



Gutachten

Freigabe von betrieblichen Abfällen der Schachtanlage Asse

BS-Projekt-Nr. 0811-04

erstellt im Auftrag der

Helmholtz Zentrum München GmbH
Schachtanlage Asse
Am Walde 2
D-38319 Remlingen

durch die

Brenk Systemplanung GmbH
Heider-Hof-Weg 23
D-52080 Aachen

Aachen, den 15.12.2008

Anmerkung:

Dieses Gutachten gibt die Auffassung und Meinung des Auftragnehmers (BS) wieder und muss nicht mit der Meinung des Auftraggebers (Helmholtz Zentrum München GmbH) übereinstimmen.



AUTOREN UND DANKSAGUNG

Für die Erstellung dieses Gutachtens haben folgende Mitarbeiter der Brenk Systemplanung GmbH und der IAF – Radioökologie GmbH Dresden wesentliche Arbeiten geleistet:

Brenk Systemplanung GmbH, Aachen:

Dr. R. Barthel (Projektleiter);

IAF – Radioökologie GmbH, Dresden:

Dr. habil. H. Schulz, R. Baumert, Dr. K. Flesch, Prof. Dr. L. Funke, Dr. H. Hummrich.


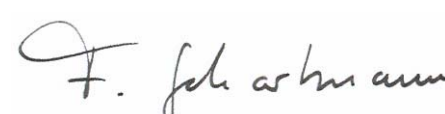
Eine breite Unterstützung durch die Bereitstellung von Informationen zu Art und Umfang der unter Tage anfallenden Betriebsabfälle und durch aktive Mitwirkung bei den Probenahmen erhielten wir insbesondere durch die folgenden Mitarbeiter der Schachtanlage Asse:

H. Meyer, T. Wanka, H. Hegemann, G. Thews, R. Tschernbner

sowie durch J. Lutz (Safetec GmbH).

Es wird versichert, dass dieses Gutachten nach bestem Wissen und Gewissen, unparteiisch und ohne Ergebnisweisung angefertigt worden ist.

PRÜFUNG UND FREIGABE

geprüft und freigegeben	geprüft und freigegeben
	
Unterschrift Projektleiter	Unterschrift Geschäftsleitung



INHALTSVERZEICHNIS

Seite:

1. EINLEITUNG	4
2. ÜBERSICHT ZU DEN BETRIEBLICHEN ABFÄLLEN	4
3. PROBENAHMED.....	6
4. ERGEBNISSE DER LABORANALYSEN.....	8
4.1. H-3-ANALYSEN	8
4.2. GAMMASPEKTROMETRISCHE ANALYSEN	9
4.3. ABSCHÄTZUNG DES TRITIUMGEHALTES FESTER BETRIEBSABFÄLLE	10
5. STRAHLENSCHUTZRECHTLICHE BEWERTUNG ZUR FREIGABE	11
5.1. QUALITATIVE EINSCHÄTZUNG DER RADIOAKTIVEN KONTAMINATION DER BETRIEBSABFÄLLE.....	11
5.2. FREIGABEWERTE DER STRLSCHV	12
5.3. RELATIONEN DER MESSWERTE FÜR FLÜSSIGE UND FESTE BETRIEBSABFÄLLE ZU FREIGABEWERTEN	12
5.3.1. <i>Kondensat</i>	12
5.3.2. <i>Handwaschwässer, Fäkalien und Wässer aus/für Bautätigkeiten</i>	12
5.3.3. <i>Feste Betriebsabfälle</i>	13
5.4. ZUSAMMENFASSENDE BEWERTUNG	13
6. LITERATUR.....	13

ANHANG: PHOTODOKUMENTATION ZUR PROBENAHMED

1. EINLEITUNG

Die Helmholtz Zentrum München GmbH ist Betreiber des früheren Salzbergwerkes Asse (bei Remlingen, Niedersachsen), in dem von 1965 bis 1995 Forschungs- und Entwicklungsarbeiten für die Endlagerung radioaktiver Abfälle in Salzformationen durchgeführt wurden. Im Rahmen dieser Arbeiten wurden zwischen 1967 und 1978 radioaktive Abfälle eingelagert (LAW und MAW).

Bei den auf verschiedenen Sohlen der Schachtanlage laufenden Arbeiten fallen diverse flüssige und feste Betriebsabfälle an. Gemäß Schreiben [1] der Schachtanlage Asse vom 15. September 2008 handelt es sich dabei um

- Abfälle aus Toiletten (Chemietoiletten und Spül-WC),
- Hausmüll- und Werkstattabfälle,
- Handwaschwässer,
- Altöle und ölhaltige Betriebsstoffe sowie
- Maschinenteile und andere Materialien,

die zur Gewährleistung der Hygiene sowie aus technischen Gründen aus der Grube herausgebracht und konventionell entsorgt werden sollen. Zur diesbezüglichen Stellungnahme [2] des Gutachters der Behörde (TÜV Nord) wurde durch das Niedersächsische Ministerium für Umwelt und Klimaschutz auf die Notwendigkeit von stichprobenartigen Kontrollen der wässrigen Abfälle hingewiesen [3], die auch außerhalb von Strahlenschutzbereichen über die Grubenwetter mit Tritium kontaminiert werden können.

Auf der 1. Beratung der Arbeitsgruppe Strahlenschutz (Remlingen, 13.10.2008) wurde angeregt, dass durch die Brenk Systemplanung GmbH (BS) eine messtechnische Untersuchung und radiologische Bewertung von Betriebsabfällen durchgeführt und ein darauf basierendes Gutachten zur Freigabe der Betriebsabfälle erstellt wird. Nach den hierzu erfolgten Vorplanungen wurde auf der 2. Sitzung der Arbeitsgruppe Strahlenschutz (Remlingen, 10.11.2008) Übereinstimmung darüber erzielt, dass messtechnische Untersuchungen auf die flüssigen Betriebsabfälle beschränkt werden können, die insbesondere hinsichtlich möglicher Belastungen durch Tritium zu untersuchen sind. Da Radon in Öl eine deutlich höhere Löslichkeit als in Wasser aufweist, sollten ölhaltige flüssige Abfälle auch bzgl. ihrer Kontamination durch Radon und Radonfolgeprodukte untersucht werden. Für die festen Abfälle, für die eine Kontamination über den Luftpfad als viel geringer anzunehmen ist, sollten konservative Abschätzungen ausreichend sein. Gemäß Aufforderung durch den Bereich Strahlenschutz der Schachtanlage Asse wurden aber auch einige Stichproben von festen Abfällen gamma-spektrometrisch untersucht, um die obige Annahme zu belegen.

2. ÜBERSICHT ZU DEN BETRIEBLICHEN ABFÄLLEN

Eine detaillierte Übersicht zu den Abfallarten und den monatlich anfallenden Mengen enthält die mit [4] übermittelte Tabelle 2-1.



Brenk Systemplanung

Ingenieurgesellschaft für wissenschaftlich
technischen Umweltschutz

Tabelle 2-1: Untertage monatlich anfallende Mengen von Betriebsabfällen (Stand: Oktober 2008); aus [4]

	Papier/ Pappe	Kunstst Gummi	Restmüll	Schrott	Handwasch- wasser	Ölhaltige Stoffe	Holz	Altöl	Kabel- schrott	Öl/Wasser - Gemisch BA	Spülw. BA	Fahrz.- rein.	Spül- toiletten	Dixi	Batterien	Kaltreinige	Elektro- schrott	Kondensat aus Kompr.+Klimaanl.
E-Werkstatt	0.03 t	0.1 t	0.1 t	0.5 t	1 m ³		0.5 t		0.5 m ³								0.1 t	20 l
KFZ-Werkstatt	0.03 t		0.2 t	1 t	2 m ³	0.05 t		0.2 m ³							0.15 t	0.1 m ³		20 l
Bohrwerkstatt	0.03 t		0.15 t	2.5 t	1.5 m ³	0.05 t	1 t											25 l
Werkst. 553-m-S.	0.01 t	0.2 t	0.05 t		0.25 m ³													5 l
Werkst. 574-m-S.			0.05 t	1 t	0.25 m ³													5 l
Pausenplatz BST			0.1 t		2 m ³													5 l
Füllort 490-m-S.			0.05 t															
Baustoffanlagen				1 t	1.5 m ³					1 m ³	8 m ³							500-1000 l*
Waschplatz 490												2 m ³						
Grube allgemein		0.7 t	0.3 t	14 t			4 t						2.5 m ³	2 m ³				80 l
Summe :	0.1 t	1 t	1 t	20 t	8.5 m ³	0.1 t	5.5 t	0.2 m ³	0.5 m ³	1 m ³	8 m ³	2 m ³	2.5 m ³	2 m ³	0.15 t	0.1 m ³	0.1 t	660-1160 l*

Die Gesamtmengenangaben für Kunststoffe, Schrott, Holz und Batterien basieren auf den Angaben der Abfallentsorger für das 1.Halbjahr 2008.

* Die in den Baustoffanlagen anfallende Menge steht in Abhängigkeit von der monatlichen Pumpleistung. Zur Zeit fallen nur geringe Mengen (ca. 20 l) für den Betrieb der Klimaanlage und kleinerer Kompressoren für Wartung und Instandhaltung an.

3. PROBENAHMEN

Die Entnahme von Abfallproben erfolgte am 20. und 21.11.2008 durch Mitarbeiter von BS und IAF mit aktiver Unterstützung durch Mitarbeiter der Schachanlage Asse sowie der Safetec GmbH. Insgesamt wurden 40 Proben flüssiger bzw. fester Abfälle entnommen, die das Spektrum der unter Tage zwischengelagerten Abfälle gut erfassen, so dass durch ihre Radionuklidanalyse belastbare Aussagen zur Freigabefähigkeit der Betriebsabfälle gewonnen werden können.

In Tabelle 3-1 sind die Probenbezeichnungen, Art und Herkunft der Proben sowie durchgeführte Radionuklidanalysen zusammengestellt. Nach [5] war zunächst auch die Tritiummessung für eine Altölprobe (Probe A4) vorgesehen. Es zeigte sich jedoch, dass dies mit akzeptablem Aufwand nicht realisierbar war [6]. Gammaskpektrometrische Analysen wurden für alle festen und ölhaltigen Abfälle durchgeführt; darüber hinaus stichprobenartig auch für zwei Handwaschwässer.

Tabelle 2-1: Abfallproben (γ -Sp = Gammaskpektrometrie, insbesondere Rn-222 und Pb-210 für ölhaltige Stoffe sowie Cs-137 für feste Abfälle A34 bis A37)

Sohle	Ort	Bez.	Art	Konsistenz		Probenahme		Messung	
				flüssig	fest	Datum	Zeit	H-3	γ -Sp
490 m	Ka 3	A1	Waschwasser (Becken)	x		20.11.08	10:00	x	
490 m	Ka 4	A2	Betriebswasser *)	x		20.11.08	10:30	x	
490 m	Kfz-Werk.	A3	ölhaltiges Tuch/Papier		x	20.11.08	11:00		x
490 m	Kfz-Werk.	A4	Altöl	x		20.11.08	11:00		x
490 m	Kfz-Werk.	A5	Handwaschwasser	x		20.11.08	11:15	x	
490 m	Kfz-Werk.	A6	Handwaschwasser	x		20.11.08	11:15	x	x
490 m	Kfz-Werk.	A7	Handwaschwasser	x		20.11.08	11:15	x	
490 m	E-Werkst.	A8	Kondensat	x		20.11.08	11:30	x	
490 m	E-Werkst.	A9	Kondensat	x		20.11.08	11:30	x	
490 m	E-Werkst.	A10	Handwaschwasser	x		20.11.08	11:30	x	
490 m	E-Werkst.	A11	Handwaschwasser	x		20.11.08	11:30	x	
511 m	Bohrwerk.	A12	Handwaschwasser	x		20.11.08	12:00	x	x
511 m	Bohrwerk.	A13	Handwaschwasser	x		20.11.08	12:00	x	
511 m	Bohrwerk.	A14	Altöl	x		20.11.08	12:00		x
511 m	Bohrwerk.	A15	Ölbindemittel		x	20.11.08	12:00		x

*) Das in der Kammer 4 auf der 490-m-Sohle gespeicherte Betriebswasser ist zwar gegenwärtig noch nicht als (flüssiger) Abfall anzusehen, im Hinblick auf dessen zukünftige Verwendung z. B. als Waschwasser für Fahrzeuge oder Geräte war jedoch die Bestimmung seiner (Vor-)Belastung durch H-3 von Interesse.

Tabelle 2-1: (Fortsetzung) Abfallproben (γ -Sp = Gammaskpektrometrie, insbesondere Rn-222 und Pb-210 für ölhaltige Stoffe sowie Cs-137 für feste Abfälle A34 bis A37)

Sohle	Ort	Bez.	Art	Konsistenz		Probenahme		Messung	
				flüssig	fest	Datum	Zeit	H-3	γ -Sp
553 m	Blasvers.	A16	Handwaschwasser	x		20.11.08	12:30	x	
553 m	vor Ka 4	A17	Kondensat	x		20.11.08	12:30	x	
574 m	Schlosserei	A18	frisches Handwaschw.	x		20.11.08	12:30	x	
490 m	UDO	A19	Kondensat			20.11.08	13:00	x	
750 m	BA 30	A20	Spülwasser	x		20.11.08	15:00	x	
750 m	BA 30	A21	Spülwasser (Gel)	x		20.11.08	15:00	x	
750 m	BA 30	A22	Spülw. (KD 850-mS)	x		20.11.08	15:00	x	
750 m	BA 30	A23	Ölwasser	x		20.11.08	15:15	x	x
750 m	BA 30	A24	Ölwasser	x		20.11.08	15:15	x	x
750 m	BA 30	A25	Kondensat	x		20.11.08	15:30	x	
750 m	Pausenpl.	A26	Handwaschwasser	x		20.11.08	15:30	x	
750 m	Pausenpl.	A27	Handwaschwasser	x		20.11.08	15:30	x	
725 m	BA 40	A28	Ölwasser	x		20.11.08	16:00	x	x
490 m	E-Werkst.	A29	Spültoilette	x		21.11.08	07:45	x	
490 m	Ka 4	A30	Spültoilette	x		21.11.08	8:45	x	
511 m	Ka 3	A31	Spültoilette	x		21.11.08	8:45	x	
511 m	Ka 2	A32	Spültoilette	x		21.11.08	8:45	x	
553 m	Ka 2	A33	Spültoilette	x		21.11.08	8:45	x	
490 m	Ka 4	A34	Altreifen-Mischprobe		x	21.11.08	10:00		x
490 m	Ka 4	A35	Altreifen-Mischprobe		x	21.11.08	10:00		x
490 m	Ka 4	A36	Papier/Pappe-Mischpr.		x	21.11.08	10:00		x
490 m	Ka 4	A37	Papier/Pappe-Mischpr.		x	21.11.08	10:00		x
700 m	BA 20	A38	Kondensat	x		21.11.08	10:30	x	
700 m	BA 20	A39	Kondensat	x		21.11.08	10:30	x	
700 m	BA 20	A40	Kondensat	x		21.11.08	10:30	x	

Die Durchführung der Probenahme ist im Anhang zum vorliegenden Gutachten durch ausgewählte Photos dokumentiert.

4. ERGEBNISSE DER LABORANALYSEN

Die Laboranalysen wurden durch IAF – Radioökologie GmbH Dresden (akkreditiertes Labor) ausgeführt. Sie umfassen H-3-Messungen mittels β -LSC und gammaspektrometrische Messungen.

4.1. H-3-Analysen

Die Tabellen 4-1 bis 4-4 fassen die H-3-Analysen für verschiedenartige flüssige Abfälle zusammen.

Tabelle 4-1: Analysenwerte zur **H-3-Konzentration der Kondensatproben** (Messwert und erweiterte Messunsicherheit); nach [6]

Sohle	Ort	Probe	H-3 in Bq/l	2· σ in Bq/l
490 m	E-Werkstatt	A8	2810	540
490 m	E-Werkstatt	A9	2730	510
553 m	vor Kammer 4	A17	5100	670
490 m	UDO	A19	5850	830
750 m	BA 30	A25	1670	440
700 m	BA 20	A38	1430	430
700 m	BA 20	A39	1140	120
700 m	BA 20	A40	2480	510

Tabelle 4-2: Analysenwerte zur **H-3-Konzentration der Handwaschwässer** (Messwert und erweiterte Messunsicherheit); nach [6]

Sohle	Ort	Probe	H-3 in Bq/l	2· σ in Bq/l
490 m	Kfz-Werkstatt	A5	25	5
490 m	Kfz-Werkstatt	A6	41	7
490 m	Kfz-Werkstatt	A7	26	5
490 m	E-Werkstatt	A10	24	5
490 m	E-Werkstatt	A11	69	9
511 m	Bohrwerkstatt	A12	26	6
511 m	Bohrwerkstatt	A13	20	5
553 m	Blasversatzwerk.	A16	447	48
574 m	Schlosserei	A18	177	22
750 m	Pausenplatz	A26	102	12
750 m	Pausenplatz	A27	65	9

Tabelle 4-3: Analysenwerte zur **H-3-Konzentration der Fäkalien in den Spültoiletten** (Messwert und erweiterte Messunsicherheit); nach [6]

Sohle	Ort	Probe	H-3 in Bq/l	2·σ in Bq/l
490 m	E-Werkstatt	A29	52	7
490 m	Kammer 4	A30	80	10
511 m	Kammer 3	A31	153	18
511 m	Kammer 2	A32	67	9
553 m	Kammer 2	A33	181	23

Tabelle 4-4: Analysenwerte zur **H-3-Konzentration von Wässern aus/für Bautätigkeiten** (Messwert und erweiterte Messunsicherheit); nach [6]

Sohle	Ort	Probe	Art	H-3 in Bq/l	2·σ in Bq/l
490 m	Kammer 3	A1	Waschwasser	500	54
490 m	Kammer 4	A2	Betriebswasser	114	15
750 m	BA 30	A20	Spülwasser	161	20
750 m	BA 30	A21	Spülwasser (Gel)	45	20
750 m	BA 30	A22	Spülwasser (KD 850-mS)	340	39
750 m	BA 30	A23	Ölwasser	133	18
750 m	BA 30	A24	Ölwasser	58	9
725 m	BA 40	A28	Ölwasser	62	8

4.2. Gammaskpektrometrische Analysen

In den Tabellen 4-5 und 4-6 sind die Ergebnisse der gammaskpektrometrischen Analyse von festen und flüssigen Abfällen zusammengestellt. Andere Radionuklide wurden nicht identifiziert.

Tabelle 4-5: Gammaskpektrometrische Analysen für **festе Betriebsabfälle**; nach [6]; in Bq/kg

Nuklid	A 3	A 15	A 34	A 35	A 36	A 37
	öhlhaltig. Tuch/Papier	Ölbindemittel	Altreifen	Altreifen	Papier/Pappe	Papier/Pappe
K-40	115 ± 15	150 ± 15	< 10	< 15	< 30	< 30
Cs-137	< 1	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 3
Pb-210	< 9	8 ± 4	< 5	< 6	< 20	< 20
Rn-222	16	9	5	< 2	< 10	< 10
Th-228	4 ± 2	6 ± 2	< 2	< 2	< 6	< 8
Ra-224	4 ± 2	6 ± 2	< 2	< 2	< 6	< 8
Ra-226	16 ± 5	12 ± 4	5 ± 2	< 4	< 15	< 15
Ra-228	< 4	6 ± 2	< 2	< 2	< 10	< 10
U-235	< 0,5	< 0,5	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1
U-238	< 6	< 5	4 ± 2	< 5	< 20	< 15

Tabelle 4-6: Gammaspektrometrische Analysen für **flüssige Betriebsabfälle**; nach [6]; in Bq/kg

Probe	Art	Cs-137	Pb-210	Rn-222
A2	Betriebswasser	<0,5	< 1	< 0,3
A4	Altöl	<0,5	< 2	< 0,4
A6	Handwaschwasser	<0,5	< 2	< 0,3
A12	Handwaschwasser	<0,5	< 2	0,6 ± 0,3
A14	Altöl	<0,5	< 2	< 0,3
A23	Ölwasser	<0,5	< 2	< 0,3
A24	Ölwasser	<0,5	< 2	0,4 ± 0,2
A28	Ölwasser	<0,5	< 2	< 0,3

4.3. Abschätzung des Tritiumgehaltes fester Betriebsabfälle

Für die unter Tage gelagerten festen Betriebsabfälle wurden keine Messungen der Kontamination mit H-3 durchgeführt, da hierzu ein unverhältnismäßig hoher Aufwand erforderlich gewesen wäre. Die in Tabelle 2-1 genannten Abfallarten "Papier/Pappe", "Restmüll" und "Holz" könnten jedoch entsprechend ihrer Restfeuchte eine gewisse Tritiumaktivität aufweisen.

Für eine orientierende Schätzung nehmen wir konservativ an, dass diese Abfälle eine Restfeuchte von 20 Gew.-% aufweisen, von der die Hälfte aus Kondensat der Grubenwetter besteht. Die H-3-Aktivität des Grubenwetterkondensats $C_{H-3; \text{Kondensat}}$ ist lognormal verteilt, wie der folgende Quantil-Quantil-Plot der Messwerte aus Tabelle 4-1 zeigt (siehe Abbildung 4-1):

$$C_{H-3; \text{Kondensat}} \sim \text{Ln}(\mu; \sigma) \tag{1}$$

mit den Parameterwerten $\mu = 7,83$ und $\sigma = 0,75$. In Abbildung 4-1 sind mit k_{p_i} die Perzentile der Standardnormalverteilung zur Wahrscheinlichkeit $P_i = (2 \cdot i - 1) / (2 \cdot n)$ bezeichnet; $i = 1$ bis n , wobei n die Anzahl der Stichproben bezeichnet. Im vorliegenden Fall ist $n = 8$.

Der Erwartungswert E einer lognormal verteilten Größe kann über die Beziehung

$$E = \exp(\mu + \sigma^2 / 2) \tag{2}$$

geschätzt werden. Mit den o. g. Werten der Verteilungsparameter μ und σ resultiert für die mittlere Tritiumaktivität des Kondensats der Grubenwetter ein Schätzwert von 2.960 Bq/l, der hier auf einen Wert von 3.000 Bq/l aufgerundet wird.

Unter der konservativen Annahme, dass die o. g. festen Betriebsabfälle 10 Gew.-% Kondensat der Grubenwetter enthalten, rechnen wir mit einer mittleren H-3-Aktivität von 300 Bq/kg.

Ebenfalls nicht analysiert wurden Fäkalien aus Dixi-Toiletten, für die orientierend die in Fäkalien der Spültoiletten gemessene H-3-Aktivitätskonzentration angesetzt wird. Gemäß Tabelle 4-3 kann danach konservativ mit einer mittleren H-3-Aktivität von 110 Bq/kg gerechnet werden.

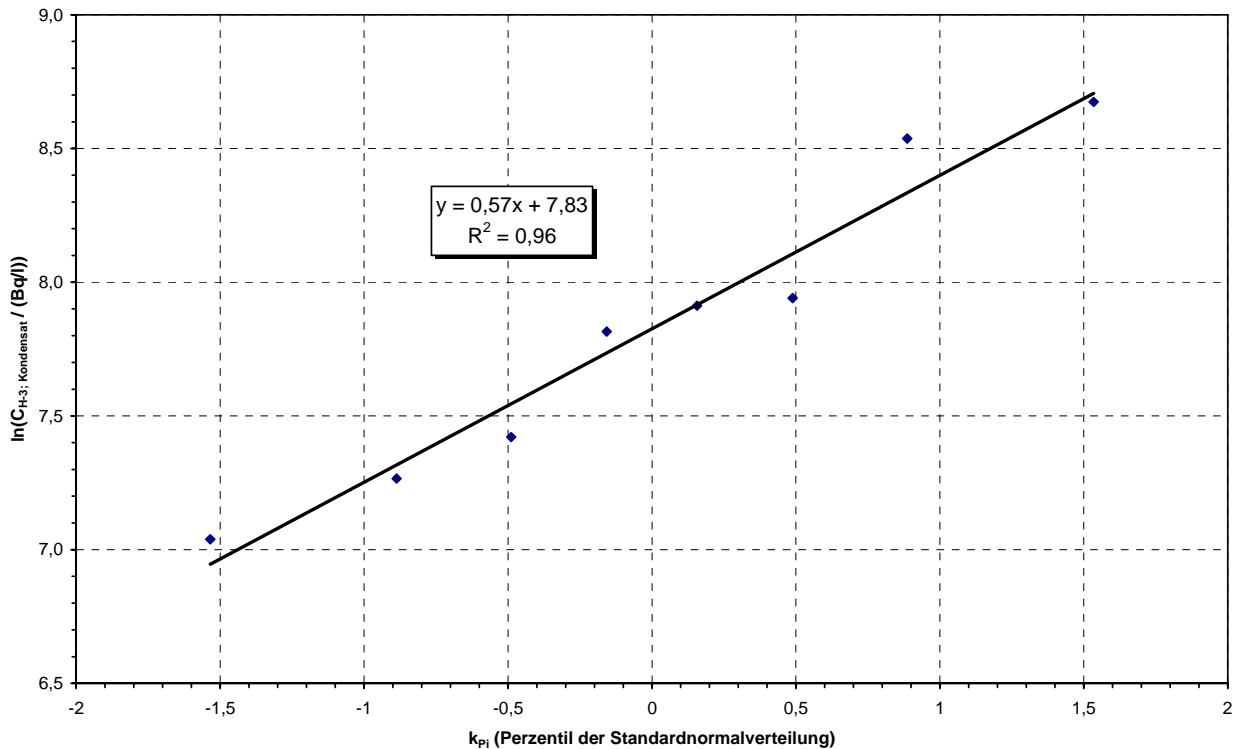


Abbildung 4-1: Quantil-Quantil-Plot der 8 Analysenwerte zur H-3-Aktivität im Grubenwetterkondensat

5. STRALENSCHUTZRECHTLICHE BEWERTUNG ZUR FREIGABE

5.1. Qualitative Einschätzung der radioaktiven Kontamination der Betriebsabfälle

Die Freigabe der flüssigen und festen Betriebsabfälle zur konventionellen Entsorgung soll anhand der Werte zur uneingeschränkten Freigabe aus Spalte 5 der Tabelle 1 in Anlage III der StrlSchV erfolgen.

Anhand der Ergebnisse der radiologischen Laboranalysen und darauf basierender Abschätzungen ist einzuschätzen, dass für die Freigabe hauptsächlich die H-3-Kontamination der Abfälle, die über die Grubenwetter erfolgt, zu berücksichtigen ist.

Die gammaspektrometrischen Analyse von festen und flüssigen Betriebsabfällen (siehe Tabellen 4-5 und 4-6) zeigten, dass eine erkennbare Kontamination durch künstliche Radionuklide nicht vorliegt (siehe Messergebnisse für das Leitnuklid Cs-137).

Die Aktivität natürlicher Radionuklide liegt in den festen Abfällen in einer Größenordnung, die der natürlichen Aktivität der jeweiligen Ausgangsmaterialien entspricht. Eine Kontamination durch die in der SchachanlageASSE eingelagerten radioaktiven Abfälle ist nicht erkennbar.

Zur Rn-222-Aktivität wurden in zwei flüssigen Betriebsabfällen Werte über der Erkennungsgrenze gemessen (0,6 Bq/kg in der Probe A12 sowie 0,4 Bq/kg in der Probe A24; in den anderen flüssigen Abfallproben lag die Rn-222-Konzentration unter den jeweiligen Erkennungsgrenzen von 0,3 bzw. 0,4 Bq/kg). Diese Kontamination ist auf Belastungen der Grubenwetter zurückzuführen. Sie ist jedoch für die Freigabe der Abfälle nicht von Bedeutung. Die Aktivität des durch den Zerfall von Rn-222 entstehenden Pb-210 ist wegen seiner relativ großen Halbwertszeiten von 22,3 a selbst bei Ansatz einer Lagerungszeit in der Größenordnung von einem Jahr gering. Sie liegt bei ca. 3 % der Rn-222-Aktivität. Setzt man konservativ die in der Probe A12 gemessene Rn-222-Aktivität von 0,6 Bq/kg an, so resultiert für Pb-210 mit 0,02 Bq/kg eine Aktivitätskonzentration, die um zwei Größenordnungen unter der Erkennungsgrenze liegt (vgl. Tabelle 4-6).

5.2. Freigabewerte der StrlSchV

Zur Freigabe der in der SchachanlageASSE gelagerten flüssigen und festen Betriebsabfälle können die in der Spalte 5 der Tabelle 1 von Anlage III der StrlSchV für die uneingeschränkte Freigabe für H-3 und Pb-210₊₊ genannten Werte herangezogen werden:

- H-3: $1 \cdot 10^6$ Bq/kg;
- Pb-210₊₊: 20 Bq/kg.

Für eine konservative Berücksichtigung der für Cs-137 für die flüssigen und festen Betriebsabfälle bestimmten Erkennungsgrenzen kann der folgende Freigabewert aus Spalte 5 der Tabelle 1 von Anlage III der StrlSchV herangezogen werden:

- Cs-137₊: 500 Bq/kg.

5.3. Relationen der Messwerte für flüssige und feste Betriebsabfälle zu Freigabewerten

Für den Vergleich der in den Tabellen 4-1 bis 4-4 aufgeführten Analysenwerte zur H-3-Aktivität (in Bq/l) mit dem o. g. Freigabewert der StrlSchV (in Bq/kg) wird für die flüssigen Abfälle mit einer Dichte von 1 kg/l gerechnet.

5.3.1. Kondensat

Zur Freigabe von Kondensat sind die in Tabelle 4-1 aufgeführten Analysenwerte der H-3-Aktivität relevant. Mit Werten im Bereich von 1.000 bis 6.000 Bq/kg wird der Freigabewert von $1 \cdot 10^6$ Bq/kg nur zu 0,1 bis 0,6 % ausgeschöpft.

5.3.2. Handwaschwässer, Fäkalien und Wässer aus/für Bautätigkeiten

Die H-3-Aktivität dieser Wässer variiert in einem Bereich von 20 bis 500 Bq/kg (vgl. Tabellen 4-2 bis 4-4). Dies entspricht einem Anteil des o. g. H-3-Freigabewertes von 0,002 bis 0,05 %.

Setzt man für Pb-210 konservativ die in Abschnitt 5.1 abgeschätzte Aktivitätskonzentration von ca. 0,02 Bq/kg an, so entspricht dies einem zusätzlichen Beitrag zur Summenformel von 0,1 %.

Bei Ansatz der in Tabelle 4-6 für Cs-137 angegebenen Erkennungsgrenze resultiert ein zusätzlicher Beitrag zur Summenformel in Höhe von 0,1 %.

5.3.3. Feste Betriebsabfälle

Für die festen Betriebsabfälle rechnen wir gemäß Abschnitt 4.3 konservativ mit einer H-3-Aktivität von 300 Bq/kg. Dies entspricht einem Anteil des o. g. H-3-Freigabewertes von 0,03 %.

Bei Ansatz der in Tabelle 4-5 für Cs-137 angegebenen Erkennungsgrenze resultieren zusätzliche Beiträge zur Summenformel in Höhe von 0,1 bis 0,6 %.

5.4. Zusammenfassende Bewertung

In Auswertung der zur Freigabe flüssiger und fester Betriebsabfällen durchgeführten Probenahmen und radiologischen Analysen ist feststellen, dass selbst bei einer konservativen Berücksichtigung von Radionukliden auf der Grundlage ermittelter Erkennungsgrenzen für alle betrachteten Abfälle davon ausgegangen werden kann, dass auf Basis der Freigabewerte der Spalte 5 Tabelle 1 in Anlage III der StrlSchV die Summenformel (siehe Anlage IV StrlSchV) nur zu deutlich weniger als 1 % ausgeschöpft wird.

Davon ausgehend ergibt sich die Schlussfolgerung, dass die unter Tage gelagerten flüssigen und festen Betriebsabfälle ohne Bedenken zur konventionellen Entsorgung freigegeben werden können.

6. LITERATUR

- [1] HELMHOLZ ZENTRUM MÜNCHEN GMBH, SCHACHTANLAGE ASSE
Schachtanlage Asse, Abfallentsorgung (Schreiben an das Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie); Remlingen, 15.09.2008
- [2] TÜV NORD ENSYS HANNOVER GMBH & CO. KG
Schachtanlage Asse, Staatliches Aufsichtsverfahren Abfallentsorgung (Schreiben an das Niedersächsische Ministerium für Umwelt und Klimaschutz)
Hannover, 16.09.2008
- [3] NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT UND KLIMASCHUTZ
Stellungnahme des TÜV NORD zum Abfallkonzept Schachtanlage Asse II (Schreiben an das Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie)
Hannover, 19.09.2008
- [4] HELMHOLZ ZENTRUM MÜNCHEN GMBH, SCHACHTANLAGE ASSE
Monatlich untertage anfallende Abfallstoffe (Stand: 10/2008)
Remlingen, Oktober 2008
- [5] BRENK SYSTEMPLANUNG GMBH
Probenahme und Radionuklidanalysen von Abfällen (BS Projekt 0811-04)
Aachen, 24.11.2008
- [6] IAF – RADIOÖKOLOGIE GMBH
Bestimmung von Tritium in flüssigen Betriebsabfällen und gammaspektrometrische Analyse fester und flüssiger Betriebsabfälle
Dresden, 8.12.2008

Anhang: Photodokumentation zur Probenahme



Photo 01: 490-m-Sohle, Waschplatz in Ka 3;
Probe A1



Photo 02: 490-m-Sohle, Betriebswasserbehälter
in Ka 4; Probe A2,



Photo 03: 490-m-Sohle, KfZ-Werkstatt, Behälter
für ölhaltige Abfälle (links); Probe A3



Photo 04: 490-m-Sohle, KfZ-Werkstatt, Behälter
für Altöl; Probe A4



Photo 05: 490-m-Sohle, KfZ-Werkst., 1-m³-TB
Handwaschwasser; Proben A5 bis A7



Photo 06: 490-m-Sohle, E-Werkstatt, Eimer mit
Kondensat Klimaanlage; Probe A8



Photo 07: 490-m-Sohle, E-Werkstatt, Eimer mit Kondensat Klimaanlage; Probe A9



Photo 08: 490-m-Sohle, E-Werkstatt, 1-m³-TB Handwaschwasser; Proben A10&A11



Photo 09: 511-m-Sohle, Ka 2, Bohrwerkstatt, Handwaschwasser, Proben A12&A13



Photo 10: 511-m-Sohle, Ka 2, Bohrwerkstatt, Probenahme Altöl, Probe A14



Photo 11: 511-m-Sohle, Ka 2, Bohrwerkstatt, Ölbindemittel, Probe A15



Photo 12: 553-m-Sohle, vor Ka 4, Probenahme Kondensat, Probe A17



Photo 13: 574-m-Sohle, Schlosserei, frisches Handwaschw. aus Bottich, Probe A18



Photo 14: 490-m-Sohle, UDO, Probenahme Kondensat, Probe A19



Photo 15: 750-m-Sohle, diverse 1-m³-TB, Spülwasser-Proben A20 bis A22



Photo 16: 750-m-Sohle, diverse 1-m³-TB, Ölwasser-Proben A23 und A24



Photo 17: 750-m-Sohle, Pausenplatz, 1-m³-TB, Handwaschwasser, Proben A26&A27



Photo 18: 725-m-Sohle, BA 40, 1-m³-TB mit Ölwasser, Probe A28



Photo 19: Spültoiletten auf diversen Sohlen (hier 553-m-Sohle), Proben A29 bis A33



Photo 20: 490-m-Sohle, Ka 4, Mischproben A34 und A35 von mehreren Altreifen



Photo 21: 490-m-Sohle, Ka 4, Mischproben A34 und A35 von mehreren Altreifen



Photo 22: 490-m-Sohle, Ka 4, Mischproben A36 und A37 von Papier und Pappe



Photo 23: 490-m-Sohle, Ka 4, Mischproben A36 und A37 von Papier und Pappe



Photo 24: 700-m-Sohle, BA 20, 1-m³-TB mit Kondensat, Proben A38 – A40