parameter</i>								
K-40	$\gamma$	Bq/kg	509	6,1	539	6,1	575	6,1
Co-60	$\gamma$	Bq/kg	< 0,21	-	< 0,22	-	< 0,20	-
Cs-137	$\gamma$	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	$\gamma$ Bq/kg		50	13	52	12	52	12
Th-230	$\gamma$ Bq/kg		61	36	57	34	55	31
Ra-226	$\gamma$ Bq/kg		52	14	54	13	50	13
Pb-210	$\gamma$ Bq/kg		68	15	55	15	53	14
<i>U-235-Reihe</i>								
U-235	$\gamma$ Bq/kg		2,3	13	2,4	12	2,4	12
Ac-227	$\gamma$ Bq/kg		< 3,1	-	< 3,3	-	< 3,2	-
<i>Th-232-Reihe</i>								
Ra-228	$\gamma$ Bq/kg		55	10	55	10	57	10
Th-228	$\gamma$ Bq/kg		57	10	56	10	58	10
<i>Weitere Parameter</i>								
K-40	$\gamma$ Bq/kg		551	6,1	552	6,1	585	6,1
Co-60	$\gamma$ Bq/kg		< 0,19	-	< 0,16	-	< 0,14	-
Cs-137	$\gamma$ 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	$\gamma$ Bq/kg		51	13	54	13	52	12
Th-230	$\gamma$ Bq/kg		52	35	49	37	52	34
Ra-226	$\gamma$ Bq/kg		54	17	52	15	50	14
Pb-210	$\gamma$ Bq/kg		54	15	53	15	52	15
<i>U-235-Reihe</i>								
U-235	$\gamma$ Bq/kg		2,4	13	2,5	13	2,4	12
Ac-227	$\gamma$ Bq/kg		< 4,2	-	< 3,8	-	< 3,5	-
<i>Th-232-Reihe</i>								
Ra-228	$\gamma$ Bq/kg		58	10	56	10	55	10
Th-228	$\gamma$ Bq/kg		59	10	56	10	53	10
<i>Weitere Parameter</i>								
K-40	$\gamma$ Bq/kg		532	6,1	551	6,1	544	6,2
Co-60	$\gamma$ Bq/kg		< 0,21	-	< 0,20	-	< 0,23	-
Cs-137	$\gamma$ 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	$\gamma$ Bq/kg		51	14
Th-230	$\gamma$ Bq/kg		62	36
Ra-226	$\gamma$ Bq/kg		52	16
Pb-210	$\gamma$ Bq/kg		51	15
<i>U-235-Reihe</i>				
U-235	$\gamma$ Bq/kg		2,4	14
Ac-227	$\gamma$ Bq/kg		< 3,3	-
<i>Th-232-Reihe</i>				
Ra-228	$\gamma$ Bq/kg		55	10
Th-228	$\gamma$ Bq/kg		55	10
<i>Weitere Parameter</i>				
K-40	$\gamma$ Bq/kg		678	6,1
Co-60	$\gamma$ Bq/kg		< 0,23	-
Cs-137	$\gamma$ 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:**

$\gamma$ -Nuklide	$\gamma$ -Spektrometrie
$^{234}\text{U}$ , $^{235}\text{U}$ , $^{238}\text{U}$	ICP-MS
Gesamt- $\alpha$ , Gesamt- $\beta$	Messung im Gasdurchflussproportionalzählrohr (PC)
$^3\text{H}$	Flüssigszintillationsspektrometrie (LSC) nach elektrolytischer Anreicherung
$^3\text{H}$	LSC nach Destillation

**Bemerkungen:** Die  $\gamma$ -Spektrometrie der Sickerwässer sowie die Bestimmung des Parameters  $^3\text{H}$  wurde im Niederniveaumesslabor Felsenkeller, Am Eiswurmlager 10, 01189 Dresden durchgeführt.  
 Die hier vorliegende Revision 1 ersetzt die Revision 0 vom 04.11.2016. Die  $\gamma$ -spektrometrischen Ergebnisse der Probe 2845.1/4 wurden korrigiert.  
 Weitere Bemerkungen: s. hinten

**freigegeben:**  
**Name:** Dr. M. Köhler  
**Funktion:** Abteilungsleiter  
**Unterschrift:**



<sup>1)</sup> nicht akkreditiertes Verfahren    <sup>2)</sup> 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- $\alpha$	Gesamt- $\beta$	$^{238}\text{U}$	$^{234}\text{U}$	$^{230}\text{Th}$	$^{226}\text{Ra}$	$^{210}\text{Pb}$	$^{235}\text{U}$	$^{228}\text{Ra}$	$^{228}\text{Th}$	$^{40}\text{K}$	$^{137}\text{Cs}$
		[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	$\gamma$	$\gamma$	$\gamma$	ICP-MS	$\gamma$	$\gamma$	$\gamma$	$\gamma$
<b>2845.1/1</b>	$c_i$	<b>0,37</b>	<b>2,4</b>	<b>0,125</b>	<b>0,145</b>	<b>&lt; 0,61</b>	<b>&lt; 0,074</b>	<b>&lt; 0,091</b>	<b>0,0057</b>	<b>&lt; 0,014</b>	<b>0,0105</b>	<b>1,90</b>	<b>&lt; 0,0025</b>
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
<b>2845.1/2</b>	$c_i$	<b>0,43</b>	<b>15</b>	<b>0,144</b>	<b>0,168</b>	<b>&lt; 2,3</b>	<b>&lt; 0,094</b>	<b>&lt; 0,36</b>	<b>0,0067</b>	<b>&lt; 0,042</b>	<b>0,049</b>	<b>14,0</b>	<b>&lt; 0,0095</b>
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
<b>2845.1/3</b>	$c_i$	<b>0,32</b>	<b>20</b>	<b>0,123</b>	<b>0,14</b>	<b>&lt; 2,3</b>	<b>&lt; 0,15</b>	<b>&lt; 0,35</b>	<b>0,0058</b>	<b>&lt; 0,042</b>	<b>0,037</b>	<b>18,5</b>	<b>0,014</b>
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
<b>2845.1/4</b>	$c_i$	<b>0,27</b>	<b>12,0</b>	<b>0,107</b>	<b>0,13</b>	<b>&lt; 2,6</b>	<b>&lt; 0,30</b>	<b>&lt; 0,24</b>	<b>0,0050</b>	<b>&lt; 0,12</b>	<b>0,153</b>	<b>11,1</b>	<b>&lt; 0,043</b>
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- $\alpha$	Gesamt- $\beta$	$^{238}\text{U}$	$^{234}\text{U}$	$^{230}\text{Th}$	$^{226}\text{Ra}$	$^{210}\text{Pb}$	$^{235}\text{U}$	$^{228}\text{Ra}$	$^{228}\text{Th}$	$^{40}\text{K}$	$^{137}\text{Cs}$
		[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	$\gamma$	$\gamma$	$\gamma$	ICP-MS	$\gamma$	$\gamma$	$\gamma$	$\gamma$
<b>2845.1/5</b>	$c_i$	<b>0,65</b>	<b>9,0</b>	<b>0,183</b>	<b>0,21</b>	<b>&lt; 1,6</b>	<b>&lt; 0,078</b>	<b>&lt; 0,25</b>	<b>0,0085</b>	<b>&lt; 0,045</b>	<b>0,036</b>	<b>5,7</b>	<b>&lt; 0,0075</b>
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 <sub>i</sub>	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
<b>2845.1/6</b>	$c_i$	<b>0,33</b>	<b>2,0</b>	<b>0,105</b>	<b>0,116</b>	<b>&lt; 1,4</b>	<b>&lt; 0,080</b>	<b>&lt; 0,21</b>	<b>0,0049</b>	<b>&lt; 0,027</b>	<b>0,041</b>	<b>1,59</b>	<b>&lt; 0,0042</b>
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 <sub>i</sub>	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
<b>2845.1/7</b>	$c_i$	<b>&lt; 0,21</b>	<b>26</b>	<b>0,0054</b>	<b>0,0069</b>	<b>&lt; 2,4</b>	<b>&lt; 0,19</b>	<b>&lt; 0,38</b>	<b>0,000241</b>	<b>&lt; 0,058</b>	<b>0,021</b>	<b>20,9</b>	<b>0,043</b>
BHSiWa- S70 12.10.16 NCC	1* s		5	0,0003	0,0014				0,000017		0,007	1,8	0,008
	s/c <sub>i</sub>		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
<b>2845.1/8</b>	$c_i$	<b>0,39</b>	<b>17</b>	<b>0,127</b>	<b>0,160</b>	<b>&lt; 1,9</b>	<b>&lt; 0,12</b>	<b>&lt; 0,31</b>	<b>0,0059</b>	<b>&lt; 0,035</b>	<b>0,031</b>	<b>17,1</b>	<b>&lt; 0,0072</b>
BHSiWa S1/4 12.10.16 NCC	1* s	0,12	3	0,006	0,016				0,0004		0,004	1,4	
	s/c <sub>i</sub>	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
<b>2845.1/9</b>	$c_i$	<b>0,76</b>	<b>13</b>	<b>0,196</b>	<b>0,235</b>	<b>&lt; 1,4</b>	<b>0,15</b>	<b>&lt; 0,14</b>	<b>0,0090</b>	<b>&lt; 0,051</b>	<b>0,025</b>	<b>7,9</b>	<b>0,13</b>
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 <sub>i</sub>	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 µm filtriert. Die Volumenreduktion durch Eindampfen wurde abgebrochen, nachdem sich Salzausfällungen bildeten. Die  $\gamma$ -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		<sup>3</sup> H	<sup>3</sup> H
		[Bq/l]	[TU]
		LSC nach Destillation	LSC nach Destillation
<b>2845.1/1</b>	<b>c</b>	<b>&lt; 1,7</b>	<b>&lt; 14</b>
FG SiWa SF1 13.10.16 NCC	1* s		
	s/c		
	g*	0,85	7,2
<b>2845.1/2</b>	<b>c</b>	<b>19,3</b>	<b>163</b>
FG SiWa S15 13.10.16 NCC	1* s	1,4	12
	s/c	7,3%	7,3%
	g*	0,81	6,9
<b>2845.1/3</b>	<b>c</b>	<b>8,2</b>	<b>70</b>
FG SiWa S20 13.10.16 NCC	1* s	0,9	7
	s/c	10%	10%
	g*	0,86	7,3
<b>2845.1/4</b>	<b>c</b>	<b>3,4</b>	<b>29</b>
FG SiWa S22 13.10.16 NCC	1* s	0,7	6
	s/c	20%	20%
	g*	0,88	7,4
<b>2845.1/5</b>	<b>c</b>	<b>2,6</b>	<b>22</b>
FG SiWa S25 13.10.16 NCC	1* s	0,6	5
	s/c	24%	24%
	g*	0,83	7,1
<b>2845.1/6</b>	<b>c</b>	<b>&lt; 1,7</b>	<b>&lt; 14</b>
FG SiWa S60 13.10.16 NCC	1* s		
	s/c		
	g*	0,83	7,0
<b>2845.1/7</b>	<b>c</b>	<b>12,5</b>	<b>106</b>
BHSiWa-H3 S70 12.10.16 NCC	1* s	1,1	9
	s/c	8,5%	8,5%
	g*	0,85	7,2
<b>2845.1/8</b>	<b>c</b>	<b>&lt; 1,8</b>	<b>&lt; 15</b>
BHSiWa-H3 S1/4 12.10.16 NCC	1* s		
	s/c		
	g*	0,88	7,4
<b>2845.1/9</b>	<b>c</b>	<b>2,1</b>	<b>18</b>
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 Analysenergebnisse Grundwässer:

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

**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 ----