

Anhang 1: Messkonzept

Nuclear Control & Consulting GmbH • Hinter dem Turme 24 • 38114 Braunschweig

Öko-Institut e.V.
Herr Christian Küppers
Rheinstraße 95
64295 Darmstadt

Per E-Mail: c.kuppers@oeko.de

Bericht **Mess- und Untersuchungskonzept zur Vorbereitung und Begleitung der Entsorgung von freigegebenen Abfällen aus dem Kernkraftwerk Neckarwestheim und aus dem Forschungszentrum Karlsruhe auf Deponien der AVL**

Projekt – Nr. HE001-04 / Darmstadt, Kerntechnische Beratung AVL

Auftraggeber Öko-Institut e.V.
Rheinstraße 95
64295 Darmstadt

Auftragnehmer Nuclear Control & Consulting GmbH
Hinter dem Turme 24
38114 Braunschweig

Bearbeiter Dr. Rainer Gellermann (Dipl.-Phys.)
E-Mail: rainer.gellermann@nuclear-cc.de
Tel. 0531 25 079 262
Christian Ahrens (Dipl.-Geoök.)
E-Mail: christian.ahrens@nuclear-cc.de
Tel. 0531 25 079 265

Ort / Datum Braunschweig, 01.06.2016

Bestätigt



Rainer Gellermann (Abteilungsleiter)

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | Veranlassung und Aufgabenstellung | 3 |
| 2 | Grundlagen | 3 |
| 2.1 | Ziele der Messungen | 3 |
| 2.2 | Deponie BURGHOF | 4 |
| 2.3 | Deponie AM FROSCHGRABEN | 6 |
| 2.4 | Ergänzende Angaben | 8 |
| 3 | Messkonzept..... | 10 |
| 3.1 | Vorab-Messungen auf den Deponien und in deren Umfeld | 10 |
| 3.2 | Beurteilung der Messergebnisse; Vorab-Einschätzungen zur Radioaktivität..... | 13 |
| 4 | Zusammenfassung und Hinweise zum weiteren Vorgehen | 14 |

Anlagenverzeichnis

Anlage 1: Aktivitätsbilanzen der Deponien

 Anlage 1.1 Deponie AM FROSCHGRABEN

 Anlage 1.2 Deponie BURGHOF

Anlage 2: Leistungsverzeichnis für Analytik

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Bei Rückbauarbeiten im Gemeinschaftskraftwerk Neckarwestheim (GKN) Block I werden zielgerichtet freigemessene Abfälle produziert, die auf Deponien der Abfallverwertungsgesellschaft Ludwigsburg mbH (AVL) abgelagert werden sollen. NCC wurde dazu als Nachauftragnehmer des Öko-Instituts e. V. mit der Vorbereitung und Durchführung von Messungen beauftragt.

Die messtechnischen Aufgaben ergeben sich nach den Ausschreibungsunterlagen der AVL wie folgt:

- Stichprobenartige Überprüfung der Freimessung im Sinne der Eigenkontrollen des Deponiebetreibers an der Rückbaustelle im GKN I mit den Teilaufgaben
 - Wiederkehrende Überprüfung der Kalibrierung der Freimessgeräte
 - Stichprobenweise vollständige Kontrolle einzelner Freimessvorgänge
- Beratung und Festlegung von In-situ-Messverfahren zur Erfassung der radiologischen Situation auf den Deponien der AVL, im Umfeld sowie im Sickerwasser der Deponien mit den Teilaufgaben
 - Selbständige Durchführung der Messungen
 - Erstellen eines Berichtes zu den Messergebnissen der In-situ-Messungen

Diese Aufgaben wurden auf einer Beratung am 14.4.2016 in Ludwigsburg ergänzt und präzisiert. Der vorliegende Bericht stellt die daraus abzuleitenden Inhalte und Anforderungen an ein Messprogramm zusammen.

2 Grundlagen

2.1 Ziele der Messungen

Auf einer Beratung am 14.4.2016 in Ludwigsburg wurden die Rahmenbedingungen des Messprogramms besprochen. Von Seiten der AVL wurden dazu die Ziele der Messungen präzisiert und die konkreten Standortbedingungen der beiden für die Entsorgung genutzten Deponien erläutert.

Primäres Ziel der Messungen ist es, der Bevölkerung auf der Grundlage objektiver Daten belegen zu können, inwieweit mit der Entsorgung der kerntechnischen Abfälle keine relevanten Strahlenrisiken verbunden sind und das Dosiskriterium der StrlSchV von 10 μ Sv im Kalenderjahr eingehalten wird. Dazu sollen:

- als Voraussetzung zum Nachweis der Einhaltung des Dosiskriteriums von Freigaben die Messwerte der Freigabeabfälle mit Werten der vorhandenen Radioaktivität auf und im Umfeld der Deponien verglichen werden. Messungen an Orten im Umfeld der Deponien sollen an der Deponie AM FROSCHGRABEN vorgenommen werden.
- Freisetzungen von Radionukliden mit dem Sickerwasser überprüft und bewertet werden.

Im Zusammenhang mit der bereits in den Jahren 2007 bis 2015 erfolgten Entsorgung von Abfällen der WAK GmbH aus Karlsruhe soll geprüft werden, ob daraus radiologische Belastungen resultieren. Diese

Abfälle sind von der Lage her relativ genau eingrenzbar, befinden sich allerdings in 5-15 m Tiefe im Abfallkörper.

2.2 Deponie BURGHOF

Die Deponie BURGHOF befindet sich im nordwestlichen Gebiet der Stadt Vaihingen an der Enz (Abbildung 2-1). Sie hat eine planfestgestellte Gesamtfläche mit Wegenetz und Infrastrukturf lächen von ca. 56 ha. Bis Mai 2005 wurde auf der Deponie noch Hausmüll entsorgt, seit Juni 2005 werden nur noch mineralische Abfälle (Bodenaushub, Bauschutt, Abfälle aus einer mechanisch-biologischen Behandlungsanlage, mineralische Klär- und Industrieschlämme, asbestfaserhaltige Abfälle, künstliche Mineralfaserabfälle, mineralische produktionsspezifische Abfälle, teerhaltiger Straßenaufbruch und Gleisschotter) abgelagert. Die Deponie ist eine der größten in Baden-Württemberg und hat eine Auffüllkapazität von 10,4 Mio. m³, von denen ca. 5,5 Mio. m³ derzeit verfüllt sind¹.

Die Deponie BURGHOF besitzt unterschiedlich ausgebaute Bereiche. Der derzeit genutzte Ablagerungsbereich (Deponieabschnitt XII, „Kessel“) ist nach dem Deponiestandard DK II ausgebaut. Der nördliche Randbereich der Deponie wurde gemäß dem Deponiestandard DK I ausgebaut. In beiden Bereichen wurden zur Beseitigung freigegebene Abfälle der WAK GmbH abgelagert. Die Zuordnung der Abfälle erfolgte gemäß den jeweiligen grundlegenden Charakterisierungen der Abfälle. Die Radionuklide, wegen deren massenbezogener Aktivität keine uneingeschränkte Freigabe möglich war, waren überwiegend Tritium, teils Cäsium-137 und bei wenigen Chargen Americium-241.



Abbildung 2-1: Lage der Deponie BURGHOF (Quelle: Google Maps)

¹ Quelle: http://www.avl-ludwigsburg.de/main.php%3Fset_id_menue%3D59

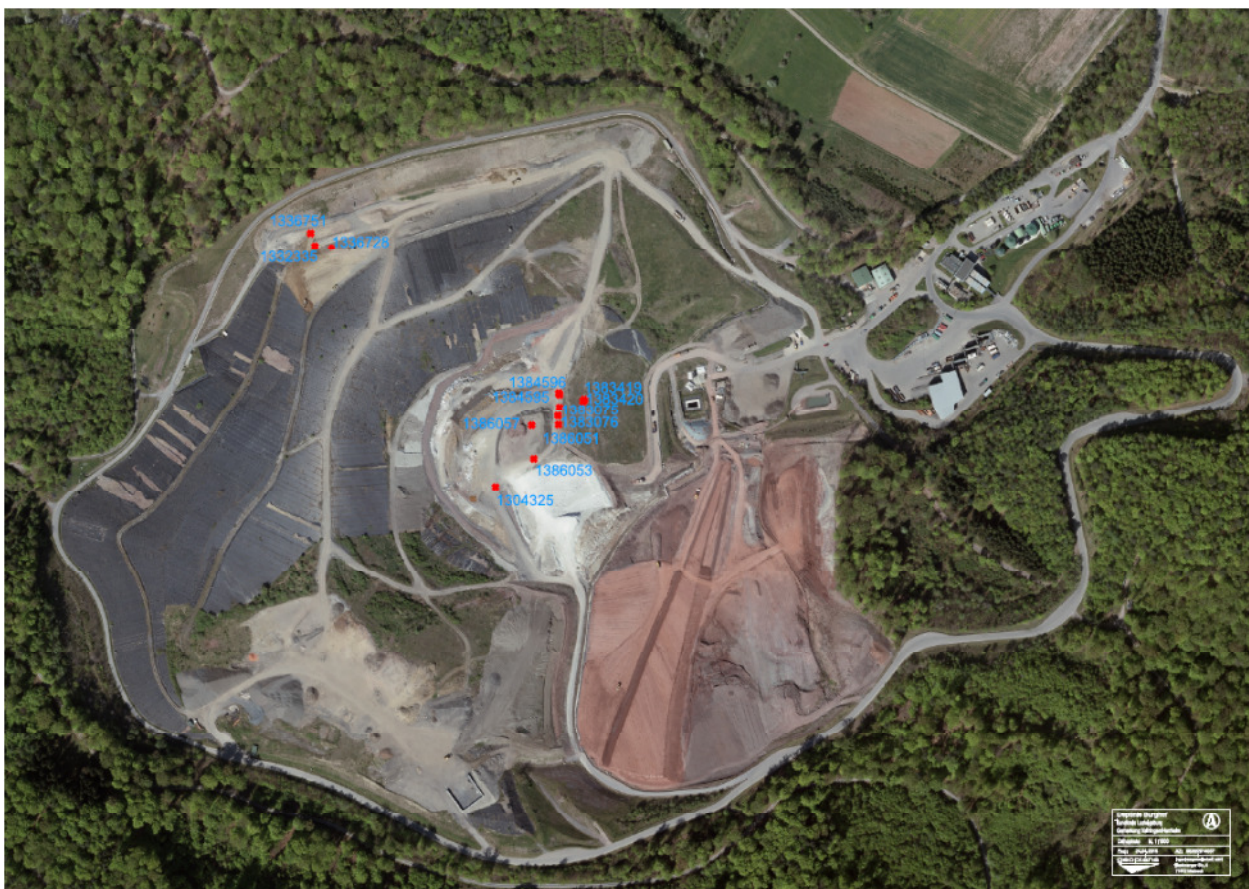


Abbildung 2-2: Luftbild der Deponie BURGHOF mit Ablagerungsbereichen der Freigabeabfälle aus der WAK (rote Punkte). Quelle: AVL

2015 wurden auf der Deponie BURGHOF 269.574 t Abfälle abgelagert. Davon konnten 14.764 t als Deponiebaumaterial im Betrieb der Deponie sinnvoll genutzt (s. Fußnote 1) werden. Die durchschnittliche jährliche Ablagerungsmenge beträgt seit 2006 etwa 212.000 t. Ein bei radiologischen Messungen zu beachtendes Material ist Gleisschotter der Bahn, der zum Befestigen von Fahrtrassen und für Entwässerungsmaßnahmen verwendet wurde und Granitsteine enthalten kann.

Die auf der Grundlage der Abfallschlüsselnummern abgeschätzte physikalische Gesamtaktivität der entsorgten Abfälle auf der Deponie BURGHOF ist in Anlage 1.1 aufgeführt. Dieser Abschätzung wurden Aktivitäten von Rohstoffen, Gesteinen oder Baustoffen zugrunde gelegt, die aus Berichten des BfS/BMU oder anderen in der Anlage 1.1 aufgeführten Quellen entnommen wurden. Für Abfälle, denen mit diesen Daten keine Aktivitäten zugeordnet werden konnten, wurde als Einheitswert von 0,03 Bq/g U-238sec, 0,03 Bq/g Th-232sec und 0,15 Bq/g K-40 ausgegangen. Zur Berechnung der physikalischen Gesamtaktivität wurde, soweit nicht die Datengrundlagen abweichende Werte benannten, angenommen, dass in den natürlichen Zerfallsreihen die Tochternuklide (annähernd) die gleiche Aktivität wie die Mutternuklide aufweisen. Die physikalische Aktivität des Urans (unter Einschluss von Uran-235) ist damit um den Faktor 14,5, die des Thoriums um den Faktor 10 größer als die Aktivität der Mutternuklide. Mit diesen Faktoren ergeben sich die in Anlage 1 angegebenen Gesamtaktivitäten.

Das Sickerwasser der Deponie wird in zwei getrennten Systemen erfasst und abgeleitet. Das vorbehandlungsbedürftige Sickerwasser² aus Flächen mit organischen Abfällen wird am Deponiestandort in einer speziellen Sickerwasser-Vorbehandlungsanlage vorgereinigt und danach über das Kanalsystem der Kläranlage der Stadtwerke Bietigheim-Bissingen bei Bietigheim zugeführt. Das nicht vorbehandlungsbedürftige Wasser des mineralischen Deponieteiles wird direkt dem Kanalsystem zugeführt und in der o. g. Kläranlage behandelt.

Das auf der Deponie im Bereich der mineralischen Ablagerungen anfallende Sickerwasser wies 2015 eine Leitfähigkeit zwischen 3.240 – 7.300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und einen pH-Wert von 7,76 – 8,44 auf. Sickerwasser aus dem früher mit Rohmüll verfüllten Bereich weist außerdem starke organische Belastungen auf, die aus dem unbehandelten Hausmüll, aus kommunalen Klärschlämmen und aus früher deponierten Abfällen einer Papierfabrik stammen.

Zur Grundwasserüberwachung werden 8 Messstellen betrieben. Eine Messstelle im Zustrom zur Deponie gibt es aus topographischen Gründen nicht. Im Grundwasser am Standort sind geringfügige Einflüsse durch die Deponie festzustellen. Jedoch sind im Vergleich zu den Vorjahren keine signifikanten Veränderungen der ermittelten Stoffkonzentrationen im Grundwasser festzustellen. Die vom Regierungspräsidium Stuttgart festgelegten Auslöseschwellen werden nicht überschritten.

2.3 Deponie AM FROSCHGRABEN

Die Deponie AM FROSCHGRABEN befindet sich im nordwestlichen Teil der Gemeinde Schwieberdingen (Abbildung 2-3). Sie hat eine Gesamtfläche von 41 ha, davon 33,53 ha Ablagerungsfläche und dient der Ablagerung von vorbehandelten und mineralischen Abfällen. Die Deponie verfügt über Ablagerungsbereiche der Deponieklassen 0, I und einen kleinen DK II-Teil, der von der AVL wegen signifikant abgesenkter Schadstoff-Grenzwerte als DK I-Fläche betrieben wird. Die Deponie hat nach der Genehmigung einer Erhöhung eine Auffüllkapazität von 5,9 Mio. m^3 von der zum 31.12.2015 noch etwa 1,7 Mio. m^3 zur Verfügung standen. Das Restvolumen bezieht sich auf alle bisher ausgebauten Ablagerungsflächen.

Die Deponie hat seit Betriebsbeginn im Jahr 1999 die Zulassung zur Ablagerung der gesamten Bandbreite der mineralischen Abfälle, wie z. B. Bodenaushub, Bauschutt, mineralische Klär- und Industrieschlämme, asbestfaserhaltige Abfälle, künstliche Mineralfaserabfälle, mineralische produktionsspezifische Abfälle, teerhaltiger Straßenaufbruch und Gleisschotter.

Die Jahresanlieferung betrug im Jahr 2015 476.219 t. Die durchschnittliche Jahresablagerungsmenge beträgt etwa 349.000 t.

² Siehe dazu auch Anhang 51 der Abwasserverordnung



Abbildung 2-3: Lage der Deponie AM FROSCHGRABEN (Quelle: Google Maps)



Abbildung 2-4: Luftbild der Deponie AM FROSCHGRABEN mit Ablagerungsstellen von freigegebenen Abfällen der WAK (rote Punkte). Quelle: AVL

Für den Bau von Deponietrassen werden Bauschutt, Gleisschotter und Straßenaufbruch als Deponiebaustoffe verwendet. Diese Materialien können Anteile von Gesteinen mit erhöhter natürlicher Radioaktivität und dadurch bedingt etwas höhere Strahlung aufweisen.

Die auf der Grundlage der Abfallschlüsselnummern abgeschätzte physikalische Gesamtaktivität der entsorgten Abfälle auf der Deponie AM FROSCHGRABEN ist in Anlage 1.2 aufgeführt.

Die Sickerwassermenge der Deponie betrug 2015 ca. 35.525 m³ (ohne häusliches Abwasser), d. h. bezogen auf die Ablagerungsfläche der Ablagerungsflächen DK I und DK II von 14,99 ha ist mit einer Sickerate von 237 l/m²/a zu rechnen. Das Sickerwasser der Deponie wird der Kläranlage des Abwasserzweckverbandes Talhausen und von dort dem Vorfluter Glems unbehandelt zugeleitet.

Durch den Betreiber werden 3 Stränge der Sickerwasserfassung überwacht und können beprobt werden. Die Leitfähigkeit des Deponiesickerwassers lag 2015 bei 7.940 – 8.180 µS/cm, der pH-Wert bei 7,87 – 8,01.

Die Teilmenge des Oberflächenwassers, das über Randgräben und über die Regenklärbecken gesammelt wird, wird messtechnisch am Regenklärbecken 2 erfasst (Abflussmenge in 2015 bei 21.974 m³). Das Oberflächenwasser wird vom Regenklärbecken 2 direkt in den Vorfluter Glems eingeleitet.

Das Grundwasser im Umfeld der Deponie wird über 5 Messstellen überwacht. Im Zulauf zur Deponie ist ein weiterer Messpegel als „Nullmessstelle“ eingerichtet. Ein Einfluss der Deponie auf das Grundwasser ist nicht erkennbar.

2.4 Ergänzende Angaben

Um Vergleichswerte für die regionale Radioaktivität in Gesteinen und Böden des Kreises Ludwigsburg zu erhalten, wurden in Tabelle 2-1 aus dem Radioaktivitätsmessnetz des Bundes (IMIS) Messwerte der Ortsdosisleistung (ODL) an Messstellen im Raum der hier betrachteten Deponien zusammengestellt. Wie der Vergleichswert aus Niedersachsen zeigt, ist die Bodenstrahlung (und als Folge der geografischen Höhe auch die kosmische Strahlung) im hier betrachteten Gebiet etwas höher als in Norddeutschland.

Tabelle 2-1: Messwerte der Ortsdosisleistung an Messstellen des IMIS-Messnetzes im Raum Ludwigsburg

Quelle: BfS (<http://odlinfo.bfs.de/DE/aktuelles/messstellenliste.html> Mai 2015)

| Messstelle des IMIS-Messnetzes | ODL gesamt | Davon kosmisch | Terrestrisch (Bodenstrahlung) |
|--|-------------|----------------|-------------------------------|
| 74357 Bönningheim ST Hohenstein | 0,112 µSv/h | 0,043 µSv/h | 0,069 µSv/h |
| 74369 Löchgau | 0,108 µSv/h | 0,043 µSv/h | 0,065 µSv/h |
| 75417 Mühlacker OT Lienzingen | 0,100 µSv/h | 0,043 µSv/h / | 0,057 µSv/h |
| 75015 Bretten | 0,098 µSv/h | 0,042 µSv/h | 0,056 µSv/h |
| Vergleichswert Nord-Deutschland (Aurich) | 0,064 µSv/h | 0,040 µSv/h | 0,024 µSv/h |

Aus den Angaben zur ODL können die Uran- und Thorium-Gehalte des Bodens abgeschätzt werden. Mit der Annahme einer in Böden üblichen Kalium-40-Aktivität von 0,3 Bq/g ergeben sich mit der UNSCEAR-Formel für Bodenstrahlung (UNSCEAR 2008 Annex B, Para 81):

$$\text{ODL } (\mu\text{Sv/h}) = \text{Uran (Bq/g)} \times 0,462 + \text{Thorium (Bq/g)} \times 0,607 + \text{K-40 (Bq/g)} \times 0,0417.$$

Bei einer Bodenstrahlung von 0,060 $\mu\text{Sv/h}$ können aus dieser Formel Werte der Bodenaktivität von

$$\text{U+Th} = (0,09 \pm 0,01) \text{ Bq/g.}$$

abgeleitet werden.

Da sowohl Uran als auch Thorium Zerfallsreihen bilden, in denen in Böden die Tochternuklide die (annähernd) gleiche Aktivität wie die Mutternuklide aufweisen, ist die physikalische Aktivität des Urans (unter Einschluss von Uran235) um den Faktor 14,5, die des Thorium um den Faktor 10 größer als die Aktivität der Mutternuklide. Das bedeutet, dass eine Tonne Bodenaushub aus der Region um Ludwigsburg eine physikalische Gesamtaktivität von Radionukliden natürlichen Ursprungs von ca. 1,4 MBq enthält, davon ca. 1,1 MBq aus Radionukliden der Uran- und Thoriumzerfallsreihen.

Zusätzlich befinden sich im natürlichen Oberboden (0-30 cm Tiefe) noch Radionuklide aus dem Fallout der Kernwaffentests und des Tschernobyl-Unfalls. Für die Region um Ludwigsburg muss mit Aktivitäten von ca. 2.000 Bq/m² Cs-137 (bei unbearbeiteten Böden mit peakförmiger Verteilung in den oberen 20 cm, in bearbeiteten Böden vermischt über ca. 30 – 40 cm), ca. 0,115 Bq/kg Pu-239/40 sowie 0,052 Bq/kg Am-241 gerechnet werden³.

Durch den radioaktiven Zerfall von Radon in der Luft kommt es außerdem zu einer Ablagerung von Pb-210, Bi-210 und Po-210, die die Radioaktivität in den oberen cm eines längere Zeit unbearbeiteten Bodens z. B. auf Rasenflächen, Wiesen, Weiden und Brachland deutlich messbar erhöhen kann. Abgeleitet aus Daten von Dörr & Münnich⁴, ergeben sich für den hier betrachteten südwestdeutschen Raum für Pb-210, Bi-210, Po-210 jeweils um ca. 0,1 Bq/g höhere spezifische Aktivitäten als)

³ D. Tait, D. Kock, Schriftenreihe Fachgespräch Überwachung der Umweltradioaktivität (2013)

⁴ H. Dörr, K. O.. Münnich. Water, Air and Soil Pollution Vol 57-58 (1991), p. 809-818

3 Messkonzept

3.1 Vorab-Messungen auf den Deponien und in deren Umfeld

Im Ergebnis der Beratung am 14.04.2016 wurde ein Messprogramm konzipiert, das im Vorfeld der Deponierung realisiert werden soll. Das Programm ist in Tabelle 3-1 und Tabelle 3-2 zusammengestellt. Die Anforderungen an die technische Durchführung der Probenahmen und Messungen werden weiter unten spezifiziert.

Tabelle 3-1: Messprogramm Deponie AM FROSCHGRABEN

| Untersuchungsaufgabe | Vorgeschlagene Orte / Probenzahl | Methode(n) |
|--|---|--|
| Spezifische Aktivität von künstlichen und natürlichen Radionukliden im Boden | Kritischer Aufpunkt für Staubdeposition im Südosten der Deponie. | Probenahme Bodenprofil (0-30 cm) und gammaspektrometrische Analyse im Labor. |
| | Landwirtschaftliche Fläche im W bis SW der Deponie | Mischprobe 0-30 cm |
| Spezifische Aktivität von natürlichen Radionukliden der öffentlichen Plätze und Wege | Marktplatz Schwieberdingen | In-Situ-Gamma-Spektrometrie und ODL-Messung. Abschätzung der Aktivität nach UNSCEAR-Formel. |
| Ortsdosisleistung Boden im öffentlichen Raum | Marktplatz Schwieberdingen | Messung ODL an Referenzpunkten. |
| Abfall (auf Deponie) | Operative Festlegung von Messpunkten nach Abfallherkunft / Abfalleigenschaften, der an der Deponieoberfläche anstehenden Abfälle. | 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). |
| Sickerwasser | 5 Proben aus Sickerwassersträngen zuordenbaren Entwässerungsbereichen (operative Festlegung nach Einweisung AVL vor Ort) | Bestimmung von Tritium, künstlichen und natürlichen gammastrahlenden Radionukliden sowie der Gesamtalpha- und Gesamtbetaaktivität. |
| Quellwasser | Hummelbrunnen; 1 Probe | Tritium (Wenn deponiebürtiges Tritium nachgewiesen wird, sind ggf. Nachuntersuchungen auf andere Radionuklide zu prüfen.) |

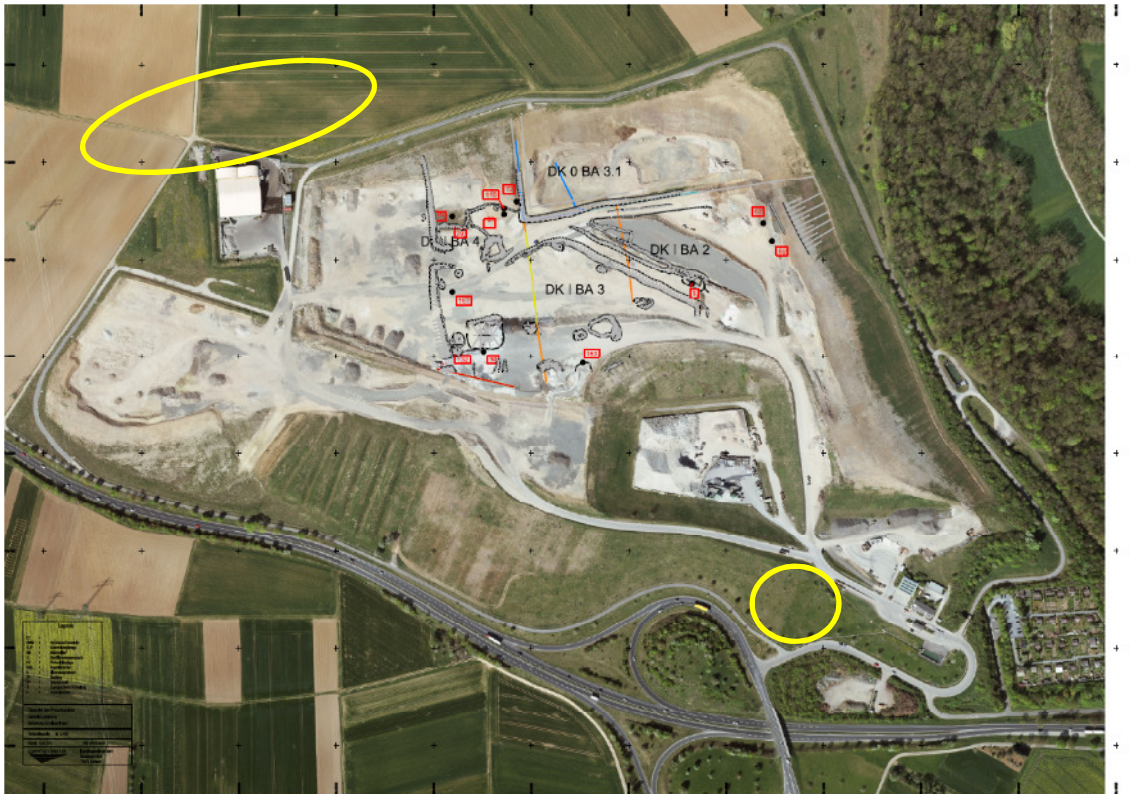


Abbildung 3-1: Gelbe Konturen: Vorgesehene Bereiche zur Probenahme Boden Deponie AM FROSCHGRABEN (Kartenbasis: Google Maps)



Abbildung 3-2: Gelbe Kontur: Vorgesehener Bereich zur Probenahme Boden der Deponie BURGHOF (Kartenbasis: Google Maps)

Tabelle 3-2: Messprogramm Deponie BURGHOFF

| Untersuchungsaufgabe | Vorgeschlagene Orte / Probenzahl | Methode(n) |
|-----------------------------|---|--|
| Boden, Bodenprofil | auf Deponiegelände | Probenahme Bodenprofil (0-30 cm) und gammaspektrometrische Analyse im Labor. |
| Boden | Messungen des natürlichen Bodens auf dem Gelände der Deponie | In-Situ-Gamma-Spektrometrie mit Bestimmung der Ortsdosisleistung. Abschätzung der Aktivität mittels UNSCEAR-Formel. |
| Abfall (auf Deponie) | Operative Festlegung von Messpunkten nach Abfallherkunft / Abfalleigenschaften, der an der Deponieoberfläche anstehenden Abfälle. | 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). |
| Sickerwasser | 3 Proben, davon 1 Probe aus dem von bisherigen Ablagerungen unbeeinflussten Rohmüllbereich. | Bestimmung künstlicher und natürlicher Radionuklide sowie der Gesamtalpha- und Gesamtbetaaktivität. |
| Quellwasser | Tiefendränge | Tritium |

3.2 Anforderungen an die technische Durchführung

- Messungen ODL: Messungen sind mit geeichten und für Messungen im Niedrigdosisbereich geeigneten Geräten auszuführen. Messpunkte werden vom Auftraggeber eingemessen.
- Für die Probenahmen außerhalb der Deponie auf privaten Grundstücken sind Zutrittsgenehmigungen erforderlich. Die endgültige Festlegung von Probenahmeorten für Bodenproben auf landwirtschaftlich genutzten Flächen ist daher erst nach Zustimmung der Eigentümer möglich.
- Bestimmung der spezifischen Aktivität in Feststoffproben (Bodenproben)
 - Probenahme: Probenahme mit fachgerechter Bodenansprache nach Kartieranleitung KA 5 der BGR. Profilbeprobung in 5 cm-Schichten. Je Probe ca. 0,5 Liter.
 - Probenahme-Punkte werden vom Auftraggeber eingemessen und werden auf vom bereitgestellten Karten dokumentiert.
 - Probenvorbereitung: Trocknen (105 °C) und Sieben (0-2 mm) mit Bestimmung der Trockenmasse (TM) und Feuchtmasse (FM), Korngrößenanteil <2 mm/ >2 mm.
 - Gammaspektrometrie der Probe „<2 mm“. Bestimmung von U-238, U-235, Ra-226, Pb-210, Ra-228, Th-228, K-40, Cs-137 sowie, wenn detektierbar Th-230, Ac-227, künstliche

Radionuklide. Nachweisgrenze bezogen auf Co-60 nach Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung des BMUB (REI): 0,6 Bq/kg TM.

- Bei konkreten Hinweisen auf Pu-239/40 und / oder Am-241 im zu entsorgenden Abfall oberhalb der Hintergrundwerte sollten dieser Radionuklid mittels Alphaspektrometrie im oberen Bodenhorizont ermittelt werden.
- Bestimmung der Aktivitätskonzentration im Sickerwasser
 - Probenahme: 10 Liter. Filtration (0,45 µm).
 - Analytik von Tritium mit Nachweisgrenze 2 Bq/l.
 - Analytik Gammaskpektrometrie mit Bestimmung von U-238, U-235, Ra-226, Pb-210, Ra-228, K-40, Cs-137 sowie, wenn detektierbar Ac-227, andere künstliche oder natürliche (z. B. Ra-224, Ra-223) Radionuklide. Nachweisgrenze für Oberflächenwasser bezogen auf Co-60 nach REI: 0,05 Bq/l.
- Bestimmung der Aktivitätskonzentration im Quellwasser / Grundwasser
 - Probenahme: 1 Liter (unfiltriert).
 - Analytik von Tritium (angereichert) mit Nachweisgrenze 0,2 Bq/l.

Leistungsbeschreibungen zur Anfrage der geforderten Analysenleistungen sind als Anlage 1 diesem Bericht beigefügt.

3.3 Beurteilung der Messergebnisse; Vorab-Einschätzungen zur Radioaktivität

Da Radioaktivität generell allgegenwärtig ist, sind auch in konventionellen Abfällen Radionuklide natürlichen Ursprungs und in geringerem Maße auch technogene Radionuklide enthalten.

Die berufliche Strahlenexposition der Beschäftigten beim Deponiebetrieb kann aus einer Ortsdosisleistung von 0,1 µSv/h, einer Staubkonzentration von 0,05 mg/m³ (mit einer Aktivität von 1E-5 Bq/m³ U-238sec bis Ra-226+, 3,1E-4 Bq/m³ Pb-210+ und 4E-5 Bq/m³ Po-210 sowie 8E-6 Bq/m³ Th-232sec, 5E-7 Bq/m³ U-235 und Tochternuklide) und einer Radonkonzentration von ca. 10 Bq/m³ und einer jährlichen Aufenthaltszeit auf der Deponie von bis zu 2000 Std. als effektive Dosis von

$$200 \mu\text{Sv} \text{ äußere Strl-exposition} + 4 \mu\text{Sv} \text{ innere Exposition durch Staubinhalation} + 156 \mu\text{Sv} \text{ innere Exposition durch Inhalation von Radon und Folgeprodukten} = 360 \mu\text{Sv}$$

abgeschätzt werden.

Als Bezugswert zur Beurteilung der Strahlenexposition der Bevölkerung im Umfeld der Deponie wird ein Wert von 2,1 mSv im Kalenderjahr (mittlere natürliche Strahlenexposition in Deutschland) benutzt.

Zur Beurteilung der Messergebnisse können herangezogen werden:

- Ortsdosisleistung (ODL): Bodenstrahlung, ggf. unter Beachtung der Bodenart.

- Spezifische Aktivität im Boden: Rechnerisch erforderliche Kontamination, bei der die Anforderungen der Freigabe (10 $\mu\text{Sv/a}$ für Einzelpersonen der Bevölkerung) überschritten werden, können abgeleitet werden, sobald der Nuklidvektor hinreichend bekannt ist.

Aktivitätskonzentrationen im Sickerwasser werden nach Werten der Anlage VII Teil D Tabelle 4 Spalte 3 StrlSchV beurteilt. Soweit Grundwasserkontaminationen möglich sind, werden die Anforderungen der TrinkwV herangezogen.

4 Zusammenfassung und Hinweise zum weiteren Vorgehen

Das vorliegende Konzept beschreibt die geplanten Messleistungen zur Demonstration der Geringfügigkeit radiologischer Konsequenzen einer Entsorgung von freigegebenen Abfällen aus dem Rückbau des KKW Neckarwestheim auf den Deponien AM FROSCHGRABEN und BURGHOF. Vorgesehen sind

- Messungen der Bodenstrahlung im öffentlichen Raum in der Umgebung der Deponie AM FROSCHGRABEN
- Messungen der Bodenstrahlung auf dem Gelände beider Deponien
- Probenahmen und Laboranalysen von Bodenproben auf und im Umfeld der Deponien
- Probenahmen und Laboranalysen von Sickerwasserproben beider Deponien
- Probenahmen und Laboranalysen von Grundwasser / Quellwasser aus dem Untergrund der beiden Deponien

Ziel dieser Messungen ist es, den Ist-Zustand vor Beginn der Entsorgung weiterer Freigabeabfälle aufzunehmen und dabei auch zu prüfen, ob eine bereits erfolgte Entsorgung von Abfällen von der WAK GmbH Karlsruhe zu einer radiologischen Vorbelastung geführt hat, die im Zusammenhang mit der Entsorgung weiterer Abfälle zu beachten ist.

Als eine Bewertungsgrundlage wurde die Radioaktivität der auf den Deponien entsorgten Abfälle analysiert und eine berufsbedingte Jahresdosis von ca. 360 Mikrosievert (=0,36 mSv) für Beschäftigte, die auf den Deponien tätig sind, abgeschätzt.

Schlussbemerkung

Dieser Bericht wurde nach bestem Wissen und ohne Weisungen des Auftraggebers verfasst. Die sachliche Richtigkeit der Angaben in den Kapiteln 2.1 bis 2.3 wurde von der AVL geprüft und bestätigt.

Deponie AM FROSCHGRABEN: Ablagerungsmengen auf die AVV-Nummern seit dem Jahr 2002

Quelle: AWS Classic Line, Enigma, Stand: 26.04.2016

| AVV-Nummern | Mengen | | | | | | | | | | | | | | | | U-238 MBq/t | Th-232 MBq/t | K-40 MBq/t | Cs-137 MBq/t | Datenquelle |
|-------------|----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-------------|----------------|-----------------|---------------|--|-------------|
| | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | | | | | | |
| 010101 | | | | | | | | | | | | | 27 t | 4 t | | 31 t | 0,041 | 0,035 | 0,76 | Siehl S. 138; Grauwacke | |
| 010102 | | | | | | | | | | | | | 28 t | | | 28 t | 0,041 | 0,035 | 0,76 | Siehl S. 138; Grauwacke | |
| 010399 | 13.198 t | 9.089 t | 8.594 t | 5.132 t | 2.996 t | 284 t | 185 t | 62 t | | | | 73 t | 433 t | | | 40.047 t | 0,02 | 0,02 | 0,5 | Siehl S. 138; Kies, Sand, Kiessand&Ton,Lehm | |
| 010409 | | | | | | | | 12 t | 78 t | 229 t | 241 t | 172 t | 116 t | 108 t | 42 t | 998 t | 0,02 | 0,02 | 0,5 | Siehl S. 138; Kies, Sand, Kiessand&Ton,Lehm | |
| 010410 | | | | | | | | | | | | | | | | 24 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| 010413 | | | | | | | 177 t | 33 t | 41 t | 12 t | 54 t | 30 t | 45 t | 277 t | 92 t | 761 t | 0,05 | 0,05 | 0,5 | Abgeschätzt nach Daten aus Siehl S. 138 | |
| 010499 | | | | | | | | | | | 267 t | 841 t | 270 t | 55 t | | 1.433 t | 0,17 | 0,084 | 0,13 | Siehl, S.141; Aufbereitungsrückstände (Nichturanindustrie) | |
| 010508 | | | | | | | | | | | 5 t | | | | | 5 t | 0,04 | 0,06 | 1 | Siehl, S138; Ton, Lehm | |
| 030307 | | | | | | | | 1.274 t | 1.833 t | 3.569 t | 1.466 t | 203 t | 150 t | 97 t | | 8.591 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| 080202 | 35 t | | | | | | | 61 t | 286 t | | | | | | | 382 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| 100101 | | 54 t | 374 t | 3.228 t | 6.711 t | 182 t | 181 t | 1.908 t | 2.699 t | 1.275 t | 1.554 t | 2.466 t | 1.961 t | 1.268 t | 26 t | 23.887 t | 0,068 | 0,054 | 0,2 | Siehl, S.141; Kesselschlacke | |
| 100102 | | | | | | | | 24 t | 75 t | 203 t | 155 t | 239 t | 506 t | 203 t | 182 t | 1.586 t | 0,186 | 0,11 | 0,785 | vom Berg & Puch, 1996, Tab. 7 | |
| 100103 | | | | | | | | | 445 t | 1.054 t | 256 t | 158 t | 78 t | 36 t | | 2.025 t | 0,05 | 0,05 | 5 | SSK13 (Klausurtag: Vortrag Schulz) | |
| 100105 | | | | | | | 12 t | 1.168 t | 121 t | 198 t | 182 t | 145 t | 237 t | 269 t | 102 t | 2.435 t | 0,02 | 0,01 | 0,01 | Siehl, S.141; Chemiegips aus Rauchgasentschwefelung | |
| 100107 | | | | | 362 t | | | 92 t | | 77 t | 157 t | 132 t | 106 t | 31 t | | 956 t | 0,02 | 0,01 | 0,01 | Siehl, S.141; Chemiegips aus Rauchgasentschwefelung | |
| 100117 | | | | | | | 25 t | 1.292 t | 925 t | 265 t | 161 t | 75 t | 73 t | 27 t | | 2.843 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| 100121 | | | | 30 t | 172 t | | | | | | | | | | | 202 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| 100126 | | | | 1.491 t | 3.003 t | 2.881 t | | | | 3.358 t | 4.428 t | 2.865 t | 1.291 t | 1.074 t | | 20.392 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| 100202 | | | | | | | | | | 7.551 t | 4.728 t | | | | | 12.280 t | 0,013 | 0,007 | 0,021 | Siehl, S.141; Stahlschlacke (angesetzt, da in BW keine Roheisenproduktion) | |
| 100206 | 3 t | | | | | | | | | | | | | | | 3 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| 100299 | | | | | | | | | | | | 661 t | 751 t | 498 t | | 1.911 t | 0,019 | 0,006 | 0,02 | Siehl, S.141; Frischschlacke (hypothetisch angesetzt) | |
| 100304 | | | | | | | | | | | | 308 t | 277 t | 394 t | 23 t | 1.002 t | 0,014 | 0,008 | 0,75 | Siehl, S.141; Al-Schlacke | |
| 100308 | | | | | -1.030 t | | | | | | | | | | | -1.030 t | 0,014 | 0,008 | 0,75 | Siehl, S.141; Al-Schlacke | |
| 100321 | | | | 493 t | 588 t | | | | | | | | | | | 1.081 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| 100322 | | | 713 t | 1.846 t | 552 t | | | | | | | | | | | 3.110 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| 100330 | | | 121 t | 278 t | | | | | | | | | | | | 399 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| 100804 | | | | | | | | | | 7 t | | | | | | 7 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| 100807 | 25 t | 3 t | | | | | | | | | | | | | | 28 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| 100901 | 28 t | 39 t | 13 t | 7 t | | | | | | | | | | | | 87 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| 100902 | 77 t | | | | | | | | | | | | | | | 77 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| 100903 | | | | | | | 37 t | 27 t | 585 t | 888 t | | 506 t | 759 t | 179 t | | 2.982 t | 0,11 | 0,029 | 0,065 | Bialucha. Report 2000; Tab. 2 - Hochofenstückschlacke | |
| 100908 | 90 t | 159 t | 7 t | 1.465 t | 1.662 t | 1.432 t | 3.855 t | 2.474 t | 1.875 t | 2.298 t | 1.678 t | 373 t | 410 t | 43 t | | 17.820 t | 0,13 | 0,049 | 0,057 | Bialucha. Report 2000; Tab. 2 - Hüttensand | |
| 101002 | 31 t | 20 t | | | | | | | | | | | | | | 52 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| 101006 | | | | | | | | | | | | | 1 t | | | 1 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| 101008 | | 30 t | 1.169 t | 5.139 t | 4.903 t | 5.791 t | 10.453 t | 8.212 t | 4.667 t | 3.745 t | 203 t | 87 t | 273 t | 147 t | 136 t | 44.956 t | 0,13 | 0,049 | 0,057 | Bialucha. Report 2000; Tab. 2 - Hüttensand | |
| 101015 | | | | | | | | | | | | 181 t | | | | 181 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| 101114 | | | | | | | | | | | 2 t | | | | | 2 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| 101203 | | | | | | | | 488 t | 730 t | 500 t | 244 t | 219 t | 158 t | 79 t | | 2.418 t | 0,05 | 0,052 | 0,7 | Siehl, S139; Ziegel, Klinker | |
| 101208 | | | | 510 t | 109 t | | | | | 60 t | | | | | | 679 t | 0,05 | 0,052 | 0,7 | Siehl, S139; Ziegel, Klinker | |
| 101213 | | | | | | | 4 t | 31 t | 25 t | 31 t | 25 t | 9 t | 10 t | 26 t | 4 t | 163 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| 101299 | | | | | | | | | 39 t | | | | | | | 39 t | 0,05 | 0,052 | 0,7 | Siehl, S139; Ziegel, Klinker | |
| 101306 | | | | 169 t | 366 t | | | 66 t | 256 t | | | | | | | 857 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| 101311 | | | | | | | 28 t | 605 t | 370 t | 897 t | 2.076 t | 1.502 t | 1.599 t | 1.239 t | 293 t | 8.609 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| 101314 | | | | | | | 0 t | 33 t | 13 t | 37 t | | 67 t | 51 t | 516 t | 265 t | 981 t | 0,03 | 0,023 | 0,45 | Siehl, S139; Beton | |
| 110110 | | | | | | | | 26 t | 593 t | 280 t | 383 t | 386 t | 540 t | 659 t | 197 t | 3.063 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| 120115 | | | 51 t | | | | | | | | | | | | | 51 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| 120117 | 16 t | 14 t | 716 t | 834 t | 576 t | 812 t | 1.402 t | 1.226 t | 1.158 t | 833 t | 800 t | 1.090 t | 831 t | 691 t | 239 t | 11.238 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| 120121 | | | | | | | | | | | | | 26 t | 2 t | | 28 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| 120201 | 46 t | 25 t | 18 t | | 8 t | 50 t | | | | | | | | | | 147 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| 130503 | | | | | | | | | | | | | | 19 t | | 19 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| 161104 | | | | 28 t | 32 t | 14 t | 26 t | 71 t | 75 t | 54 t | 67 t | 60 t | 90 t | 36 t | | 554 t | 0,06 | 0,07 | 0,4 | Siehl, S139; Schamotte | |
| 161106 | | | | | | | | | | | | | | 22 t | | 22 t | 0,06 | 0,07 | 0,4 | Siehl, S139; Schamotte | |
| 17 | | | | | | | 340 t | 417 t | 420 t | 500 t | 496 t | 508 t | 566 t | 587 t | 187 t | 4.020 t | 0,04 | 0,06 | 0,5 | Siehl, S139; Ziegelsplitt | |
| 170101 | 18.898 t | 39.234 t | 45.887 t | 19.285 t | 21.332 t | 57.397 t | 39.320 t | 21.793 t | 28.752 t | 30.061 t | 88.948 t | 51.855 t | 68.937 t | 46.492 t | 6.214 t | 584.406 t | 0,03 | 0,023 | 0,45 | Siehl, S139; Beton | |
| 170102 | | 409 t | | | | | | | | | | | | 286 t | | 695 t | 0,05 | 0,052 | 0,7 | Siehl, S139; Ziegel, Klinker | |
| 170103 | | 66 t | | | | | | | | | | | | | | 66 t | 0,05 | 0,055 | 0,56 | Siehl, S139; Wandfliesen | |
| 170105 | 2.901 t | 23 t | 8 t | | | | | | | | | | | | | 2.932 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| 170106 | | 50 t | 162 t | 26 t | | | 1.408 t | | | 14.836 t | | | 1.179 t | 122 t | | 17.782 t | 0,04 | 0,06 | 0,5 | Siehl, S139; Ziegelsplitt | |
| 170107 | 37.979 t | 70.790 t | 57.092 t | 79.775 t | 91.791 t | 110.918 t | 174.554 t | 47.280 t | 59.204 t | 74.430 t | 140.606 t | 104.646 t | 81.925 t | 74.061 t | 51.404 t | 1.256.455 t | 0,04 | 0,06 | 0,5 | Siehl, S139; Ziegelsplitt | |
| 170201 | | | | | | | | 55 t | 21 t | | 2 t | 55 t | 40 t | 45 t | 16 t | 233 t | 0,005 | 0,005 | 0,05 | SSK13 (Klausurtag: Vortrag Schulz) | |
| 170202 | | | | | | 5 t | | | | | | | | | | 5 t | 0,005 | 0,005 | 0,4 | Messergebnisse NCC(NRW040-01) | |
| 170204 | | | | | | | | | | | 1 t | 40 t | 51 t | 48 t | 8 t | 148 t | 0,005 | 0,005 | 0,5 | Messergebnisse NCC | |
| 170301 | | | 41 t | 7 t | 19 t | 11 t | 17 t | 415 t | 2 t | | 79 t | | | | | 590 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| 170302 | | | 146 t | 3.754 t | 2.396 t | 9.779 t | 14.492 t | 17.676 t | 12.987 t | 14.135 t | 16.441 t | 18.680 t | 17.461 t | 16.159 t | 5.506 t | 149.612 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| 170501 | 86.701 t | | | | | | | | | | | | | | | 86.701 t | 0,05 | 0,04 | 0,5 | U-Th abgeleitet aus Summenwert von 0,09 Bq/g lt. Textteil | |
| 170503 | | | 8 t | | 225 t | | | | | 844 t | | | 1.420 t | 206 t | | 2.702 t | 0,05 | 0,04 | 0,5 | U-Th abgeleitet aus Summenwert von 0,09 Bq/g lt. Textteil | |
| 170504 | 98.246 t | 112.486 t | 97.942 t | 176.129 t | 150.832 t | 90.945 t | 241.385 t | 57.705 t | 156.569 t | 86.694 t | 206.318 t | 161.038 t | 321.913 t | 337.023 t | 65.418 t | 2.360.645 t | 0,05 | 0,04 | 0,5 | U-Th abgeleitet aus Summenwert von 0,09 Bq/g lt. Textteil | |
| 170506 | | | | | | | | 336 t | 879 t | | | | | | | 1.215 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| 170508 | 4.644 t | 152 t | 10.968 t | 10.212 t | 18.071 t | 24.516 t | 5.281 t | 38.847 t | 25.724 t | 7.901 t | 8.132 t | 16.917 t | 45.957 t | 28.520 t | 4.705 t | 250.547 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| 170601 | | | 245 t | 48 t | 166 t | 82 t | | | | | 27 t | | | | | 568 t | 0,02 | 0,02 | 0,1 | Siehl, S139; Asbestzement (Ra6;Th2-Werte mit Maximalwert angesetzt, da Beimischungen anderer Stoffe anzunehmen sind) | |
| 170602 | 122 t | | | | | | | | | | | | | | | 122 t | 0,02 | 0,02 | 0,1 | Siehl, S139; Asbestzement (Ra6;Th2-Werte mit Maximalwert angesetzt, da Beimischungen anderer Stoffe anzunehmen sind) | |
| 170603 | 260 t | | | | | | | 404 t | 279 t | | | | | 3 t | | 946 t | 0,02 | 0,02 | 0,1 | Siehl, S139; Asbestzement (Ra6;Th2-Werte mit Maximalwert angesetzt, da Beimischungen anderer Stoffe anzunehmen sind) | |
| 170605 | 3.881 t | 7.845 t | 5.197 t | 5.267 t | 10.621 t | 31.723 t | 40.462 t | 22.521 t | 18.827 t | 28.038 t | 13.313 t | 19.143 t | 15.328 t | 12.850 t | 5.842 t | 240.857 t | 0,02 | 0,02 | 0,1 | Siehl, S139; Asbestzement (Ra6;Th2-Werte mit Maximalwert angesetzt, da Beimischungen anderer Stoffe anzunehmen sind) | |
| 170701 | 34.251 t | 2.912 t | 1.665 t | | | | | | | | | | | | | 38.829 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| 170802 | | 87 t | 3.566 t | 4.028 t | 3.757 t | 3.683 t | 1.110 t | 31 t | 114 t | 221 t | 458 t | 693 t | 190 t | 1.304 t | 26 t | 19.267 t | 0,06 | | | | |

Deponie AM FROSCHGRABEN: Ablagerungsmengen auf die AVV-Nummern seit dem Jahr 2002

Quelle: AWS Classic Line, Enigma, Stand: 26.04.2016

| AVV-Nummern | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | Mengen | U-238 MBq/t | Th-232 MBq/t | K-40 MBq/t | Cs-137 MBq/t | Datenquelle |
|---------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------|----------------|-----------------|---------------|--|-------------|
| 190199 | | | | | | | | | 2.369 t | 3.668 t | 1.571 t | | | | | 7.608 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| 190306 | | | | | | | | | 23 t | | 12 t | | | | | 35 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| 190307 | | | | | | | 1.377 t | 14.927 t | 14.959 t | 14.777 t | 21.631 t | 20.177 t | 20.621 t | 21.271 t | 5.807 t | 135.547 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| 1908 | | -22 t | 3 t | | 81 t | 36 t | 38 t | 19 t | | | 35 t | 45 t | | | | 235 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| 190802 | | | 5 t | 5 t | 31 t | | 51 t | 96 t | 123 t | | 215 t | 285 t | 251 t | 264 t | 327 t | 83 t | 1.736 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | |
| 190902 | | | | | | 6 t | | | | 10 t | 41 t | 31 t | 294 t | 564 t | 65 t | 1.011 t | 0,05 | 0,05 | 0,5 | Abgeschätzt aus BFS Infothek https://www.bfs.de/DE/themen/ion/umwelt/rueckstaende/norm/fachinfo-tw-aufbereitung.html | |
| 190903 | | | | 160 t | | | | | | | | | | | | 160 t | 0,05 | 0,05 | 0,5 | Abgeschätzt aus BFS Infothek https://www.bfs.de/DE/themen/ion/umwelt/rueckstaende/norm/fachinfo-tw-aufbereitung.html | |
| 190999 | | | | | | | | 40 t | | | | | | | | 40 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| 191204 | | | | | | | | | | | | | | 490 t | | 490 t | 0,005 | 0,005 | 0,05 | Schätzung | |
| 191205 | | | | 54 t | 50 t | 55 t | 188 t | 175 t | 154 t | 143 t | 178 t | 236 t | 180 t | 139 t | 17 t | 1.570 t | 0,005 | 0,005 | 0,4 | Messergebnisse NCC(NRW040-01) | |
| 191209 | | | | | | | | | 1.184 t | | | | 27 t | | | 1.211 t | 0,05 | 0,04 | 0,5 | U-Th abgeleitet aus Summenwert von 0,09 Bq/g lt. Textteil | |
| 191210 | | | | | | | 588 t | 4.599 t | 2.188 t | 2.769 t | 620 t | 22 t | 1.284 t | | | 12.069 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| 191212 | | | | | | | 383 t | 2.676 t | 4.902 t | 8.568 t | 5.064 t | 593 t | 555 t | | | 22.742 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| 191302 | | | | | | | | | | | | | 926 t | | | 926 t | 0,05 | 0,04 | 0,5 | U-Th abgeleitet aus Summenwert von 0,09 Bq/g lt. Textteil | |
| 191306 | | | | | | | | | | | | 27 t | 53 t | | | 80 t | 0,05 | 0,05 | 0,5 | Abgeschätzt aus BFS Infothek https://www.bfs.de/DE/themen/ion/umwelt/rueckstaende/norm/fachinfo-tw-aufbereitung.html | |
| 200107 | 14 t | | | | | | | | | | | | | | | 14 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| 200138 | 7 t | 50 t | 51 t | 61 t | 57 t | 36 t | 40 t | 62 t | 30 t | 71 t | 37 t | 78 t | 49 t | 73 t | 21 t | 723 t | 0,005 | 0,005 | 0,05 | | |
| 200201 | 22 t | 22 t | | | | | | | | | | | 2 t | 4 t | | 50 t | 0,005 | 0,005 | 0,05 | | |
| 200202 | | | | | | 0 t | | | | | | | | | | 0 t | 0,05 | 0,04 | 0,5 | U-Th abgeleitet aus Summenwert von 0,09 Bq/g lt. Textteil | |
| 200303 | | | | | | | 257 t | 231 t | 207 t | 201 t | 178 t | 246 t | 253 t | 29 t | | 1.602 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| Mengen | 301.740 t | 244.024 t | 234.931 t | 319.555 t | 320.521 t | 340.646 t | 536.477 t | 245.269 t | 359.061 t | 311.268 t | 526.147 t | 413.833 t | 590.534 t | 554.399 t | 148.111 t | 5.446.516 t | | | | | |

| Uran | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| U-238 (MBq) | 12965 | 10146 | 9678 | 14719 | 14455 | 13665 | 23748 | 9905 | 14998 | 12384 | 21584 | 16791 | 25163 | 24213 | 6267 | 230679 |
| U-238sec | 181504 | 142038 | 135496 | 206066 | 202373 | 191304 | 332473 | 138664 | 209974 | 173370 | 302174 | 235072 | 352277 | 338978 | 87741 | 3229504 |
| U-235sec | 7131 | 5580 | 5323 | 8095 | 7950 | 7516 | 13061 | 5448 | 8249 | 6811 | 11871 | 9235 | 13839 | 13317 | 3447 | 126873 |
| Thorium | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Th-232 (MBq) | 11735 | 10154 | 9283 | 13681 | 13860 | 13837 | 23379 | 9219 | 13788 | 12484 | 21419 | 16718 | 22913 | 21821 | 6558 | 220850 |
| Th-232sec | 117351 | 101543 | 92829 | 136807 | 138599 | 138370 | 233793 | 92194 | 137879 | 124844 | 214187 | 167184 | 229131 | 218207 | 65578 | 2208497 |
| K-40 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| K-40 (MBq) | 133349 | 115714 | 105491 | 144152 | 138580 | 136281 | 235123 | 78391 | 138887 | 120779 | 227915 | 171234 | 252023 | 241930 | 64985 | 2304836 |
| Gesamtaktivität (MBq) | 4,39E+05 | 3,65E+05 | 3,39E+05 | 4,95E+05 | 4,88E+05 | 4,73E+05 | 8,14E+05 | 3,15E+05 | 4,95E+05 | 4,26E+05 | 7,56E+05 | 5,83E+05 | 8,47E+05 | 8,12E+05 | 2,22E+05 | 7,87E+06 |
| MBq/t | 1,46E+00 | 1,50E+00 | 1,44E+00 | 1,55E+00 | 1,52E+00 | 1,39E+00 | 1,52E+00 | 1,28E+00 | 1,38E+00 | 1,37E+00 | 1,44E+00 | 1,41E+00 | 1,43E+00 | 1,47E+00 | 1,50E+00 | 1,44E+00 |

Deponie BURGHOF: Ablagerungsmengen auf die AVV-Nummern seit 2002

Quelle: AWS Classic Line, Enigma, Stand: 26.04.2016

| AVV-Nummern | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | Mengen | U-238 MBq/t | Th-232 MBq/t | K-40 MBq/t | Cs-137 MBq/t | Datenquelle |
|---------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|--------------------|----------------|-----------------|---------------|--|-------------|
| 190802 | | | | 160 t | 157 t | 85 t | 78 t | 62 t | 45 t | 116 t | 86 t | 58 t | 75 t | 111 t | | 1.033 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| 190805 | 489 t | 4.272 t | | | | | | | | | | | | | | 4.762 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| 190814 | | | | | | | | | | | 21 t | 13 t | 14 t | 265 t | 3 t | 316 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| 190901 | | | | | | | | | | | 2.691 t | 5.637 t | 6.028 t | 5.215 t | 1.215 t | 20.786 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| 190902 | | | | | | 10 t | | | | | | | | | | 10 t | 0,05 | 0,05 | 0,5 | Abgeschätzt aus BFS Infothek https://www.bfs.de/DE/themen/ion/umwelt/rueckstaende/norm/fachinfo-tw-aufbereitung.html | |
| 190999 | | | | | | | | | | | | | 54 t | | | 54 t | 0,05 | 0,05 | 0,5 | Abgeschätzt aus BFS Infothek https://www.bfs.de/DE/themen/ion/umwelt/rueckstaende/norm/fachinfo-tw-aufbereitung.html | |
| 191003 | | | 4.142 t | 1.019 t | | | | | | | | | | | | 5.161 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| 191004 | | | 430 t | 1.347 t | | | | | | | | | | | | 1.777 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| 191205 | | | | | | | | 193 t | 317 t | | | | | | | 510 t | 0,005 | 0,005 | 0,4 | Messergebnisse NCC(NRW040-01) | |
| 191209 | | | | | | | | | | 21 t | 1.973 t | 4.001 t | 20.734 t | 15.052 t | 173 t | 41.955 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| 191212 | | 1.623 t | 9.701 t | 2.436 t | 89 t | | | | | | | | 82 t | | | 13.931 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| 191301 | | | | | | | | 1.835 t | 8.563 t | 11.924 t | 10.764 t | 5.312 t | 264 t | | | 38.662 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| 191302 | | | | | | | | | | | | | | 251 t | | 251 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| 191305 | | 17 t | | | | | | | | | | | | | | 17 t | 0,05 | 0,05 | 0,5 | | |
| 200138 | | | | | 58 t | | | | | | | | | | | 58 t | 0,005 | 0,005 | 0,05 | SSK13 (Klausurtag: Vortrag Schulz) | |
| 200199 | | | | | 37 t | | | | | | | | 16 t | | | 52 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| 200201 | 6.130 t | 1.521 t | 41 t | | | | | | | | | | | 93 t | 15 t | 7.801 t | 0,005 | 0,005 | 0,05 | U-Th abgeleitet aus Summenwert von 0,09 Bq/g lt. Textteil | |
| 200301 | 581 t | | | | | 539 t | 1.008 t | 206 t | 283 t | 1.192 t | | | 528 t | 520 t | | 4.857 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| 200303 | | | | 52 t | | | | | | | | | | | | 52 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| 200304 | | | | | | | | | | | | | | 1 t | | 1 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| 200306 | | | | | 58 t | 43 t | 64 t | 100 t | 18 t | 3 t | 10 t | | 10 t | 9 t | | 317 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| 200399 | | | | 484 t | | | | | | | | | | | | 484 t | 0,03 | 0,03 | 0,15 | | |
| Mengen | 162.205 t | 207.855 t | 168.807 t | 198.018 t | 181.570 t | 177.713 t | 218.780 t | 136.390 t | 214.772 t | 214.725 t | 236.149 t | 289.427 t | 414.891 t | 328.733 t | 61.136 t | 3.211.170 t | | | | | |

| Uran | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--|--|--|--|--|
| U-238 (MBq) | 6246 | 7584 | 6046 | 9693 | 7435 | 7159 | 8734 | 5378 | 8553 | 9048 | 10854 | 13003 | 17579 | 14032 | 2854 | 134196 | | | | | |
| U-238sec (MBq) | 87446 | 106171 | 84640 | 135707 | 104088 | 100220 | 122276 | 75291 | 119740 | 126670 | 151956 | 182040 | 246100 | 196443 | 39958 | 1878746 | | | | | |
| U-235sec (MBq) | 3435 | 4171 | 3325 | 5331 | 4089 | 3937 | 4804 | 2958 | 4704 | 4976 | 5970 | 7152 | 9668 | 7717 | 1570 | 73808 | | | | | |
| Thorium | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Th-232 (MBq) | 5667 | 7246 | 6131 | 7450 | 6798 | 6703 | 7885 | 4655 | 7328 | 7211 | 8486 | 10468 | 14630 | 11528 | 2373 | 114557 | | | | | |
| Th-232sec (MBq) | 56666 | 72456 | 61311 | 74502 | 67977 | 67026 | 78846 | 46554 | 73276 | 72109 | 84860 | 104684 | 146304 | 115275 | 23728 | 1145574 | | | | | |
| K-40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| K-40 (MBq) | 57868 | 68334 | 49663 | 52050 | 57128 | 59703 | 59756 | 31177 | 56449 | 49534 | 74220 | 117341 | 120443 | 96201 | 21896 | 971763 | | | | | |
| Gesamtaktivität (MBq) | 2,05E+05 | 2,51E+05 | 1,99E+05 | 2,68E+05 | 2,33E+05 | 2,31E+05 | 2,66E+05 | 1,56E+05 | 2,54E+05 | 2,53E+05 | 3,17E+05 | 4,11E+05 | 5,23E+05 | 4,16E+05 | 8,72E+04 | 4,07E+06 | | | | | |
| MBq/t | 1,27E+00 | 1,21E+00 | 1,18E+00 | 1,35E+00 | 1,28E+00 | 1,30E+00 | 1,21E+00 | 1,14E+00 | 1,18E+00 | 1,18E+00 | 1,34E+00 | 1,42E+00 | 1,26E+00 | 1,26E+00 | 1,43E+00 | 1,27E+00 | | | | | |

Anlage 2 zum Bericht „Mess- und Untersuchungskonzept zur Vorbereitung und Begleitung der Entsorgung von freigegebenen Abfällen aus dem Kernkraftwerk Neckarwestheim und aus dem Forschungszentrum Karlsruhe auf Deponien der AVL“

Vorlage zur Leistungsabfrage von Laborleistungen

Angebotsaufforderung für radiologische Laboranalysen

1 Hintergrund

Die Abfallverwertungsgesellschaft Ludwigsburg mbH (AVL) beabsichtigt radiologische Analysen an

- Feststoffproben (Bodenproben)
- Sickerwasserproben (Deponiesickerwasser)
- Wasserproben (Grund- und Quellwasser, Oberflächenwasser)

durchzuführen. Die Proben werden dem Auftragnehmer in beschrifteten Probenahmebehältern frei Haus und mit Analysenauftrag zur Verfügung gestellt.

Bei allen Proben handelt es sich um nicht-radioaktives Material (Umweltproben). Die AVL geht davon aus, dass das Probenmaterial vom AN sachgerecht entsorgt wird.

Die Sickerwasserproben sind besitzen Leitfähigkeiten um Bereich von 3 – 8 mS/cm und pH-Werte zwischen 7,0 – 8,5.

2 Leistungsbeschreibung Laborleistungen

- Bestimmung der spezifischen Aktivität in Feststoffproben (Bodenproben)
 - Probenvorbereitung: Trocknen (105 °C) und Sieben (0-2 mm) mit Bestimmung der Trockenmasse (TM) und Feuchtmasse (FM), Korngrößenanteil <2 mm/ >2 mm.
 - Gammaskpektrometrie der Probe „<2 mm“. Bestimmung von U-238, U-235, Ra-226, Pb-210, Ra-228, Th-228, K-40, Cs-137 sowie Th-230, Ac-227 und künstliche Radionuklide (wenn detektierbar). Nachweisgrenze bezogen auf Co-60 nach Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung des BMUB (REI): 0,6 Bq/kg TM.
 - Alphaspektrometrie Pu-239/40. Nachweisgrenze 0,05 Bq/kg.
 - Alphaspektrometrie Am-241 Nachweisgrenze 0,03 Bq/kg.
- Bestimmung der Aktivitätskonzentration im Sickerwasser
 - Analytik von Tritium mit Nachweisgrenze 2 Bq/l.
 - Analytik Gammaskpektrometrie mit Bestimmung von U-238, U-235, Ra-226, Pb-210, Ra-228, K-40, Cs-137 sowie, wenn detektierbar Ac-227, andere künstliche oder natürliche (z. B. Ra-224, Ra-223) Radionuklide. Nachweisgrenze für Oberflächenwasser bezogen auf Co-60 nach REI: 0,05 Bq/l.
 - Bestimmung der Gesamtalpha-/Gesamtbeta-Konzentration
- Bestimmung der Aktivitätskonzentration im Quellwasser / Grundwasser
 - Zur Verfügung gestellte Probenmenge: 1 Liter (unfiltriert).
 - Analytik von Tritium (angereichert) mit Nachweisgrenze 0,2 Bq/l.

Alle genannten Nachweisgrenzen verstehen sich als Mindestanforderung.

3 Preisangebot

| Pos. | Titel | Anzahl | Einheitspreis in € netto | Gesamtpreis in € netto |
|------|---|--------|-----------------------------|---------------------------|
| 1 | Bestimmung der spezifischen Aktivität in Feststoffproben (Bodenproben) | | | |
| 1.1 | Probenvorbereitung Trocknen (105 °C) und Sieben (0-2 mm) mit Bestimmung der Trockenmasse (TM) und Feuchtmasse (FM), Korngrößenanteil <2 mm/ >2 mm | 10 | | |
| 1.2 | Gammaspektrometrie der Probe „<2 mm“. Bestimmung von U-238, U-235, Ra-226, Pb-210, Ra-228, Th-228, K-40, Cs-137 sowie Th-230, Ac-227, künstliche Radionuklide (wenn detektierbar). Nachweisgrenze bezogen auf Co-60 nach Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung des BMUB (REI): 0,6 Bq/kg TM | 10 | | |
| 1.3 | Alphaspektrometrie Pu-239/40, Nachweisgrenze 0,05 Bq/kg | 1 | | E.P. |
| 1.4 | Alphaspektrometrie Am-241, Nachweisgrenze 0,03 Bq/kg | 1 | | E.P. |
| | | | | |
| 2 | Bestimmung der Aktivitätskonzentration im Sickerwasser | | | |
| 2.1 | Analytik von Tritium mit Nachweisgrenze 2 Bq/l | 5 | | |
| 2.2 | Gammaspektrometrie mit Bestimmung von U-238, U-235, Ra-226, Pb-210, Ra-228, K-40, Cs-137 sowie Ac-227 und andere künstliche oder natürliche (z. B. Ra-224, Ra-223) Radionuklide (wenn detektierbar). Nachweisgrenze für Oberflächenwasser bezogen auf Co-60 nach REI: 0,05 Bq/l | 5 | | |
| 2.3 | Bestimmung der Gesamtalpha-/Gesamtbetaaktivität. Nachweisgrenze 0,5 Bq/l | 5 | | |
| 3 | Bestimmung der Aktivitätskonzentration im Quellwasser / Grundwasser | | | |
| 3.1 | Analytik von Tritium, Nachweisgrenze 0,2 Bq/l | 2 | | |
| | | | | |
| | Summe, netto | | | |
| | 19 % MwSt | | | |
| | Summe, brutto | | | |

4 Weitere zu liefernde Angaben

Vom Auftragnehmer ist im Angebot anzugeben, inwiefern eine Vorbehandlung, Konservierung, Kühlung erforderlich ist und welche Probenmengen benötigt werden, um die in der Leistungsbeschreibung geforderten Nachweisgrenzen zu erreichen.

Die Dauer der Analysen (Probeneingang beim Labor bis Übermittlung der Ergebnisse, möglichst vorab per Mail) ist anzugeben.

Nachweise zur Akkreditierung und Qualitätssicherung sind beizufügen.