

Stand: 16.12.2009

DECKBLATT

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	65161000	01STS	LH	BB	0001	00

Kurztitel der Unterlage:
 Beprobung und Analyse von Salzlösungen 2009

5766

Ersteller / Unterschrift
 Brenk Systemplanung

Geprüft: 

DokId:

Titel der Unterlage:
Beprobung und Analyse von Salzlösungen 2009
Schachtanlage Asse II

Freigabevermerk:

Freigabedurchlauf

Stabsstelle Qualitätsmanagement und
 Dokumentation:

Datum: 12.12.2009



Fachbereich:

Datum: 17.12.09

Name: 

Unterschrift

Geschäftsführung Asse-GmbH:

Datum: 17.12.2009

Name: 

Unterschrift

REVISIONSBLATT

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	65161000	01STS	LH	BB	0001	/

Revisionsstand 00: 16.12.2009

Titel der Unterlage:
 Beprobung und Analyse von Salzlösungen 2009

Rev	Revisionsstand Datum	Verantwrtl. Stelle	revidierte Blätter	Kat.	Erläuterung der Revision
00	16.12.2009			-	

*) Kategorie R = redaktionelle Korrektur, Kategorie V = verdeutlichende Verbesserung, Kategorie S = substantielle Änderung.
 Mindestens bei der Kategorie S müssen Erläuterungen angegeben werden.

Asse-GmbH Gesellschaft für Betriebsführung und Schließung der Schachtanlage Asse II	Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.
	NNA	NNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
	9A	65161000	01STS	LH	BB	0001	00
Beprobung und Analyse von Salzlösungen 2009					Blatt: 3		

Inhaltsverzeichnis

Blatt

Deckblatt.....	1
Revisionsblatt	2
Inhaltsverzeichnis	3

Verzeichnis der Anlagen:

Brenk Bericht

Beprobung und Analyse von Salzlösungen 2009 Schachtanlage Asse II	34 Blatt
Anhang A: Photodokumentation.....	12 Blatt
Anhang B: Radiologische Messwerte.....	35 Blatt

Gesamte Blattzahl des Dokumentes:84 Blatt



Endbericht

**Beprobung und Analyse von
Salzlösungen 2009
Schachtanlage Asse II**

BS-Projekt-Nr. 0905-02 (AP 2)

erstellt im Auftrag der

Asse-GmbH - Gesellschaft für
Betriebsführung und Schließung der
Schachtanlage Asse II
Am Walde 2
38319 Remlingen

durch die

Brenk Systemplanung GmbH
Heider-Hof-Weg 23
52080 Aachen

Aachen, 16.12.2009

Anmerkung:

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



AUTOREN UND DANKSAGUNG

Für die Erstellung dieses Gutachtens haben mehrere Mitarbeiter der Brenk Systemplanung GmbH sowie eine Vielzahl von Mitarbeitern in das Projekt einbezogener Institutionen/Labore wesentliche Arbeiten geleistet.

Brenk Systemplanung GmbH, Aachen:

[Redacted] (Projektleiter), [Redacted]

Bundesamt für Strahlenschutz

[Redacted]

IAF – Radioökologie GmbH, Dresden:

[Redacted]

Verein für Kernverfahrenstechnik und Analytik Rossendorf e. V.:

[Redacted]

Zentrales Radionuklidlaboratorium UmweltRadioAktivität, Universität Regensburg:

[Redacted]

Unterstützung durch aktive Mitwirkung bei der Vorbereitung und Durchführung der Probenahmen und die Bereitstellung von Messergebnissen der Asse-GmbH erhielten wir insbesondere durch die folgenden Mitarbeiter der Schachanlage Asse II:

[Redacted]

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

PRÜFUNG UND FREIGABE

geprüft	freigegeben
i. A. [Redacted] Unterschrift Projektleiter	[Redacted] Unterschrift Geschäftsleitung



INHALTSVERZEICHNIS

	Seite:
1. EINLEITUNG	1
1.1. Anlass	1
1.2. Zielstellungen und Berichtsaufbau.....	2
2. PROBENAHE- UND MESSPROGRAMM.....	3
3. DURCHFÜHRUNG DER PROBENAHEMEN UND LABORANALYSEN	6
3.1. Probenahmen	6
3.2. Laboranalysen.....	7
4. ERGEBNISSE DER LABORANALYSEN.....	7
4.1. Zur Darstellung der radiologischen Messwerte.....	7
4.2. Parallelmessungen	8
4.3. Übersicht zu radiologischen Messwerten und zu den chemischen Analysen	13
4.4. Vergleich der Ergebnisse der radiologischen Messungen aus 2009 und 2008	21
5. SCHLUSSFOLGERUNGEN.....	28
6. LITERATUR.....	29

Anhang A: Photodokumentation Probenahme

Anhang B: Radiologische Messwerte



Abkürzungen

BfS	Bundesamt für Strahlenschutz
BS	Brenk Systemplanung GmbH
EKG	Erkennungsgrenze
F+E	Forschung und Entwicklung
IAF	IAF – Radioökologie GmbH Dresden
ICP-MS	Inductively-Coupled-Plasma Mass-Spectrometry (deutsch: Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma)
LAW	Low Active Waste (deutsch: schwachaktive Abfälle)
LBEG	Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie
LSC	Liquid Scintillation Counting (deutsch: Flüssigkeitsszintillationsmessung)
MAW	Medium Active Waste (deutsch: mittelaktive Abfälle)
MP	Messpunkt oder Messprobe
MW	Messwert
n. b.	nicht bestimmt
NMU	Niedersächsisches Ministerium für Umwelt- und Klimaschutz
NWG	Nachweisgrenze
StrlSchV	Strahlenschutzverordnung
URA	Zentrales Radionuklidlaboratorium UmweltRadioAktivität, Universität Regensburg
VKTA	Verein für Kernverfahrenstechnik und Analytik Rossendorf e. V



1. EINLEITUNG

Die Schachanlage Asse II wurde von 1908 bis 1965 als Kali- und Salzbergwerk betrieben. Von 1965 bis 1967 wurde sie als Anlage zur Erforschung der Einlagerung radioaktiver Abfälle umgebaut. Die als Forschung deklarierte Einlagerung erfolgte von 1967 bis 1978. Im Rahmen dieser Arbeiten wurden ca. 47.000 m³ radioaktive Abfälle eingelagert (LAW und MAW) [1]. Nach Beendigung des Einlagerungsbetriebes wurden nur noch Forschungsarbeiten durchgeführt. Ab dem Jahr 1995 wurden nur noch Teilbereiche des Grubenbaues für F+E-Arbeiten Externer bereitgestellt. Die hauptsächlichsten Arbeiten konzentrierten sich seit 1995 auf die systematische Verfüllung der Abbaue der Südflanke der Schachanlage Asse II mit Salz der Halde Ronnenberg. Nach Beendigung dieser Arbeiten schloss sich ab dem Jahr 2004 die Verfüllung des sogenannten Tiefenaufschlusses unterhalb der 775-m-Sohle an.

Das Forschungsbergwerk Asse stand unter bergrechtlicher Aufsicht, wobei auch die strahlenschutzrechtlichen Belange durch das Niedersächsische Ministerium für Umwelt- und Klimaschutz (NMU) und das Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) beaufsichtigt wurden [2].

Seit dem 1. Januar 2009 ist das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) Betreiber der Schachanlage Asse II [3]. Es gelten die Bestimmungen des Atomrechts. Für den bergbaulichen Betrieb der Anlage sowie für die Durchführung von Sicherungs- und Stilllegungsmaßnahmen ist die zum 1. Januar 2009 gegründete Asse-GmbH - Gesellschaft für Betriebsführung und Schließung der Schachanlage Asse II, im weiteren Asse-GmbH genannt, zuständig.

1.1. Anlass

In der Schachanlage Asse treten auf verschiedenen Sohlen Salzlösungen auf, die zum Teil auch radioaktive Kontaminationen aufweisen (insbesondere H-3 und Cs-137). Es sind zwei **wesentlich verschiedenartige Salzlösungen** zu unterscheiden:

- (1) **Zutrittslösungen**, die aus dem Nebengestein in das Grubengebäude eintreten und im Umfang von ca. 12 m³/d kontinuierlich auf den Sohlen 658 m, 725 m und 750 m gefasst werden. Oberhalb der 700-m-Sohle wird diese Zutrittslösung in Speicherbecken auf der 490-m-Sohle gepumpt und extern verwertet. Unterhalb der 700-m-Sohle verbleibt die Lösung in der Grube und wird intern verwertet. Die Zutrittslösung ist primär kontaminationsfrei und wird erst beim Kontakt mit der Grubenluft durch in der Grubenluft vorhandenen Radionuklide, vorrangig Tritium, kontaminiert.
- (2) **Kontaminierte Salzlösung**, die auf der 750-m-Sohle vor Einlagerungskammern in Sohlenschlitzen bzw. im Laugesumpf vor der Einlagerungskammer 12 anzutreffen sind und in der Vergangenheit teilweise in den Tiefenaufschluss verbracht wurden [2]. Bei diesen Salzlösungen handelt es sich teilweise um Lösungsrückstände des früheren (nassen) Versatzes von Abbaukammern, insbesondere beim Laugesumpf vor der Einlagerungskammer 12; sie könnten aber



z. T. auch durch Eindringen von Zutrittslösungen in (LAW-) Einlagerungskammern bedingt sein.¹

Daraus resultierte die Aufgabe, für die Entsorgung/Verwertung von gefassten Zutrittslösungen eine den Bestimmungen der StrlSchV entsprechende Vorgehensweise mit ausreichender Datenbasis zu entwickeln [4].

Für die Freigabe von Zutrittslösungen sowie für die Beurteilung kontaminierter Salzlösung erfolgte in 2008 durch BS und vier Unterauftragnehmer (IAF, VKTA, URA und FZJ) eine erste umfangreiche Beprobung an mehr als dreißig Messpunkten mit einer kompletten radiologischen und chemischen Analyse der Proben sowie einer radiologischen und strahlenschutzrechtlichen Bewertung der Ergebnisse [4]. Die drei wesentlichen Zielsetzungen der messtechnischen Untersuchungen waren:

- (1) Messungen zur **Freigabe** gefasster Zutrittslösungen zur Abgabe an die Grube Mariagluck² unter Einbeziehung aller gemäß StrlSchV § 29 (2) potentiell relevanten Radionuklide;
- (2) Messungen zur Klärung der Herkunft der maßgeblichen **Radionuklide**;
- (3) Analyse kontaminierter Salzlösungen aus Sohlenschlitzen vor Einlagerungskammern, die nicht zur Freigabe vorgesehen sind, zur Bestimmung eines möglichst vollständigen **Nuklidvektors**, mit dem potentielle Kontaminationen der in die SchachtanlageASSE eingedrungenen Deckgebirgslösung beurteilt werden können und mit dem auch die unterschiedliche Freisetzung/Mobilität von Radionukliden aus den Einlagerungskammern im Freigabeverfahren für gefasste Zutrittslösungen angemessen berücksichtigt werden kann.

Auf Basis der Messergebnisse und der Berechnung von Freigabewerten für potentiell relevante Radionuklide wurde in [4] gezeigt, dass die Kontamination der gefassten Zutrittslösungen unter Beachtung der Summenformel nach StrlSchV § 29(2) i. V. m. Anlage IV Teil A Nr. 2 so gering ist, dass sie ohne Bedenken für die Flutung/Verwahrung der Gruben Mariagluck bzw. Hope, oder Salzdetfurth freigegeben werden können.

1.2. Zielstellungen und Berichtsaufbau

Die wesentliche Zielstellung der Untersuchungen im Jahr 2009 besteht in einer vergleichenden Bewertung des aktuellen Zustandes der radioaktiven Kontamination von Zutrittslösungen und Salzlösungen mit den Ergebnissen aus dem Jahr 2008 (siehe [4]). Dazu wurden an ausgewählten Messpunkten aus dem Jahr 2008 die Beprobungen wiederholt. Neue Messpunkte wurden auf der 925-mS und 950-mS, wurden hinzugefügt, weil dort ebenfalls Zutritt von Salzlösung beobachtet wird.

Das für die Aktivitätsbestimmungen zu analysierende Nuklidspektrum und die dazu erforderlichen Analysemethoden wurden anhand der Messergebnisse aus 2008 festgelegt. Für diese Untersuchung wurden auch durch das Labor des BfS Analysen (Gammaskopimetrie, Ra-226/Ra-228 und H-3) durchgeführt, deren Ergebnisse in den vorliegenden Bericht vollständig einbezogen werden. An

¹ Dies kann insbesondere die Einlagerungskammern 4, 8 und 10 im südwestlichen Bereich der 750-m-Sohle betreffen.

² Nachträglich wurden weitere ehemalige Salzbergwerke, in denen ASSE-Zutrittslösung zur Flutung genutzt werden kann, in die Untersuchungen einbezogen (Bergwerk Hope, südlich von Schwarmstedt, und Schacht Salzdetfurth).



ausgewählten Messpunkten erfolgte außerdem eine chemische Analyse der Hauptkomponenten (Makrochemie) sowie ausgewählter Spurenelemente.

Im nachfolgenden **Kapitel 2** wird das Probenahme- und Messprogramm erläutert. Die Messpunkte werden aufgeführt und für jeden Messpunkt wird der Umfang der geplanten Laboranalysen beschrieben. Weiterhin werden die Institutionen genannt, die die jeweiligen Analysen durchgeführt haben. Der Umfang geplanter Parallelmessungen wird beschrieben.

In **Kapitel 3** wird die Durchführung der Probenahme und der Analysen beschrieben. Besonderheiten an einzelnen Messpunkten sowie Abweichungen vom Probenahme- und Messprogramm werden erläutert.

Die Messergebnisse dieser Untersuchungen werden in **Kapitel 4** dargelegt und beurteilt. Ergebnisse der Parallelmessungen werden ebenfalls dargestellt und bewertet. Die wesentlichen Ergebnisse der Aktivitätsmessungen werden diskutiert. Die chemischen Analysen werden angegeben und bzgl. wesentlicher Ergebnisse kommentiert.

Schlussfolgerungen aus den Ergebnissen werden in **Kapitel 5** gezogen.

Zur zitierten Literatur sei auf das **Kapitel 6** verwiesen.

In **Anhang A** sind die durchgeführten Probenahmen anhand von Photos dokumentiert. Die Messergebnisse der Aktivitätsmessungen sind vollständig in **Anhang B** zusammengefasst.

2. PROBENAHEME- UND MESSPROGRAMM

Das Mengengerüst der Probenahmen und das Messprogramm zu den radiologischen und chemischen Laboranalysen wurde darauf ausgerichtet, die in Kapitel 1 genannten Zielstellungen des Projekts durch ausreichende Repräsentativität der untersuchten Proben und durch abgesicherte Messwerte mit niedrigen Erkennungsgrenzen/Messunsicherheiten (analog zu den Anforderungen von [4]) sowie hoher Belastbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten.

Das ursprüngliche "Programm zur Probenahme und Laboranalyse von Zutrittslösung und kontaminierter Lauge in der Schachanlage Asse II im Herbst 2009" ([5]; Entwurf vom 25.09.09) wurde vor der Durchführung der Probenahme (06.10.09 und 07.10.09) mit zuständigen Mitarbeitern der Schachanlage Asse II und des BfS beraten und abgestimmt. Im Ergebnis wurde das endgültige Probenahme- und Messprogramm am 02.10.09 festgelegt ([6], siehe Tabelle 2-2). Die Beprobung an den Messpunkten MP_L1, MP_L5, MP_L6 und MP_L7 (jeweils Sohlenschlitze) wurde in der Planung unter den Vorbehalt gestellt, dass mit hoher Wahrscheinlichkeit an diesen Punkten wegen Trockenheit keine Lösungsprobe entnommen werden könnten und diese Beprobungen damit vmtl. entfallen. Für den Probenahmepunkt MP_22 wurde ein Trockenfallen der Messstelle als möglich erachtet.

Die Laboranalysen wurden von den folgenden vier Institutionen durchgeführt:

- Bundesamt für Strahlenschutz (BfS),
- IAF – Radioökologie GmbH, Dresden (IAF),
- Verein für Kernverfahrenstechnik und Analytik Rossendorf e. V. (VKTA) und



- Zentrales Radionuklidlaboratorium UmweltRadioAktivität der Universität Regensburg (URA).
Die von diesen Institutionen durchgeführten Messungen sind in Tabelle 2-1 aufgeführt.

Tabelle 2-1: Von den beteiligten Institutionen durchgeführte Analysen

Insti- tution	Gamma		Alpha				Beta				Che- mie	
	kom- plett	Ra n. Fäll. ^{*)}	Po-210	U	Pu	Am-241	H-3	C-14	Sr-90	Tc-99		Pb-210
BfS	x						x					
IAF	x	x	x	x			x				x	
VKTA									x	x		x
URA					x	x		x				

^{*)} Zusätzlich wurde vom BfS Ra-226 mittels Emanationsmessung und Ra-228 mittels Low-Level-Betaspektrometrie bestimmt.

Die gammaspektrometrischen Messungen erfolgten zwecks Qualitätssicherung parallel durch BfS und IAF. Für H-3 und Ra-226/Ra-228 (Gammaspektrometrie nach Fällung (IAF) bzw. Emanationsmessung und extraktionschromatographischer Methode (BfS)) wurden für 10 Proben Parallelmessungen (V) zwecks Qualitätssicherung durch IAF und BfS geplant.

Entsprechend den Erfahrungen aus 2008 wurden für einige Radionuklide redundante Messverfahren angewandt, um die Belastbarkeit der Messwerte nachzuweisen bzw. die Erkennungsgrenzen zu reduzieren (z. B. Messung von Ra-226 durch Gammaspektrometrie sowie durch Emanationsmessung, Betamessung für Pb-210 zur Ergänzung der Gammaspektrometrie).

Ausgewählte Proben von Zutrittslösungen und kontaminierten Salzlösungen wurden bzgl. der makrochemischen Hauptkomponenten und ausgewählter Spurenelemente analysiert. Diese chemischen Analysen bieten für das Systemverständnis und damit für die Interpretation der radiologischen Messwerte nützliche Informationen.

Die nachfolgende Tabelle 2-2 gibt eine Übersicht zum Mengengerüst der geplanten Probenahmen und der Laboranalysen für Zutrittslösungen, kontaminierte Salzlösung und Feststoffe (Planungsstand 02.10.09) sowie Informationen zum Umfang der Alphaspektrometrie und chemischer Analysen.

Zusätzlich sind in Tabelle 2-2 zur Information die 2009 durch die Asse GmbH eingeführten Bezeichnungen der Beprobungspunkte (sofern vorhanden) eingefügt.



Tabelle 2-2: Mengengerüst der Probenahmen und Laboranalysen für Zutrittslösungen, kontaminierte Salzlösungen und Feststoffe

Sohle	Probenbezeichnung	Beschreibung Probenahmeort	Nomenklatur der Messstellen der Asse GmbH	Anmerkungen	Gamma			Alpha			Beta			Chem. Analyse		BIS		
					komplett	Ra n. F.	Po-210	U	Pu	Am-241	H-3	C-14	Sr-90	Te-99	Ph-210	Gamma	Ra	
490 m	MP_SB1	Speicherbecken 1 (750 m³)																
490 m	MP_WPB	Waschplatz (18m3), Becken		Mischprobe (aus 4)														
658 m	MP_27-S1	Sammelbehälter 1 (40 m³)	L 658008	zw. Ka 3 und Wendel														
658 m	MP_27-S2	Sammelbehälter 2 (27 m³)	L 658008	in Diagonalstrecke														
658 m	MP_27-Z	frische Zutrittslösung vor Ka 3	L 658008	Zulauf hinter Verschlag														
658 m	MP_115	Laugesumpf vor Ka 4	P 658005															
725 m	MP_SaB2	Sammelbehälter 2 (40 m³)	P 725004	Zulauf westl. I. Sumpf														
725 m	MP_SaB3	Sammelbehälter 3 (27 m³)	L 725006	Zulauf Rollloch 2														
725 m	MP_RL1	Zulauf Rollloch 1	L 725005															
725 m	MP_RL2	Zulauf Rollloch 2	L 725006															
725 m	MP_38	westl. Laugesumpf	P 725004															
725 m	MP_39	Laugesumpf am Blindsch. 2	P 725007															
750 m	MP_ON	Querschlag Nord	P 750049															
750 m	MP_SK	bei Sprengstoffkammer	P 750040															
750 m	MP_RS-a	Reichelt-Sumpf	P 750008	Mischpr. vor Leermg.														
750 m	MP_RS-b	Reichelt-Sumpf	P 750009	Mischpr. neuer Zulauf														
750 m	MP_WP-RS	Waschj. am Reichelt-Sumpf		Mischpr. (aus 5 TB)														
750 m	MP_LSCH4	Laugesumpf vs. Schacht 4	P 750039	Mischpr. (aus 5 TB)														
750 m	MP_21	Laugestelle vor Ka 12	P 750029															
750 m	MP_22	Zulauf Rollloch 2	L 750002															
750 m	MP_36	Laugesumpf östl. Ka 9	P 750006															
750 m	MP_37	Laugesumpf westl. Ka 9	P 750007															
750 m	(MP_L1)	Sohlenschlitz östl. Ka 4	P 750041	entfällt wenn trocken														
750 m	MP_L2	Sohlenschlitz westl. Ka 4	P 750042															
750 m	MP_L3	Sohlenschlitz östl. Ka 8	P 750043															
750 m	MP_L4	Sohlenschlitz westl. Ka 8	P 750044															
750 m	(MP_L5)	Sohlenschlitz zw. Ka 8 & 9	P 750045	entfällt wenn trocken														
750 m	(MP_L6)	westl. Sohlenschl. Ka 10	P 750046	entfällt wenn trocken														
750 m	(MP_L7)	östl. Sohlenschlitz Ka 10	P 750047	entfällt wenn trocken														
925 m	MP_S925-1	Sumpf Nr. 925001	P 925001															
925 m	MP_S925-2	Sumpf Nr. 925002	P 925002															
950 m	MP_S950-1	Sumpf Nr. 950001	P 950001															
750 m	MP_21-F	Salz/Bodensatz aus MP_21		Analysenwerte bezogen auf														
750 m	MP_L3-F	Salz/Bodensatz aus MP_L3		Trockenmasse (Bq/kg)														
750 m	MP_L4-F	Salz/Bodensatz aus MP_L4																
	Probenzahl				31	11	19	31	7	7	10	17	13	13	19	13	31	28

Anmerkungen:

- Zu H-3 und Ra-226/Ra-228 (Gammaskopie nach Fällung) erfolgen für 10 Proben Parallelmessungen (V) zwecks Qualitätsicherung durch IAF und BIS.
- Die in Klammern gesetzten Probenbezeichnungen (MP_L1, L5, L6 und L7) entfallen mit hoher Wahrscheinlichkeit wegen Trockenheit; sie wurden in der Gesamtprobenzahl nicht berücksichtigt. Aus dem gleichen Grund könnte MP_22 entfallen.
- Bei der Alphaskopie sind für U die Isotope U-233/234, U-235, U-236 und U-238 sowie für Pu die Isotope Pu-238 und Pu-239/240 zu analysieren.
- Die chemische Analyse umfasst alle Parameter (Dichte, pH, Leitfähigkeit; Temperatur ist bei der Probenahme zu messen), makrochemische Kationen (Na, K, Mg, Ca, Mn, Fe) und Anionen (Hydrogencarbonat, Carbonat, Chlorid, Sulfat, Bromid, Iodid, Fluorid, Phosphat, Nitrat, Nitrit und Sulfid) sowie Spurenelemente (Zn, Co, Sr, Ba, Pb, U, Th).



3. DURCHFÜHRUNG DER PROBENAHMEN UND LABORANALYSEN

3.1. Probenahmen

Die Probenahme erfolgte, wie geplant, am 06.10.09 und 07.10.09 durch erfahrene Mitarbeiter von BfS, BS und IAF bei aktiver Mitwirkung von Mitarbeitern der Schachanlage Asse II. Eine Photodokumentation der durchgeführten Probenahme enthält Anhang A. Für die Beprobung am MP_21 konnte aus logistischen Gründen keine Photodokumentation erfolgen. Hier wird auf die Beprobung 2008 verwiesen.

Bei der Beprobung von Zutrittslösungen und Salzlösungen wurde an den Messpunkten jeweils ein Gefäß (10-l- bzw. 20-l-Kanister) mit einer für alle am Messpunkt geplanten Messungen ausreichenden Menge befüllt. Anschließend wurden die befüllten Gefäße in den untertägigen Probenaufbereitungsraum der Schachanlage Asse II gebracht. Dort erfolgte die weitere Aufteilung durch Aliquotierung der Probe in die benötigte Anzahl von Analysenproben zum Transport in die einzelnen Messlabore. Dabei wurden die Ausgangsproben vor dem Aliquotieren homogenisiert und auf Niederschläge kontrolliert.

Eine Ausnahme bildet die Probe am Messpunkt MP_S925-2. Dort konnte nicht genügend Lauge für die sonst angewendete Vorgehensweise bei der Aliquotierung entnommen werden. Es wurde eine für eine gammaspektrometrische Messung ausreichende Probenmenge abgefüllt. Die Messung wurde zuerst vom BfS und anschließend von IAF an derselben Probenflüssigkeit durchgeführt. Anschließend erfolgte eine Aliquotierung durch IAF und eine Weitergabe an die entsprechenden Labore für die weiteren Messungen. Auf Grund der geringen Probenmenge konnten die chemischen Analysen für diesen Messpunkt nicht durchgeführt werden.

Die Feststoffproben wurden vor dem Aliquotieren gut durchmischt. Die Aliquotierung wurde für eine möglichst homogene Verteilung des Probematerials in vielen Teilschritten durchgeführt, d. h. es wurden wiederholt kleine Mengen auf die Gefäße verteilt.

Die Messpunkte MP_L1, MP_L5, MP_L6 und MP_L7 waren wie erwartet trocken (siehe Tabelle 2-2), so dass dbzgl. Probenahmen entfielen. Dies trifft auch auf den Messpunkt MP_WP-RS zu.

Am Messpunkt MP_22 wurde Lauge in geringer Menge vorgefunden. Gemäß Aussagen der Mitarbeiter der Schachanlage Asse II erfolgt an der betreffenden Stelle allerdings kein Laugenzulauf mehr. Eine Probe konnte entnommen werden, allerdings enthielt diese sehr viel Bodensatz. Um diesen nicht mitzuerfassen erfolgte die Aliquotierung der überstehenden Lösung erst einen Tag nach der Probenahme.

Beim Messpunkt MP_39 erfolgte die Beprobung sowohl direkt aus dem Laugensumpf (MP_39/1) als auch als Mischprobe aus fünf (anstatt wie irrtümlich im Beprobungsplan angegeben sechs) 1-m³-Transportbehälter, die abgepumpte Lauge aus dem Laugensumpf enthielten (MP_39/2). Das Messprogramm wurde für beide Proben wie für MP_39 geplant durchgeführt.

Beim Messpunkt MP_RS (Reicheltsümpfe) waren bei der Beprobung 2008 zwei getrennte Laugensümpfe vorgefunden worden. Bei der aktuellen Beprobung am 06.10.2009 wurden drei getrennte



Laugensümpfe (MP_RS-a, MP_RS-b und MP_RS-c) vorgefunden. Der linke (MP_RS-a) und der mittlere (MP_RS-b) Zutritt konnten direkt beprobt werden. Beim rechten Zutritt (MP_RS-c) war dies auf Grund eines möglichen Löserfalls aus Sicherheitsgründen nicht möglich. Deshalb wurden zusätzlich Lösungsproben aus 1-m³-Transportbehältern (entnommen am 28.09.09) für alle drei Messpunkte von der Asse-GmbH bereitgestellt. Diese werden unter den gleichen Probenbezeichnungen, jedoch mit dem Zusatz 28.09. geführt. Die Analyse der zusätzlichen Proben umfasst Gammaspektrometrie durch BfS und IAF sowie Alphaspektrometrie der Urannuklide analog zu den sonstigen Proben durch IAF.

3.2. Laboranalysen

Bei den Laboranalysen wurden messtechnisch große Anstrengungen unternommen, um die geforderten sehr niedrigen Erkennungsgrenzen zu erreichen.

Die gammaspektrometrischen Messungen erfolgten wie geplant parallel durch BfS und IAF.

Die H-3-Parallelmessungen wurden wie geplant durchgeführt. Bei den Parallelmessungen hinsichtlich Ra-226/Ra-228 mussten die Analysen durch BfS an den Proben der Messpunkte MP_21, MP_L3 und MP_S950-1 entfallen. Dafür wurde an der Probe MP_RS-b (06.10.) von IAF Ra-226 und Ra-228 ebenfalls nach Fällung gemessen. Somit verbleiben hierzu 8 Vergleichsproben.

Für die Messpunkte MP_L2, MP_L4, MP_S925-1 und MP_S925-2 wurden die Ra-226/Ra-228-Analysen anstatt vom BfS durch IAF durchgeführt.

Die chemische Analytik der Probe MP_L3-F ergab inkonsistente Ergebnisse. Deshalb musste hier die Analyse mit einer Rückstellprobe des BfS wiederholt werden. Die chemische Analyse der Probe MP_S925-2 musste wegen zu geringer Probenmenge entfallen.

4. ERGEBNISSE DER LABORANALYSEN

Die radiologischen und chemischen Laboranalysen wurden für das in Kapitel 2 und 3 definierte Mengengerüst durchgeführt. Die Messwerte der radiologischen Analysen sind in Anhang B (inklusive aller EKG und NWG) dokumentiert, die Messwerte der chemische Analysen sind in Tabelle 4-8 (Feststoffproben) und Tabelle 4-9 (Proben von Salzlösungen und Zutrittslösungen) dokumentiert.

In **Abschnitt 4.1** werden kurze Erläuterungen zur Darstellung der radiologischen Messwerte gegeben. **Abschnitt 4.2** stellt die Parallelmessungen zwischen BfS und IAF dar. **Abschnitt 4.3** gibt einen Überblick über die radiologischen und chemischen Messungen. In **Abschnitt 4.4** werden zu den einzelnen Messpunkten die aktuellen Ergebnisse mit den Ergebnissen aus 2008 verglichen.

4.1. Zur Darstellung der radiologischen Messwerte

Zur vollständigen Darstellung der Ergebnisse von Kernstrahlungsmessungen werden verschiedene Parameterwerte für die Quantifizierung von Messunsicherheiten angegeben, die zunächst kurz erläutert werden (zu den weiterführenden Grundlagen sei auf [7] verwiesen). Die Parameterwerte beziehen sich immer auf ein bestimmtes Radionuklid.



Die **Erkennungsgrenze (EKG)** ist definiert als der kritische Wert eines statistischen Tests der Nullhypothese "Aktivität des analysierten Radionuklids in der Probe ist gleich Null". Wenn der Messwert größer als die EKG ist, wird die Nullhypothese verworfen. Dabei kann ein Fehler 1. Art (Nullhypothese wird fälschlich verworfen) zur vorgegebenen Irrtumswahrscheinlichkeit³ auftreten.

Die **Nachweisgrenze (NWG)** ist über die Irrtumswahrscheinlichkeit für den Fehler 2. Art definiert, bei dem die Nullhypothese fälschlich angenommen wird (es wird keine Aktivität nachgewiesen, obwohl in Wahrheit eine Aktivität des analysierten Radionuklids vorliegt).

Wenn der Messwert über der NWG liegt, kann mit großer Sicherheit davon ausgegangen werden, dass die Nullhypothese nicht gerechtfertigt ist und eine Aktivität des analysierten Radionuklids vorliegt. In diesem Fall wird durch untere und obere Vertrauensgrenzen ein **Vertrauensbereich** charakterisiert, der den wahren Wert der Messgröße bei vorgegebener Irrtumswahrscheinlichkeit einschließt. Vereinfacht wird angenommen, dass die Messunsicherheit durch eine Normalverteilung mit der Standardunsicherheit σ beschrieben werden kann. Der wahre Wert der Messgröße liegt dann für die mit 0,05 angesetzte Irrtumswahrscheinlichkeit im Vertrauensbereich "Messwert $\pm 2 \cdot \sigma$ ".

Die Erkennungsgrenze einer Messung charakterisiert somit jene Schwelle, unter der eine eventuell vorhandene geringe Aktivität nicht erkannt wird. Die Nachweisgrenze ist dagegen jene Grenze, über der die Messwerte mit hoher Sicherheit einer real vorhandenen Aktivität entsprechen. Die Unsicherheit der Messung dieser Aktivität wird durch den Vertrauensbereich charakterisiert.

Für die radiologischen Messwerte sind in den Tabellen von Anhang B sowohl EKG als auch NWG angegeben. Fälle mit Messwerten "< EKG" bzw. "< NWG" (aber größer EKG) sind durch ein "x" in der entsprechenden Spalte gekennzeichnet. Im letztgenannten Fall ist informativ der Messwert aufgeführt, der eine Tendenz bzgl. der Nullhypothese oder einer nicht nachgewiesenen Aktivität zum Ausdruck bringt, jedoch nicht weiter interpretiert wird. Der Vertrauensbereich für Messwerte über der NWG ist durch den Wert von $2 \cdot \sigma$ charakterisiert.

4.2. Parallelmessungen

Parallelmessungen zur Qualitätssicherung bzgl. H-3, Ra-226 und Ra-228 erfolgten durch BfS und IAF an einigen Proben; gammaspektrometrische Messungen erfolgten für allen Proben durch beide Institutionen.

Tabelle 4-1 zeigt die Ergebnisse der Parallelmessung zwischen BfS und IAF für H-3. Die Parallelmessungen fanden für 10 Proben statt. Die Messung der Tritiumkonzentration erfolgte jeweils mittels Beta-LSC. Bei den Ergebnissen des BfS wurden grundsätzlich keine EKG sondern nur eine NWG angegeben.

³ Für alle statistischen Kenngrößen wurde einheitlich eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,05 vorgegeben.

Tabelle 4-1: Ergebnisse der Parallelmessungen zu H-3, Angaben in Bq/l

Probe	BfS		IAF	
	Messwert	2·σ	Messwert	2·σ
MP_SB1	108	13	118	14
MP_27-Z	< NWG (7,2)		< EKG (3)	
MP_SaB3	116	14	115	14
MP_QN	61,3	8,0	58	8
MP_RS-a	58,5	7,8	61	8
MP_21	1.400.000	210.000	1.240.000	130.000
MP_36	1.270	140	1.230	130
MP_37	75.700	11.400	79.000	8.200
MP_L3	2.470.000	370.000	1.960.000	210.000
MP_S950-1	5.110	770	4.250	720

Die H-3-Messwerte von IAF und BfS stimmen unter Beachtung der Messunsicherheiten für alle 10 Proben über einen Wertebereich von $2 \cdot 10^6$ Bq/l bis zur Erkennungs- bzw. Nachweisgrenze im Bereich einiger Bq/l gut überein.

Tabelle 4-2 und Tabelle 4-3 zeigen die Ergebnisse der Parallelmessungen für Ra-226 und Ra-228. Durch IAF erfolgte die Messung von Ra-226 und Ra-228 gammaspektrometrisch nach Fällung. Durch das BfS wurde Ra-226 mit Emanationsmessung und Ra-228 betaspektrometrisch (nach Fällung) bestimmt. Bei den Ergebnissen des BfS (Ra nach Fällung) wurden keine EKG sondern nur NWG angegeben.

Tabelle 4-2: Ergebnisse der Parallelmessungen zu Ra-226, Angaben in Bq/l

Probe	BfS		IAF	
	Messwert	2·σ	Messwert	2·σ
MP_SB1	0,226	0,026	0,204	0,024
MP_27-Z	0,232	0,027	0,18	0,03
MP_SaB3	0,019	0,003	0,024	0,012
MP_QN	< NWG (0,0074)		< EKG (0,008)	
MP_RS-a (06.10)	0,013	0,002	0,017	0,005
MP_RS-b (06.10)	0,017	0,002	0,026	0,008
MP_36	0,009	0,002	< EKG 0,013	
MP_37	0,006	0,002	< NWG (0,016)	

Für die Proben, an denen durch IAF Ra-226 nach Fällung nicht bestimmt wurde, erfolgte eine Bestimmung durch direkte gammaspektrometrische Messung. Bei diesen Analysen wurden jedoch ausschließlich Werte kleiner EKG bzw. in zwei Fällen kleiner NWG gefunden. Diese Analysen werden nicht in den Vergleich einbezogen.

Das Isotop Ra-228 wurde vom BfS an allen Proben und durch IAF an den Proben, an denen keine Gammaspektrometrie nach Fällung erfolgte, durch direkte gammaspektrometrische Messung bestimmt. Für die Proben MP_27S1 und MP_27S2 wurden dabei Werte oberhalb der NWG gefunden.



Diese beiden Proben werden zusätzlich in den Vergleich einbezogen (somit insgesamt 10 Vergleichsproben).

Tabelle 4-3: Ergebnisse der Parallelmessungen zu Ra-228, Angaben in Bq/l

Probe	BfS Betaspek. nach Fällung		BfS Gammaspect. direkt		IAF	
	Messwert	2·σ	Messwert	2·σ	Messwert	2·σ
MP SB1	0,468	0,072	0,57	0,2	0,360	0,048
MP 27-S1	n. b.		0,617	0,094	0,52 (direkt)	0,26
MP 27-S2	n. b.		0,681	0,10	0,65 (direkt)	0,26
MP 27-Z	0,592	0,091	0,54	0,2	0,44	0,06
MP SaB3	0,032	0,008	< EKG*		0,030	0,012
MP QN	< NWG (0,008)		< EKG*		< EKG 0,01	
MP RS-a	0,013	0,006	< EKG*		< NWG (0,018)	
MP RS-b	0,020	0,006	< EKG*		< NWG (0,018)	
MP 36	< NWG, (0,010)		< EKG*		< EKG (0,01)	
MP 37	< NWG, (0,011)		< EKG*		< EKG (0,01)	

* EKG einheitlich ca. 0,1 Bq/l

Sowohl die Ra-226- als auch die Ra-228-Messwerte von IAF und BfS stimmen unter Beachtung der Messunsicherheiten für alle betrachteten Proben gut überein. Die direkt bestimmten gammaspektrometrischen Werte für Ra-228 stimmen ebenfalls gut überein und sind konsistent mit den nach Fällung betaspektrometrisch bestimmten Werten.

Zum Vergleich der gammaspektrometrischen Messungen zwischen BfS und IAF werden die Ergebnisse für die Nuklide K-40, Cs-137 und Pb-210 herangezogen. Für die weiteren bestimmten Nuklide wurde (bis auf eine Ausnahme für Co-60 und wenige Ausnahmen bei Ra-228) übereinstimmend von BfS und IAF nur EKG festgestellt.

In Tabelle 4-4 sind die Ergebnisse der Parallelmessung zwischen BfS und IAF für K-40 zusammengestellt. Hier liegen Messwerte oberhalb NWG für alle 34 Proben vor.

Tabelle 4-4: Ergebnisse der Parallelmessungen zu K-40, Angaben in Bq/l bzw. Bq/kg für Feststoffe (Trockenmasse)

Probe	BfS		IAF	
	Messwert	2·σ	Messwert	2·σ
MP SB1	140	10	138	12
MP WPB	43	5	40	5
MP 27-S1	93	8	95	8
MP 27-S2	120	10	126	10
MP 27-Z	88	7	94	7
MP 115	270	15	274	18
MP SaB2	255	15	262	17
MP SaB3	175	12	166	11
MP RL1	23	5	33	4
MP RL2	170	10	169	11
MP 38	253	15	253	18
MP 39/1	920	50	900	65
MP 39/2	840	50	909	66
MP QN	278	20	306	24
MP SK	59	6	75	15
MP RS-a	360	30	424	80
MP RS-a (28.09.)	109	12	83	7
MP RS-b	164	12	185	13
MP RS-b (28.09.)	105	12	91	7
MP RS-c (28.09.)	55	7	42	7
MP LSCH4	28	5	28	4
MP 21	40	10	57	8
MP 22	24	5	28	3
MP 36	557	50	584	52
MP 37	154	20	124	9
MP L2	471	25	446	31
MP L3	457	25	461	32
MP L4	476	25	467	33
MP S925-1	64	7	93	7
MP S925-2	76	7	89	7
MP S950-1	23	5	31	3
MP 21-F (Feststoff)	2.470	150	2.460	210
MP L3-F (Feststoff)	1.300	80	1.330	90
MP L4-F (Feststoff)	1.500	100	1.660	110

Die Messwerte von IAF und BfS stimmen unter Beachtung der Messunsicherheiten für alle 34 Proben gut überein.

In Tabelle 4-5 sind die Ergebnisse der Parallelmessung zwischen BfS und IAF für Cs-137 zusammengestellt. Hier liegen Messwerte oberhalb NWG für 14 Proben vor. Für die restlichen 20 Proben

wurde hier übereinstimmend von BfS und IAF nur Werte unterhalb EKG gefunden. Diese Proben sind nicht aufgeführt.

Tabelle 4-5: Ergebnisse der Parallelmessungen zu Cs-137, Angaben in Bq/l bzw. Bq/kg für Feststoffe (Trockenmasse)

Probe	BfS		IAF	
	Messwert	2·σ	Messwert	2·σ
MP WPB	0,29	0,05	0,21	0,05
MP 39/1	0,41	0,08	0,46	0,1
MP 39/2	0,23	0,07	0,16	0,07
MP 21	28.000	2.000	31.330	1.950
MP 36	0,15	0,05	0,19	0,05
MP L2	681	30	625	37
MP L3	2.170	100	2.120	130
MP L4	134	10	150	10
MP S925-1	55	5	61	6
MP S925-2	110	8	118	8
MP S950-1	32	3	36	3
MP 21-F (Feststoff)	580.000	30.000	545.000	43.000
MP L3-F (Feststoff)	15.400	800	15.100	1.080
MP L4-F (Feststoff)	9.700	600	9.940	650

Die Cs-137-Messwerte von IAF und BfS stimmen unter Beachtung der Messunsicherheiten für alle 14 Proben über einen Wertebereich von $5 \cdot 10^5$ Bq/kg bzw. $3 \cdot 10^4$ Bq/l bis zu 0,1 Bq/l gut überein.

In Tabelle 4-6 sind die Parallelmessung zwischen BfS und IAF für Pb-210 zusammengestellt. Hier liegen Messwerte oberhalb NWG für 14 Proben (IAF) vor. Durch das BfS erfolgten diese Messungen gammaspektrometrisch, durch IAF (an den dargestellten Messpunkten) mittels Low-Level-Betaspektrometrie. Für die restlichen 20 Proben wurden übereinstimmend von BfS und IAF nur Werte unterhalb der EKG gefunden. Diese Proben sind nicht aufgeführt.

Tabelle 4-6: Ergebnisse der Parallelmessungen zu Pb-210, Angaben in Bq/l

Probe	BfS		IAF	
	Messwert	2·σ	Messwert	2·σ
MP QN	< EGK (0,65)		0,38	0,04
MP RS-a	11,8	2	8,4	1
MP RS-a (28.09.)	6,4	0,7	6,2	0,8
MP RS-b	5,5	0,5	5,9	0,7
MP RS-b (28.09.)	6,5	0,7	6,6	0,8
MP RS-c (28.09.)	4,2	0,6	3,8	0,6
MP 21	< EKG (10)		7,8	0,8
MP L2	< EKG (1,85)		0,086	0,033
MP L3	< EKG (3)		0,8	0,15



MP L4	12,3	2	12	2
MP S925-1	< EKG (0,7)		0,7	0,08
MP S925-2	< EKG (0,8)		0,21	0,07
MP S950-1	< EKG (0,7)		0,36	0,05
MP S925-2	43	13	50	14

Die Pb-210-Messwerte von IAF und BfS stimmen gut überein. Dabei ist die NWG bzw. die EKG bei dem von IAF angewendeten Verfahren deutlich niedriger.

4.3. Übersicht zu radiologischen Messwerten und zu den chemischen Analysen

Tabelle 4-7 gibt eine Übersicht zu wichtigen Messergebnissen der radiologischen Analysen. Eine Vielzahl künstlicher Radionuklide, deren Messung in allen untersuchten Salzlösungen zur Aussage "Aktivitätskonzentration $C_i < EKG_i$ " führte, ist in Tabelle 4-7 nicht aufgeführt. Alle Messwerte sowie die erreichten EKG und NWG sind in Anhang B dokumentiert. Folgende künstliche Radionuklide wurden sowohl in den gefassten Zutrittslösungen als auch in den Salzlösungsproben aus der Nähe von LAW-Kammern nicht vorgefunden:

Nb-94, Ag-108m, Sb-125, I-129, Ba-133, Eu-152, Eu-154, U-236.

Drei weitere künstliche Radionuklide wurden ausschließlich in Salzlösungsproben aus der Nähe von LAW-Kammern vorgefunden:

Co-60, Sr-90, Tc-99.

Co-60 tritt dabei nur in Probe MP_21 mit einer Konzentration von ca. 4,7 (BfS) bzw. 4,1 (IAF) Bq/l auf. Details zu diesen Radionukliden können den Tabellen im Anhang B entnommen werden.

Das **Thoriumisotop** Th-232 wurde mittels ICP-MS durch VKTA bestimmt (siehe Tabelle 4-9). Auf Grund der hohen Ionenstärke der Proben waren für diese Messungen hohe Verdünnungen notwendig. Die mit den Verdünnungen verbundenen Korrekturen des Sensitivitätsfaktors beim Analyseverfahren erhöhen die Unsicherheit der Messergebnisse erheblich. Für Th-232 kann daher nur eine NWG angegeben werden.

Bei den ICP-MS Messungen tritt für **U-238** das gleiche Problem auf wie für Th-232. Es werden deshalb ausschließlich die alphaspektrometrisch bestimmten U-238-Werte ausgewertet, die größtenteils oberhalb der EKG und NWG liegen. Bzgl. **U-233** ist anzumerken, dass die alphaspektrometrischen Messungen keine Unterscheidung von der Aktivität des natürlichen Uranisotops **U-234** ermöglichen. Eine Übersicht über die Messwerte der Uranisotope U-233/U-234 und U-238 wird in Tabelle 4-7 gegeben. Für das Isotop **U-235** wurde nur am Messpunkt MP_22 ein Wert oberhalb der EKG bzw. NWG gefunden. Die U-235 Aktivität beträgt dort 0,02 Bq/l.

Die Nuklide **Pu-238, Pu-239/240** und **Am-241** wurden alphaspektrometrisch durch URA bestimmt. Die erreichten Nachweisgrenzen liegen dabei zum Teil unter 0,001 Bq/l. Geringe Aktivitäten dieser Nuklide wurden in Salzlösungsproben aus der Nähe von LAW-Kammern nachgewiesen (siehe Tabelle 4-7).

Die sonstigen gemessenen Nuklidkonzentrationen (mit Ausnahme von K-40) sind vollständig in Tabelle 4-7 angegeben (bzgl. K-40 siehe Tabelle 4-4).

Im Rahmen der "Beprobung 2009" von Zutrittslösungen und kontaminierter Salzlösung wurden **chemische Analysen** für wichtige Messstellen der 750-m-Sohle durchgeführt; des Weiteren erfolgte eine Untersuchung von Salzlösungen der 925-m-Sohle und der 950-m-Sohle, die 2008 noch nicht auftraten. Für die Messstellen MP_21, MP_L3 und MP_L4 wurde die chemische Zusammensetzung auch für drei Feststoffproben (Salz/Bodensatz) bestimmt. Der Untersuchungsumfang umfasste allgemeine physiko-chemische Parameter wie Dichte, pH-Wert, und elektrische Leitfähigkeit sowie Temperatur (bei der Probenahme), die makrochemische Analyse der Gehalte der Kationen (Na, K, Mg, Ca, Mn, Fe) und Anionen (Hydrogenkarbonat, Karbonat, Chlorid, Sulfat, Bromid, Iodid, Fluorid, Phosphat, Nitrat, und Nitrit) sowie die Bestimmung der Gehalte ausgewählter Spurenelemente (Zn, Co, Sr, Ba, Pb, U, Th). Die Ergebnisse der durchgeführten chemischen Analysen sind in Tabelle 4-8 (Feststoffproben) und Tabelle 4-9 (Salzlösungsproben) aufgeführt.

Die relative Abweichung in der Ionenbilanz (ΔI) der durchgeführten makrochemischen Analysen der Salzlösungsproben wurde nach der Formel

$$\Delta I = \frac{100 \cdot (\sum \text{Kationen}(eq) - \sum \text{Anionen}(eq))}{0,5 \cdot (\sum \text{Kationen}(eq) + \sum \text{Anionen}(eq))}$$

ermittelt. Trotz der hohen gelösten Stoffkonzentrationen (Salinität) der untersuchten Proben beträgt die relative Abweichung der Ionenbilanz weniger als $\pm 10\%$. Die makrochemische Charakteristik der untersuchten Salzlösungen entspricht – trotz einiger Abweichungen in den Absolutkonzentrationen – derjenigen, die in 2008 für die entsprechenden Messpunkte ermittelt wurde. So wird der Lösungsinhalt der auf der 750-m-Sohle beprobten Salzlösungen i. W. von Mg und Cl dominiert (Anteil an der Kationen- bzw. Anionenäquivalentsumme i. d. R. jeweils größer 90 %). Lediglich die Probe MP_L2 (Sohlenschlitz westl. Kammer 4) weist höhere Anteile an Na (ca. 44 % der Kationenäquivalentsumme) auf. In dieser Probe tritt auch der höchste Sulfatanteil auf (ca. 16 % der Anionenäquivalentsumme). Bei den in 2009 erstmalig beprobten Salzlösungen von der 925- und 950-m-Sohle handelt es sich ebenfalls um Mg-Cl-dominierte Salzlösungen.

Die ermittelte chemische Zusammensetzung der Feststoffprobe MP_21-F ist im Rahmen der zu erwartenden Variabilität mit den Untersuchungsergebnissen aus 2008 konsistent. Demgegenüber weist die chemische Zusammensetzung der Probe MP_L4-F gegenüber der in 2008 an diesem Messpunkt genommenen Probe signifikante Unterschiede auf: Während der in 2008 beprobte Bodensatz i. W. aus Na und Cl bestand, treten in der jetzt entnommenen Probe signifikante Gehalte an K und insbesondere Mg auf, so dass sich eine ähnliche chemische Zusammensetzung im System Na-K-Mg-Cl wie für die Probe MP_21-F ergibt.

Die Probe MP_L3-F wird durch Na und Cl dominiert. Die Mg und K Anteile sind 2009 geringer als 2008.



Tabelle 4-7: Übersicht zu Messergebnissen^{*)} der Aktivitätskonzentration in Salzlösungen in **Bq/l** und in Feststoffproben in **Bq/kg (Trockenmasse)**

Messpunkt	Sohle	H-3			C-14		Po-210	
		BfS	IAF					
MP_SB1	490 m	108	118	MW	0,06	MW	0,002	EKG
MP_WPB	490 m	297		MW	n. b.		n. b.	
MP_27-S1	658 m	7,4		NWG	n. b.		n. b.	
MP_27-S2	658 m	290		MW	n. b.		n. b.	
MP_27-Z	658 m	7,2	3	NWG/EKG	0,09	MW	0,002	NWG
MP_115	658 m	921		MW	n. b.		n. b.	
MP_SaB2	725 m	132		MW	0,05	EKG	0,004	NWG
MP_SaB3	725 m	116	115	MW	0,05	EKG	0,045	MW
MP_RL1	725 m	1.270		MW	0,05	EKG	n. b.	
MP_RL2	725 m	109		MW	n. b.		n. b.	
MP_38	725 m	119		MW	n. b.		n. b.	
MP_39/1	725 m	1.910		MW	n. b.		n. b.	
MP_39/2	725 m	1.880		MW	n. b.		n. b.	
MP_QN	750 m	61,3	58	MW	n. b.		0,057	MW
MP_SK	750 m	263		MW	n. b.		n. b.	
MP_RS-a	750 m	58,5	61	MW	n. b.		1,01	MW
MP_RS-a (28.09.)	750 m	n. b.			n. b.		2,3	MW
MP_RS-b	750 m	130		MW	n. b.		0,94	MW
MP_RS-b (28.09.)	750 m	n. b.			n. b.		2,06	MW
MP_RS-c (28.09.)	750 m	n. b.			n. b.		1	MW
MP_LSCH4	750 m	504		MW	n. b.		n. b.	
MP_21	750 m	1.400.000	1.240.000	MW	8,9	MW	2,74	MW
MP_22	750 m	1.520		MW	n. b.		n. b.	
MP_36	750 m	1.270	1.230	MW	0,17	MW	0,01	MW
MP_37	750 m	75.700	79.000	MW	0,45	MW	0,12	MW
MP_L2	750 m	3.120.000		MW	1.111	MW	0,014	MW
MP_L3	750 m	2.470.000	1.960.000	MW	30	MW	0,8	MW
MP_L4	750 m	3.230.000		MW	11,9	MW	1,37	MW
MP_S925-1	925 m	22.500		MW	0,21	MW	0,19	MW
MP_S925-2	925 m	19.200		MW	n. b.		0,036	MW
MP_S950-1	950 m	5.110	4.250	MW	0,25	MW	0,125	MW
MP_21-F (Feststoff)	750 m	n. b.			12,8	MW	7,4	MW
MP_L3-F (Feststoff)	750 m	n. b.			245	MW	46	MW
MP_L4-F (Feststoff)	750 m	n. b.			9,1	MW	5,5	MW

^{*)} MW = Messwert oberhalb Nachweisgrenze, NWG = Nachweisgrenze, EKG = Erkennungsgrenze, n. b. = nicht bestimmt

Tabelle 4-7 (Fortsetzung) Übersicht zu Messergebnissen^{*)} der Aktivitätskonzentration in Salzlösungen in Bq/l und in Feststoffproben in Bq/kg (Trockenmasse)

Messpunkt	Sohle	Cs-137			Pb-210		
		BfS	IAF		BfS	IAF ^{**)}	
MP SB1	490 m	0,03	0,06	EKG	0,65	0,03 (b)	EKG
MP WPB	490 m	0,29	0,21	MW	0,465	0,34	EKG
MP 27-S1	658 m	0,025	0,05	EKG	0,58	0,36	EKG
MP 27-S2	658 m	0,03	0,05	EKG	0,55	0,36	EKG
MP 27-Z	658 m	0,023	0,06	EKG	0,48	0,04 (b)	EKG
MP 115	658 m	0,03	0,06	EKG	0,6	0,52	EKG
MP SaB2	725 m	0,03	0,09	EKG	0,8	0,03	EKG
MP SaB3	725 m	0,03	0,06	EKG	0,65	0,03 (b)	EKG
MP RL1	725 m	0,022	0,08	EKG	0,41	0,41	EKG
MP RL2	725 m	0,03	0,06	EKG	0,5	0,49	EKG
MP 38	725 m	0,035	0,07	EKG	0,65	0,61	EKG
MP 39/1	725 m	0,41	0,46	MW	1,05	0,79	EKG
MP 39/2	725 m	0,23	0,16	MW	0,95	1,2	EKG
MP QN	750 m	0,04	0,15	EKG	0,65	0,38 (b)	EKG/MW
MP SK	750 m	0,02	0,08	EKG	0,47	0,67	EKG
MP RS-a	750 m	0,035	0,08	EKG	11,8	8,4 (b)	MW
MP RS-a (28.09.)	750 m	0,03	0,11	EKG	6,4	6,2 (b)	MW
MP RS-b	750 m	0,03	0,07	EKG	5,5	5,9 (b)	MW
MP RS-b (28.09.)	750 m	0,025	0,07	EKG	6,5	6,6 (b)	MW
MP RS-c (28.09.)	750 m	0,025	0,09	EKG	4,2	3,8 (b)	MW
MP LSCH4	750 m	0,025	0,08	EKG	0,43	0,68	EKG
MP 21	750 m	28.000	31.330	MW	10	7,8 (b)	MW
MP 22	750 m	0,025	0,07	EKG	0,42	0,82	EKG
MP 36	750 m	0,15	0,19	MW	0,9	0,05 (b)	EKG
MP 37	750 m	0,03	0,05	EKG	0,55	0,31 (b)	EKG/MW
MP L2	750 m	681	625	MW	1,85	0,086 (b)	EKG/MW
MP L3	750 m	2170	2120	MW	3	0,8 (b)	EKG/MW
MP L4	750 m	134	150	MW	12,3	12 (b)	MW
MP S925-1	925 m	55	61	MW	0,7	0,7 (b)	EKG/MW
MP S925-2	925 m	110	118	MW	0,8	0,21 (b)	EKG/MW
MP S950-1	950 m	32	36	MW	0,55	0,36 (b)	EKG/MW
MP 21-F (Feststoff)	750 m	580.000	545.000	MW	80	31 (b)	EKG/MW
MP L3-F (Feststoff)	750 m	15.400	15.100	MW	43	50 (b)	MW
MP L4-F (Feststoff)	750 m	9.700	9.940	MW	23	28 (b)	NWG/MW

^{*)} MW = Messwert oberhalb Nachweisgrenze, NWG = Nachweisgrenze, EKG = Erkennungsgrenze

^{**)} für Pb-210 IAF: (b) = Low-Level-Betaspektrometrie, sonst Gammaskpektrometrie



Tabelle 4-7: (Fortsetzung) Übersicht zu Messergebnissen¹⁾ der Aktivitätskonzentration in Salzlösungen in Bq/l und in Feststoffproben in Bq/kg (Trockenmasse)

Messpunkt	Sohle	U-233/U-234		U-238	
MP_SB1	490 m	0,016	MW	0,006	MW
MP_WPB	490 m	0,046	MW	0,029	MW
MP_27-S1	658 m	0,006	MW	0,006	MW
MP_27-S2	658 m	0,002	EKG	0,002	EKG
MP_27-Z	658 m	0,005	MW	0,004	NWG
MP_115	658 m	0,012	MW	0,006	MW
MP_SaB2	725 m	0,024	MW	0,024	MW
MP_SaB3	725 m	0,008	MW	0,007	MW
MP_RL1	725 m	0,026	MW	0,019	MW
MP_RL2	725 m	0,011	MW	0,01	MW
MP_38	725 m	0,033	MW	0,028	MW
MP_39/1	725 m	0,04	MW	0,045	MW
MP_39/2	725 m	0,033	MW	0,026	MW
MP_QN	750 m	0,018	MW	0,005	MW
MP_SK	750 m	0,023	MW	0,013	MW
MP_RS-a	750 m	0,022	MW	0,016	MW
MP_RS-a (28.09.)	750 m	0,048	MW	0,036	MW
MP_RS-b	750 m	0,016	MW	0,009	MW
MP_RS-b (28.09.)	750 m	0,041	MW	0,029	MW
MP_RS-c (28.09.)	750 m	0,036	MW	0,006	NWG
MP_LSCH4	750 m	0,016	MW	0,006	EKG
MP_21	750 m	0,008	EKG	0,008	EKG
MP_22	750 m	0,75	MW	0,46	MW
MP_36	750 m	0,027	MW	0,023	MW
MP_37	750 m	0,015	MW	0,012	MW
MP_L2	750 m	0,067	MW	0,022	MW
MP_L3	750 m	0,051	MW	0,129	MW
MP_L4	750 m	0,081	MW	0,069	MW
MP_S925-1	925 m	0,042	MW	0,041	MW
MP_S925-2	925 m	0,006	NWG	0,008	MW
MP_S950-1	950 m	0,043	MW	0,026	MW
MP_21-F (Feststoff)	750 m	0,008	EKG	0,008	EKG
MP_L3-F (Feststoff)	750 m	0,008	EKG	0,008	EKG
MP_L4-F (Feststoff)	750 m	0,05	EKG	0,05	EKG

¹⁾ MW = Messwert oberhalb Nachweisgrenze, NWG = Nachweisgrenze, EKG = Erkennungsgrenze



Tabelle 4-7: (Fortsetzung) Übersicht zu Messergebnissen^{*)} der Aktivitätskonzentration in Salzlösungen in Bq/l und in Feststoffproben in Bq/kg (Trockenmasse)

Messpunkt	Lage	Ra-226 (nach Fällung)			Ra-228 (nach Fällung)		
		BfS	IAF		BfS	IAF	
MP_SB1	490 m	0,226	0,204	MW	0,468	0,36	MW
MP_WPB	490 m	0,082		MW	0,029		MW
MP_27-S1	658 m	0,224		MW	0,617		MW
MP_27-S2	658 m	0,285		MW	0,681		MW
MP_27-Z	658 m	0,232	0,18	MW	0,592	0,44	MW
MP_115	658 m	0,056		MW	0,149		MW
MP_SaB2	725 m	0,013		MW	0,020		MW
MP_SaB3	725 m	0,019	0,024	MW	0,032	0,03	MW
MP_RL1	725 m	0,004		MW	0,0081		NWG
MP_RL2	725 m	0,018		MW	0,021		MW
MP_38	725 m	0,012		MW	0,020		MW
MP_39/1	725 m	0,004		MW	0,0082		NWG
MP_39/2	725 m	0,005		MW	0,0086		NWG
MP_QN	750 m		0,008	NWG/EKG	0,0080	0,01	NWG/EKG
MP_SK	750 m	0,010		MW	0,0089		NWG
MP_RS-a	750 m	0,013	0,017	MW	0,013	0,018	MW/NWG
MP_RS-a (28.09.)	750 m		0,013	MW		0,012	EKG
MP_RS-b	750 m	0,017	0,026	MW	0,020	0,018	MW/NWG
MP_RS-b (28.09.)	750 m		0,014	MW		0,013	EKG
MP_RS-c (28.09.)	750 m		0,029	MW		0,053	MW
MP_LSCH4	750 m	0,009		MW	0,012		MW
MP_21	750 m		0,06	EKG		0,05	MW
MP_22	750 m	0,005		MW/EKG	0,0074	0,2 ^{**)}	NWG
MP_36	750 m	0,009	0,013	MW/EKG	0,010	0,01	NWG
MP_37	750 m	0,006	0,016	NWG	0,011	0,01	NWG
MP_L2	750 m		0,018	EKG		0,025	EKG
MP_L3	750 m		0,03	EKG		0,02	EKG
MP_L4	750 m		0,013	EKG		0,02	EKG
MP_S925-1	925 m		0,068	MW		0,027	MW
MP_S925-2	925 m		0,066	EKG		0,066	EKG
MP_S950-1	950 m		0,026	MW		0,07	EKG
MP_21-F (Feststoff)	750 m		0,1	NWG		0,21	EKG
MP_L3-F (Feststoff)	750 m		0,18	EKG		0,14	EKG
MP_L4-F (Feststoff)	750 m		0,34	EKG		0,54	EKG

^{*)} MW = Messwert oberhalb Nachweisgrenze, NWG = Nachweisgrenze, EKG = Erkennungsgrenze, n. b. = nicht bestimmt

^{**)} Direktmessungen



Tabelle 4-7: (Fortsetzung) Übersicht zu Messergebnissen^{*)} der Aktivitätskonzentration in Salzlösungen in Bq/l und in Feststoffproben in Bq/kg (Trockenmasse)

Messpunkt	Sohle	Pu-238		Pu-239/240		Am-241	
MP 21	750 m	0,0009	MW	0,0031	MW	0,0013	MW
MP L2	750 m	0,0004	EKG	0,0006	EKG	0,0007	NWG
MP L3	750 m	0,0009	MW	0,0015	MW	0,0002	EKG
MP L4	750 m	0,0005	EKG	0,007	NWG	0,0005	NWG
MP 21-F (Feststoff)	750 m	0,0027	NWG	0,010	MW	0,005	NWG
MP L3-F (Feststoff)	750 m	0,006	NWG	0,004	EKG	0,020	EKG
MP L4-F (Feststoff)	750 m	0,005	EKG	0,005	EKG	0,015	EKG

^{*)} MW = Messwert oberhalb Nachweisgrenze, NWG = Nachweisgrenze, EKG = Erkennungsgrenze

Tabelle 4-8: Ergebnisse der chemischen Analysen der Feststoffproben (Trockenmasse)

Probenbezeichnung		MP 21-F	MP L3-F ^{*)}	MP L4-F	1-σ	NWG
pH ^{**)}		7,3	5,68 ^{***)}	6,61		
LF Labor ^{**))}	μS/cm	80.500 (31°C)	22.8000 ^{***)} (31°C)	76.400 (31°C)	-	-
Dichte ^{***)}		1,036 (35°C)	1,221 ^{***)} (35°C)	1,034 (35°C)	-	-
Na	mg/kg	30.900	104.200	33.900	10%	10
K	mg/kg	78.600	40.400	49.100	15%	10
Ca	mg/kg	< 1	370	46	10%	10
Mg	mg/kg	6.6000	49.500	60.600	10%	100
Fe	mg/kg	3,5	167	19,4	25%	0,1
Mn	mg/kg	16	27	41,4	10%	0,1
Cl	mg/kg	294.000	34.2500	310.000	10%	50
Br	mg/kg	2.300	1.930	1.930	10%	50
SO ₄	mg/kg	6.180	6.700	11.000	15%	1.000
I	mg/kg	< 100	< 50	< 100	-	50
NO ₃	mg/kg	194	61	192	10%	2
NO ₂	mg/kg	0,4	< 1	0,5		1
o PO ₄	mg/kg	5	< 5	5,5	10%	5
F	mg/kg	2,8	< 5	2,6	15%	5
HCO ₃	mg/kg	332	34	268	10%	20
CO ₃	mg/kg	< 10	< 10	< 10	-	10
Co	μg/kg	< 20	81	53,9	20%	20
Zn	μg/kg	16.700	24.700	74.100	15%	50
Sr	μg/kg	112	2.650	198	10%	10
Ba	μg/kg	< 30	425	58,7	15%	30
Pb	μg/kg	14.300	29.000	24.200	15%	10
Th	μg/kg	< 200	< 200	< 200	-	200
U	μg/kg	< 100	< 100	< 100	-	200
		Lösung 1:10	Lösung 1:50	Lösung 1:10		

^{*)} Die Ergebnisse zu dieser Probe stammt aus Analysen an einer Rückstellprobe des BfS.

^{**))} Die Angaben beziehen sich auf die gelöste Probe.

^{***)} Die Größen pH, Leitfähigkeit und Dichte wurden an der ursprünglichen Lösung von 189 g/l ermittelt.

Tabelle 4.2: Ergebnisse der chemischen Analysen der Salzlösungen

Probenbezeichnung	MP_QN	MP_21	MP_36	MP_37	MP_L2	MP_L3	MP_L4	MP_S92S-1	MP_S950-1	1 σ	NWG
pH	6,03	4,88	6,04	5,11	6,7	5,91	5,61	5,87	5,58	-	-
Leitfähigkeit (Labor)	107200 (31°C)	81000 (31°C)	130600 (30°C)	96900 (31°C)	180100 (35°C)	149500 (30°C)	119600 (32°C)	96200 (34°C)	67400 (31°C)	-	-
Dichte	1,313 (35°C)	1,343 (35°C)	1,297 (35°C)	1,321 (35°C)	1,251 (35°C)	1,270 (35°C)	1,304 (35°C)	1,325 (35°C)	1,363 (35°C)	-	-
Na	5090	2980	10500	5010	64200	23200	10600	3170	1730	10%	100
K	8550	2220	18000	6390	15000	15500	17000	3640	999	15%	50
Ca	41,4	30,7	69,3	39,9	194	151	43,1	71,4	25,1	10%	100
Mg	101400	100000	82250	92750	38500	67250	95700	105200	119000	10%	20
Fe	0,13	18,1	1,61	0,53	2,12	46,4	40,4	0,92	1,36	25%	10
Mn	4,35	38,6	4,48	8,58	3,56	22,2	107	3,4	2,42	10%	1
Cl	278000	268000	244000	246000	174000	228000	265000	275000	341000	10%	50
Br	4000	5690	3930	4790	2330	3340	3350	5370	6720	10%	5
SO ₄	35000	37900	31700	34600	43400	32000	38300	22300	28000	15%	100
I	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	-	10
NO ₃	36	678	23,5	331	245	136	452	98,2	148	10%	2
NO ₂	0,17	0,14	0,34	0,99	0,15	0,4	0,3	0,18	4,58	10%	2
o-PO ₄	2,55	2,5	2,36	3,35	1,19	0,96	0,96	2,22	2,44	10%	0,5
F	0,48	0,78	0,68	0,79	0,60	1,03	0,78	0,80	0,97	15%	0,2
HCO ₃	978	245	459	329	368	392	544	865	1250	10%	2
CO ₃	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	-	1
Co	3,41	49,8	15,6	41,8	52,1	32,3	133	13	13,3	20%	1
Zn	3040	71600	14600	26200	45400	68900	201000	11000	78500	15%	5
Sr	183	485	284	131	1640	1420	134	1300	677	10%	1
Ba	7,77	9,01	9,00	<3,00	13,3	21,6	9,52	32,6	40,7	15%	5
Pb	2010	5020	347	1420	25,2	265	13800	1030	6590	15%	1
Th	<20	<15	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	-	1
U	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<10,0	<25	<15	<5,0	<5,0	-	5

4.4. Vergleich der Ergebnisse der radiologischen Messungen aus 2009 und 2008

Nachfolgend werden für die einzelnen Messpunkte die Ergebnisse der radiologischen Analysen mit denen der Beprobung 2008 verglichen. Die angegebenen Aktivitäten werden i. A. auf zwei Stellen gerundet. Bei vorliegenden Parallelmessungen wird eine Messwertspanne angegeben, falls die Messungen nicht unter Berücksichtigung der Rundung gleiche Ergebnisse liefern. Übereinstimmende Ergebnisse werden i. A. nicht explizit aufgeführt. Für neu hinzugenommene Messstellen werden die Ergebnisse der radiologischen Analysen diskutiert. Änderungen der H-3 Aktivitäten in den Salzlösungen sind ggf. auf Änderungen in der Bewetterung zurückzuführen.

Bei der Charakterisierung von Probenahmestellen mit geringem Zufluss, insbesondere auf der 725-m-Sohle und 750-m-Sohle, muss berücksichtigt werden, dass die gemessene Aktivitätskonzentration ggf. abhängig ist vom Zeitpunkt des letztmaligen Leerpumpens eines Laugensumpfes oder der durchgeführten Laugenwirtschaft. Nach einem Leerpumpen stellt sich an diesen Probenahmeorten ein zeitlich abhängiges dynamisches Aktivitätsgleichgewicht ein.

Die K-40 Aktivitäten der einzelnen Proben und ggf. der Vergleich zu den Ergebnissen 2008 ist in Tabelle 4-10 dargestellt.

Die Aktivität von K-40 ist bei allen gemessenen Proben radiologisch ohne Bedeutung, da K-40 als natürlicher Bestandteil des Elements Kalium auftritt. Aus der K-40 Aktivität kann allerdings auf den Gesamtgehalt an Kalium in der jeweiligen Probe⁴ zurückgerechnet werden. Im Vergleich der beiden Beprobungen ist folgendes festzustellen:

- die K-40 Aktivität ist 2009 für die Probe MP_L3 höher als 2008 und
- die K-40 Aktivität ist 2009 für die Proben MP_QN, MP_21 und MP_37 zum Teil deutlich niedriger als 2008.

Für die weiteren Proben, für die ein Vergleich möglich ist, ist die K-40 Aktivität zu beiden Messzeitpunkten ähnlich hoch.

⁴ Für Proben, an denen Kalium chemisch bestimmt wurde, ist die Übereinstimmung zwischen chemisch und radiologisch bestimmtem Kaliumgehalt gut.

Tabelle 4-10: Ergebnisse der K-40 Messungen, Vergleich zu 2008 Angaben in Bq/l

Probe	2009		2008
	BfS	IAF	
MP_SB1	140	138	102 bis 115
MP_WPB	43	40	55
MP_27-S1	93	95	n. b.
MP_27-S2	120	126	n. b.
MP_27-Z	88	94	91
MP_115	270	274	318
MP_SaB2	255	262	250
MP_SaB3	175	166	n. b.
MP_RL1	23	33	184
MP_RL2	170	169	168
MP_38	253	253	256
MP_39/1	920	900	850
MP_39/2	840	909	n. b.
MP_QN	278	306	420
MP_SK	59	75	94
MP_RS-a	360	424	Messstelle RS 96
MP_RS-a (28.09.)	109	83	
MP_RS-b	164	185	
MP_RS-b (28.09.)	105	91	
MP_RS-c (28.09.)	55	42	
MP_LSCH4	28	28	n. b.
MP_21	40	57	176
MP_22	24	28	34
MP_36	557	584	470
MP_37	154	124	415
MP_L2	471	446	395
MP_L3	457	461	295
MP_L4	476	467	560
MP_S925-1	64	93	n. b.
MP_S925-2	76	89	n. b.
MP_S950-1	23	31	n. b.

Messpunkt MP_SB1

Die Ergebnisse der Beprobung 2009 sind mit denen aus 2008 (Beprobung im Speicherbecken 1 an mehreren Stellen) vergleichbar. Die H-3 Aktivität liegt 2009 (110 Bq/l) etwas niedriger als 2008 (140 bis 270 Bq/l). Ra-226 und Ra-228 liegen 2009 ebenso wie 2008 über der NWG, wobei die Aktivitäten 2009 etwas höher sind.

Messpunkt MP_WPB

Die H-3 Aktivität liegt 2009 (300 Bq/l) etwas niedriger als 2008 (450 Bq/l). Ra-226 und Ra-228 sind 2009 ebenso wie 2008 über NWG feststellbar, wobei die Aktivitäten 2009 etwas höher sind.

Cs-137 wurden 2009 (0,21 bis 0,29 Bq/l) mit vergleichbarer Aktivität wie 2008 (0,22 Bq/l) nachgewiesen.

Messpunkt MP_27 (MP_27S1, MP_27S2 und MP_27Z)

Am Messpunkt MP_27 (Zutrittslösung vor Kammer 3) wurden sowohl die Sammelbehälter (MP_27S1 und MP_27S2) als auch die Zutrittslösung direkt (MP_27Z) beprobt. Sowohl Ra-226 als auch Ra-228 zeigen dabei vergleichbare Aktivitäten in den einzelnen Proben. H-3 wurde dagegen nur in der Probe MP-27S2 mit 300 Bq/l festgestellt. Die beiden anderen Proben zeigten keine messbare H-3 Aktivität. Die Aktivitäten der direkt beprobten Zutrittslösung (MP_27Z) und im Sammelbehälter 1 (MP_27S1) sind vergleichbar mit den 2008 ermittelten Aktivitäten.

Messpunkt MP_115

Die H-3 Aktivität liegt 2009 geringfügig niedriger als 2008. Ra-226 und Ra-228 ist 2009 im Gegensatz zu 2008 über der für beide Beprobungen vergleichbar hohen NWG feststellbar.

Messpunkt MP_SaB2

Die H-3 Aktivität lag 2009 (130 Bq/l) niedriger als 2008 (260 Bq/l), sonst wurden vergleichbare Aktivitäten ermittelt.

Messpunkt MP_SaB3

Der Messpunkt wurde 2008 nicht beprobt. Die aktuelle Beprobung ergab eine H-3 Aktivität von 120 Bq/l. Sonst wurden keine künstlichen Radionuklide nachgewiesen. Po-210, Ra-226 und Ra-228 konnten nachgewiesen werden.

Messpunkt MP_RL1

Die H-3 Aktivität liegt 2009 (1.300 Bq/l) etwas niedriger als 2008 (1.800 Bq/l). Die K-40 Aktivität ist wesentlich niedriger (23 bis 33 Bq/l 2009, 180 Bq/l 2008) und weist damit auf eine mögliche andere chemische Zusammensetzung hin. Die Ra-226 und Ra-228 (NWG) Aktivitäten lagen 2009 ebenfalls niedriger als 2008 (siehe Begründung am Beginn von Abschnitt 4.4).

Messpunkt MP_RL2

Die Ergebnisse der Beprobungen 2009 und 2008 sind ähnlich.

Messpunkt MP_38

Die Ergebnisse der Beprobungen 2009 und 2008 sind ähnlich.

Messpunkt MP_39 (MP_39/1 und MP_39/2)

Am Messpunkt MP_39 (Laugensumpf am Blindschacht 2) wurden sowohl die Sammelbehälter (MP_39/2) als auch die Zutrittslösung direkt (MP_39/1) beprobt. Die Ergebnisse der beiden Proben sind sehr ähnlich. Insbesondere wurde in beiden Proben eine vergleichbar hohe H-3 Aktivität vorgefunden. Diese ist ebenso hoch wie die 2008 gefundene H-3 Aktivität. Cs-137 wurde dagegen 2009 im Gegensatz zu 2008 durch verringerte EKG und NWG nachgewiesen (0,16 bis 0,23 Bq/l).

Messpunkt MP_QN

Am Messpunkt MP_QN ist die 2009 vorgefundene H-3 Aktivität (60 Bq/l) geringer als die 2008 gemessene (130 Bq/l). Für Cs-137 wurde 2009 im Gegensatz zu 2008 nur EKG gemessen (bei vergleichbaren EKG).

Messpunkt MP_SK

Die Aktivitäten von H-3 (260 Bq/l) ist 2009 geringer als 2008, Ra-226 liegt etwa im selben Aktivitätsbereich.

Messpunkte MP_RS

Am Messpunkt MP_RS (Reichelstümpfe) wurden 3 getrennte Lösungszutritte angetroffen und separat beprobt. Für den linken und den mittleren Zutritt wurden dabei Proben sowohl direkt aus dem Laugensumpf entnommen (Probenahmedatum 06.10.09) als auch Proben jeweils aus einem 1-m³-Transportbehälter (Probenahmedatum 28.09.09) untersucht. Für den rechten Zutritt konnte wegen eines möglichen Löserfalls nur auf die 1-m³-Transportbehälter zurückgegriffen werden.

Bei allen Proben unterscheiden sich die K-40 Werte und damit die chemischen Zusammensetzungen zwischen den 1-m³-Transportbehälter und den frischen Zutrittsproben sowie innerhalb der verschiedenen Zutrittsbereiche zum Teil deutlich (40 bis 180 Bq/l). Zur möglichen Erklärung sei auf die Einleitung zu Kapitel 4 verwiesen. Die H-3 Aktivität variiert zwischen den einzelnen Zutrittsbereichen ebenfalls (60 bis 130 Bq/l). Bei der Beprobung 2008 lag die H-3 Aktivität höher (300 Bq/l). Auffällig an dieser Messstelle sind die für alle Zutritte hohen natürlichen Po-210 (0,9 bis 2,3 Bq/l) und natürlichen Pb-210 Aktivitäten (4,2 bis 12 Bq/l). Diese wurden 2008 nicht vorgefunden. Dies könnte durch einen veränderten Zulauf oder Veränderungen in der Bewetterung verursacht sein.

MP_LSCH4

Dieser Messpunkt wurde 2008 nicht beprobt. Ra-226 und Ra-228 konnten nachgewiesen werden. Die H-3 Aktivität betrug 500 Bq/l.

MP_21

An diesem Messpunkt wurden - wie 2008 - die höchsten Aktivitäten künstlicher Radionuklide aller beprobten Salzlösungen gefunden. Dies ist auch die einzige Messstelle, an der Co-60 in niedrigen Konzentrationen nachgewiesen wurde. Die gemessenen Aktivitäten von H-3, Co-60, Sr-90, Tc-99, Po-210 und Pb-210 sind ähnlich hoch wie in 2008. Für K-40 wurde 2009 eine niedrigere Aktivität ermittelt (40 bis 57 Bq/l 2009 gegenüber 180 Bq/l 2008). Sie stimmt mit dem Wert überein, der sich für den natürlichen K-40 Gehalt aus der Konzentration von stabilem Kalium (siehe Tabelle 4-9) berechnen lässt. Die 2009 bestimmte Cs-137 Aktivität ist dagegen mit 28.000 bis 31.000 Bq/l kleiner als in 2008 (54.000 Bq/l). An diesem Messpunkt wurden auch die Transurane Pu-238, Pu-239/240 und Am-241 mit Aktivitäten in der Größenordnung µBq/l nachgewiesen (durch URA wurde sehr kleine EKG erreicht).

Bei der ebenfalls gemessenen Feststoffprobe MP_21-F wurden für die in Lösung vorgefundenen Nuklide erwartet hohe Aktivitäten insbesondere für Cs-137 bestimmt.

MP_22

Für diese Messstelle wurde 2009 eine geringere H-3 Aktivität ermittelt (1.500 Bq/l) als 2008 (3.600 Bq/l). Die ermittelten Uran Aktivitäten sind dagegen höher als in 2009. Die Aktivität des Isotops U-235 entspricht dabei dem natürlichen Aktivitätsverhältnis zu U-238, d. h. aus den Messwerten kann kein Vorliegen von angereichertem Uran abgeleitet werden. Die Aktivität von 0,46 Bq/l des Isotops U-238 entspricht daher ca. 35 µg/l.

MP_36

Für die Messstelle MP_36 wurde 2009 eine geringere H-3 Aktivität (1.200 Bq/l) als 2008 ermittelt (2.200 Bq/l). Cs-137 wurde 2009 durch die deutlich kleinere EKG sicher nachgewiesen (0,15 bis 0,19 Bq/l).

MP_37

Für die Messstelle MP_37 wurde 2009 eine geringere C-14 Aktivität (0,45 Bq/l) als 2008 ermittelt (1,4 Bq/l). Für Po-210 wurde dagegen 2009 ein Aktivitätsanstieg beobachtet (für Po-210 von 0,03 Bq/l auf 0,12 Bq/l und für Pb-210 von < 0,1 Bq/l auf 0,3 Bq/l). Die H-3 Aktivität in der Messstelle ist von ca. 3.300 Bq/l auf 79.000 Bq/l deutlich angestiegen, gleichzeitig verringerte sich der K-40 Gehalt um den Faktor 3. Es ist möglich, dass sich die ursprünglichen Fließwege geändert haben und die Salzlösungen evtl. einen längeren diffusiven Kontakt im Salzhaufwerk mit dem in der Luftfeuchte befindlichen H-3 der Einlagerungskammer 10 haben. Eine direkte Beprobung der Tropfstelle an MP_37 (19.11.2009) ergab eine H-3 Aktivität von ca. 200.000 Bq/l. Eine Konzentrationserhöhung durch die Grubenluft kann ausgeschlossen werden. Die H-3 Aktivität muss an diesem Messpunkt weiter kontinuierlich beobachtet werden.

Abbildung 4-1 zeigt die von der Asse GmbH ermittelte zeitliche Entwicklung der H-3 Aktivität an der Messstelle MP_37 [9]. Die H-3 Aktivität steigt seit September 2008 nahezu linear mit einer Rate von ca. 240 Bq/l pro Tag an.

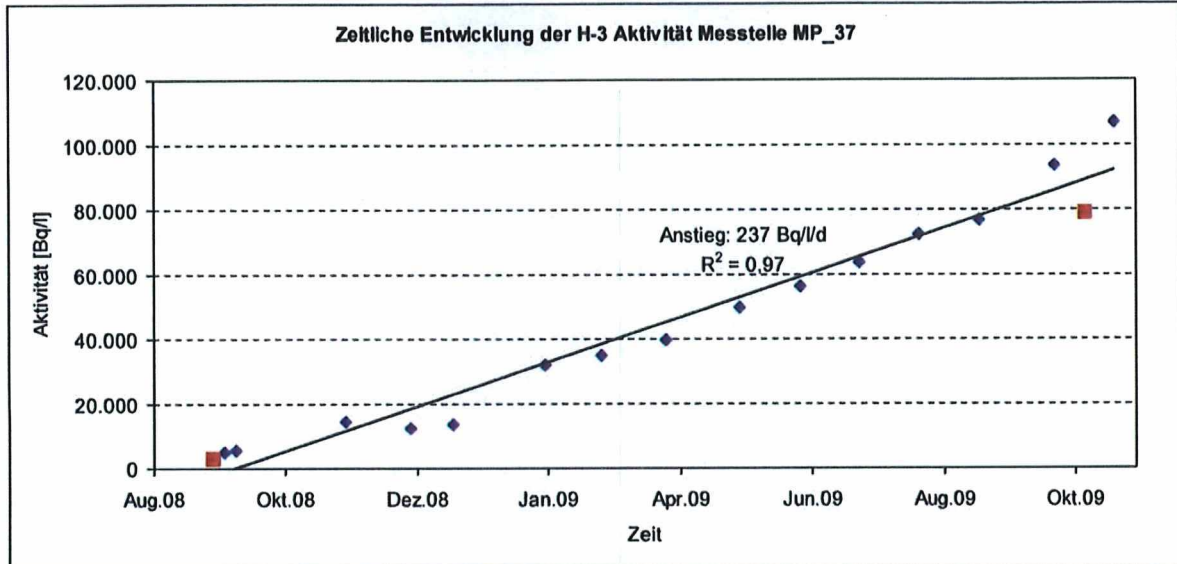


Abbildung 4-1 Zeitliche Entwicklung der H-3 Aktivität der Messstelle MP_37, Daten aus [8] (blaue Rauten) bzw. aus der Beprobung 2008 [4] und 2009 (rote Quadrate)

MP_L2

Die Ergebnisse der Beprobung 2009 bestätigen die Aktivitäten aus der Beprobung 2008. Abbildung 4-2 zeigt die von der Asse GmbH ermittelte zeitliche Entwicklung der Cs-137 Aktivität an der Messstelle MP_L2 [9]. Die Cs-137 Aktivität bleibt über den gesamten Zeitraum nahezu konstant im Bereich 600 bis 700 Bq/l.

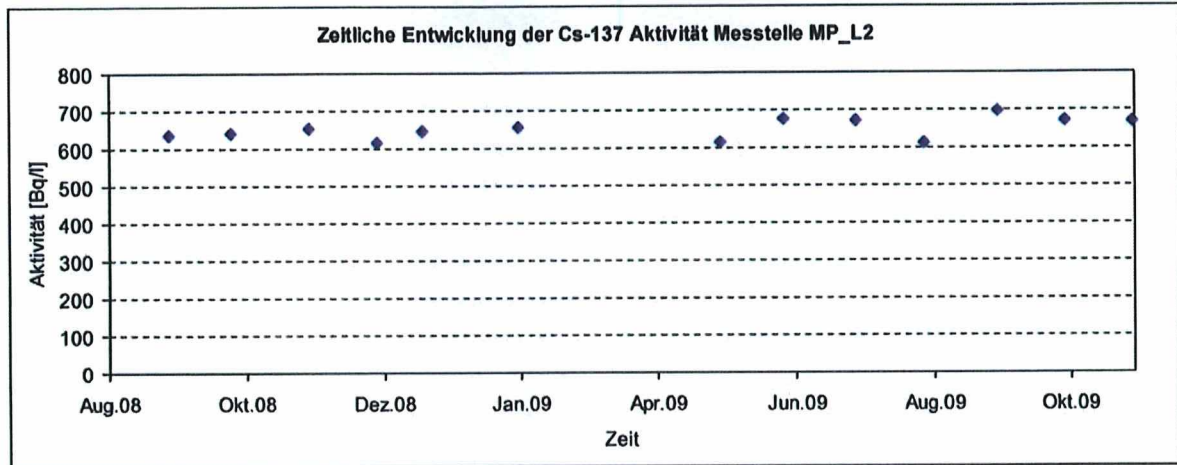


Abbildung 4-2 Zeitliche Entwicklung der Cs-137 Aktivität der Messstelle MP_L2, Daten aus [8]

MP_L3

An dieser Messstelle wurde 2009 eine höhere C-14 (30 Bq/l 2009 gegenüber 12 Bq/l 2008) und eine deutlich höhere Cs-137 Aktivität (2.100 Bq/l 2009 gegenüber 58 Bq/l 2008) bestimmt. Die regelmäßigen Messungen der Asse-GmbH [9] zeigen einen ansteigenden Verlauf der Cs-137 Aktivität seit Mitte 2008 (Abbildung 4-3). Für August 2008 wurde von der Asse-GmbH eine Cs-137 Aktivitätskonzentration von 489 Bq/l ermittelt. Unterschiede in der Probenahme können zu diesen Messergebnissen führen. Der hohe Cs-137 Wert für den 29.07.2009 ist auf ein am 22.07.2009 erfolgtes Abpumpen zurückzuführen.

In der Feststoffprobe MP_L3-F wurden für die in Lösung vorgefundenen Nuklide erwartet hohe Aktivitäten, insbesondere für Cs-137 und C-14, bestimmt.

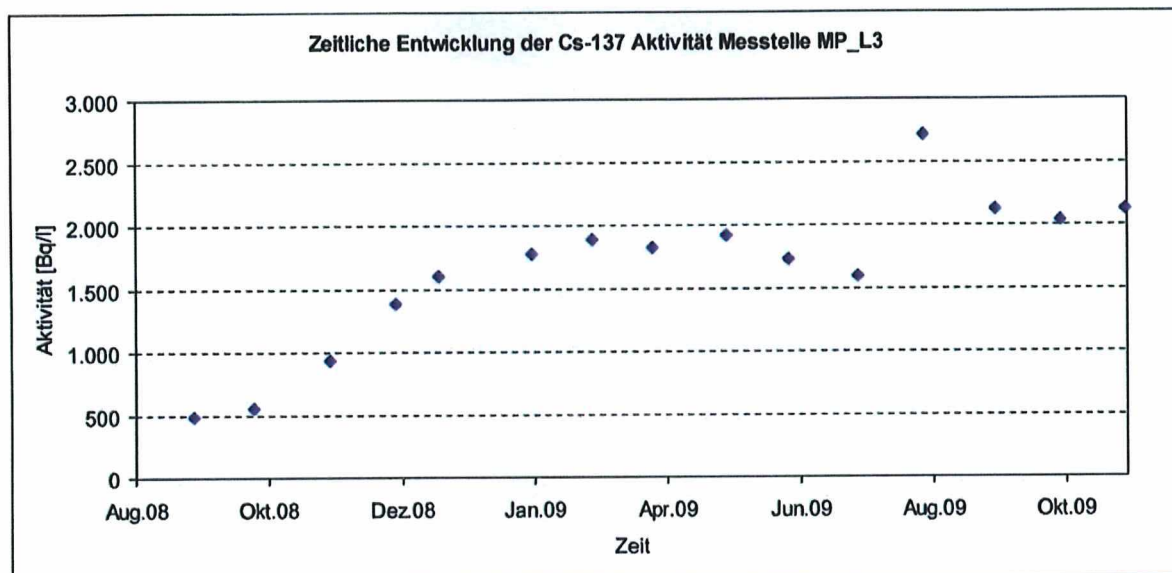


Abbildung 4-3 Zeitliche Entwicklung der Cs-137 Aktivität der Messstelle MP_L3, Daten aus [8]

MP_L4

Bei den Messungen 2009 wurde eine deutlich geringere Cs-137 Aktivität und eine etwas höhere C-14 Aktivität als 2008 bestimmt. Für andere Nuklide sind die vorgefundenen Aktivitäten ähnlich.

In der Feststoffprobe MP_4F wurden für die in Lösung vorgefundenen Nuklide erwartet hohe Aktivitäten bestimmt.

Messstellen auf der 925-m und 950-m-Sohle

Diese Messstellen (MP_S925-1, MP_S925-2 und MP_S950) wurden 2009 ins Messprogramm aufgenommen. Die H-3 Aktivität der Proben liegt bei ca. 20.000 Bq/l für MP_S925-1 und MP_S925-2 und bei ca. 5.000 Bq/l bei MP_S950. Cs-137 wurde in allen drei Proben im Bereich 30 bis 100 Bq/l vorgefunden.

5. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Bei der Beprobung 2009 wurden gegenüber der Beprobung 2008 abgesehen von MP_37 und MP_L3 keine signifikante Veränderung der Kontaminationssituation vorgefunden. Für die beiden Messpunkte wurden die Unterschiede in den Aktivitäten 2009 zu 2008 diskutiert. Für diese Salzlösungen ist es möglich, dass sich Änderungen zu den ursprünglichen Fließwegen ergeben haben. Generell ergibt sich jedoch keine gegenüber 2008 radiologisch veränderte Situation. Die im Bericht aus 2008 getroffenen radiologischen Aussagen sind daher weiterhin gültig.



Die gefassten Zutrittslösungen, insbesondere die in Speicherbecken auf der 490-m-Sohle lagernden Mengen, können gemäß § 29 Abs. 2 StrlSchV im Ergebnis der konservativ durchgeführten Freigabeberechnungen in [4] für die Flutung/Verwahrung in externen Gruben freigegeben werden. Eine zielgerichtete Vermischung oder Verdünnung zur Herbeiführung oder Ermöglichung der Voraussetzungen für die Freigabe liegt nicht vor.

Die interne Verwertung kann weiterhin so wie bisher erfolgen, da die zugehörigen Freigabewerte nicht überschritten werden. Bei MP_37 ist allerdings die Tendenz zu einer höheren H-3 Aktivität zu beobachten.

Es liegen keine Anhaltspunkte dafür vor, dass Pb-210 Aktivitäten in den Zutrittslösungen nicht natürlicher Herkunft sein könnten. Analog ist ebenfalls nicht davon auszugehen, dass die vorgefundenen Uran- und Radiumaktivitäten nicht natürlicher Herkunft sind.

Die Summenformel bezüglich der Freigabewerte aus [4] wird auf Basis der Messwerte für alle Messpunkte der 490-m- der 658-m- und der 725-m-Sohle nur zu 1 - 2 % ausgeschöpft, wenn gemäß [4] die Erkennungsgrenze für Pb-210 in den Berechnungen nicht berücksichtigt und der natürliche Untergrund für die Nuklide Ra-226 und Ra-228 mit 0,5 Bq/l angenommen wird.

6. LITERATUR

- [1] BUNDESAMT FÜR STRAHLENSCHUTZ
Endlager >Asse > Geschichte: Vom Salzbergbau bis zur Atommülllagerung
http://www.endlager-asse.de/cln_111/sid_30E163E3E7B2D2CD19BF391ABAB98D3E/DE/WasIst/Geschichte/_node.html
Stand 24.02.2009
- [2] NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT UND KLIMASCHUTZ
Statusbericht des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt und Klimaschutz über die Schachanlage Asse II
Hannover, 01.09.2008
- [3] BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT
Bundesamt für Strahlenschutz wird Betreiber der Asse
Gemeinsame Pressemitteilung mit dem Niedersächsischen Ministerium für Umwelt und Klimaschutz
Nr. 316/08
Berlin, 30.12.2008
- [4] BRENK SYSTEMPLANUNG GMBH
Standortbezogene Freigabe von Zutrittslösungen aus der Schachanlage Asse - Zwischenbericht zur Freigabe von Zutrittslösungen auf der Basis vollständiger Freigabemessungen
Aachen, 12.10.2008



- [5] **BRENK SYSTEMPLANUNG GMBH**
Programm zur Probenahme und Laboranalyse von Zutrittslösung und kontaminierter Lauge in der Schachanlage Asse II im Herbst 2009
Aachen, 25.09.2009

- [6] **BRENK SYSTEMPLANUNG GMBH**
Programm zur Probenahme und Laboranalyse von Zutrittslösung und kontaminierter Lauge in der Schachanlage Asse II im Herbst 2009
Brenk Systemplanung GmbH, Aachen, 25.09.2009
gemäß Abstimmung mit BfS vom 01.10.2009
Aachen, 02.10.2009

- [7] **MICHEL, R.; KIRCHHOFF, K.**
Nachweis-, Erkennungs- und Vertrauensgrenzen bei Kernstrahlungsmessungen
Fachverband für Strahlenschutz e.V., Fortschritte im Strahlenschutz, ISBN 3-8249-0542-6
TÜV-Verlag, Köln, 1999

- [8] **HESSE, M.**
Lösungsproben Schachanlage Asse II – Ergebnisse der monatlichen Aktivitätsbeprobungen
Persönliche Mitteilung, November 2009



ANHANG A: PHOTODOKUMENTATION

Übersicht

- Photos 01 und 02: Probenahme MP_SB1 (490-m-Sohle, Speicherbecken 1, 07.10.09)
- Photos 03 und 04: Probenahme MP_WP (490-m-Sohle, Waschplatz, 07.10.09)
- Photos 05 und 06: Probenahme MP_27S1 (658-m-Sohle, Sammelbehälter 1, Kammer 3, 07.10.09)
- Photo 07: Probenahme MP_27S2 (658-m-Sohle, Sammelbehälter 2, Kammer 3, 07.10.09)
- Photos 08 und 09: Probenahme MP_27S2 (658-m-Sohle, frische Zutrittslösung, Zulauf hinter Verschlag Kammer 3, 07.10.09)
- Photos 10 und 11: Probenahme MP_115 (P658008, 658-m-Sohle, Laugensumpf vor Kammer 4, 07.10.09)
- Photo 12: Probenahme MP_SaB2 (725-m-Sohle, Sammelbehälter Zulauf westlicher Laugensumpf, 06.10.09)
- Photo 13: Probenahme MP_SaB3 (725-m-Sohle, Sammelbehälter Zulauf Rollloch 2, 06.10.09)
- Photos 14 bis 16: Probenahme MP_RL1 (L725005, 725-m-Sohle, Zulauf Rollloch 1, 06.10.09)
- Photos 17 und 18: Probenahme MP_RL2 (L725006, 725-m-Sohle, Zulauf Rollloch 2, 06.10.09)
- Photos 19 und 20: Probenahme MP_38 (L725004, 725-m-Sohle, westlicher Laugesumpf, 06.10.09)
- Photo 21: Messpunkt MP_39 (P725007, 725-m-Sohle, Laugesumpf am Blindschacht 2, 06.10.09)
- Photo 22: Probenahme MP_39/1 (725-m-Sohle; Laugesumpf am Blindschacht 2, Probe aus Laugesumpf, 06.10.09)
- Photo 23: Probenahme MP_39/2 (725-m-Sohle, Laugesumpf am Blindschacht 2, Mischprobe aus Containern, 06.10.09)
- Photos 24 und 25: Probenahme MP_QN (P750049, 750-m-Sohle, Querschlag Nord, 06.10.09)
- Photos 26 bis 28: Probenahme MP_SK (P750040, 750-m-Sohle, Laugesumpf bei Sprengstoffkammer, 06.10.09)
- Photo 29: MP_RS (750-m-Sohle, Reicheltsumpf, 06.10.09)
- Photo 30: MP_RS_a (P750061, 750-m-Sohle, Reicheltsumpf, linker Zutritt, 06.10.09)
- Photo 31: MP_RS_b (P750009, 750-m-Sohle, Reicheltsumpf, mittlerer Zutritt, 06.10.09)
- Photos 32 und 33: MP_RS_c (P750010, 750-m-Sohle, Reicheltsumpf, rechter Zutritt, 06.10.09)
- Photo 34: MP_WP-RS (750-m-Sohle, Waschplatz am Reicheltsumpf, 06.10.09)



- Photos 35 und 36: Probenahme MP_LSCH4 (P750039, 750-m-Sohle, Laugensumpf gegenüber Schacht 4, 06.10.09)
- Photo 37: Probenahme MP_22 (L750002, 750-m-Sohle, Zulauf Rolloch 2, 06.10.09)
- Photos 38 und 39: Probenahme MP_36 (P750006, 750-m-Sohle, Laugesumpf östlich Kammer 9, 06.10.09)
- Photos 40 und 41: Probenahme MP_37 (P750007, 750-m-Sohle, Laugesumpf westlich Kammer 9, 06.10.09)
- Photos 42 bis 44: Probenahme MP_L2 (7 P750042, 50-m-Sohle, Sohlenschlitz westlich Kammer 4, 06.10.09)
- Photos 45 und 46: Probenahme MP_L3 (P750043, 750-m-Sohle, Sohlenschlitz östlich Kammer 8, 06.10.09)
- Photos 47 bis 49: Probenahme MP_L4 (P750044, 750-m-Sohle, Sohlenschlitz westlich Kammer 8, 06.10.09)
- Photos 50 und 51: MP_L5 (P750045, 750-m-Sohle, Sohlenschlitz zwischen Kammer 8 und 9, 06.10.09)
- Photo 52: Probenahme MP_S925-1 (P925001, 925-m Sohle, 07.10.09)
- Photos 53 und 54: Probenahme MP_S925-2 (P925002, 925-m Sohle, 07.10.09)
- Photos 55 und 56: Probenahme MP_S950-1 (P950001, 950-m Sohle, 07.10.09)
- Photo 57: Kontaminationskontrolle mit HFK vor dem Ausfahren



Photo 01: Messstellenbezeichnung Speicherbecken 1 auf 490-m-Sohle (MP SB1)



Photo 02: Probenahme aus Speicherbecken 1 mit Schöpfgefäß (MP SB1)



Photo 03: Waschplatz (18m², Becken) auf 490-m Sohle (MP WPB)



Photo 04: Probenahme am MP_WPB mit Schöpfgefäß



Photo 05: Sammelbehälter 1 (40 m³) auf 658-m Sohle (MP 27-S1)

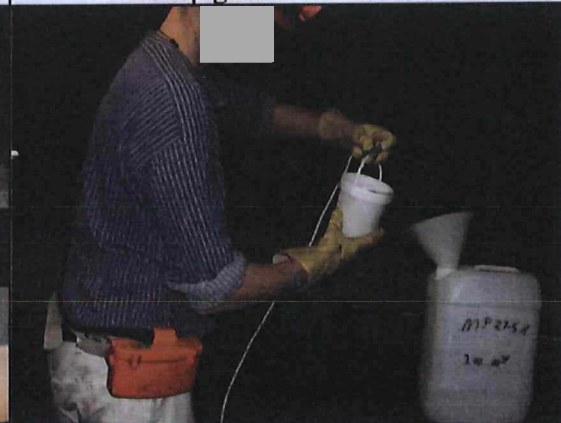


Photo 06: Probenahme aus Sammelbehälter 1 (MP 27-S1)



Photo 07: Sammelbehälter 2 (27 m³) auf 658-m Sohle (MP 27-S2)



Photo 08: Messstellenbezeichnung 658008 auf 658-m-Sohle (MP 27Z)



Photo 09: Zulauf hinter Kammer 3 (MP_27Z)

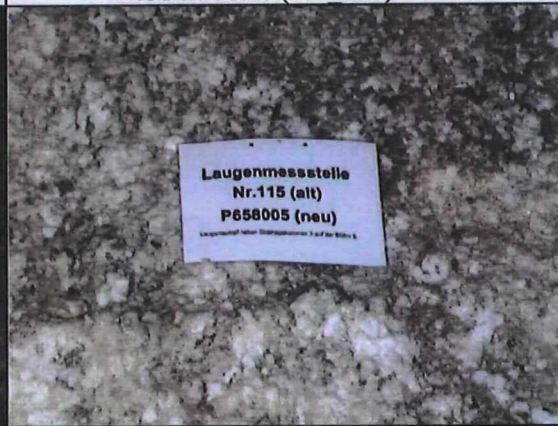


Photo 10: Messstellenbezeichnung 658005 auf 658-m-Sohle (MP 115)



Photo 11: Füllen eines Probebehälters 10-Liter am Laugesumpf vor Kammer 4



Photo 12: Sammelbehälter SaB2 (40-m³-Behälter) auf 725-m Sohle



Photo 13: Sammelbehälter SaB3 (27-m³-Behälter) auf 725-m Sohle



Photo 14: 1-m³ Transportbehälter Zulauf Rollloch 1 auf 725-m Sohle



Photo 15: Probenahme aus Container bei MP RL1



Photo 16: Messung von Dichte, Temperatur, Leitfähigkeit und pH an MP RL1



Photo 17: Sammel-Behälter Zulauf Rollloch 2 auf 725-m Sohle (MP RL2)

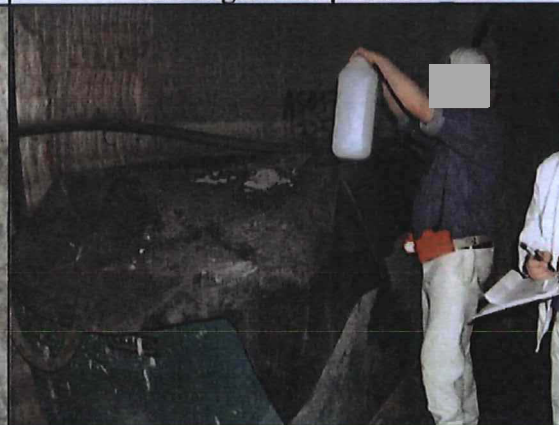


Photo 18: Probenahme aus Auffangbehälter am Rollloch 2

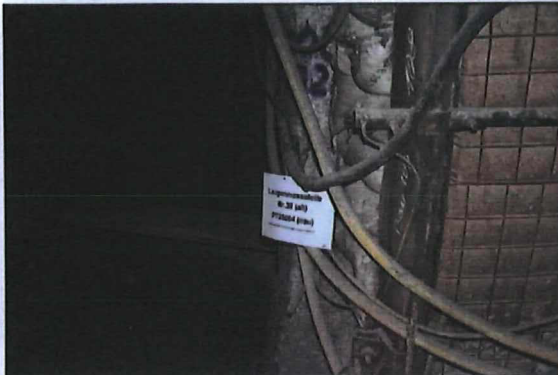


Photo 19: Laugermessstelle 38 auf 725-m Sohle (MP 38)



Photo 20: Probenahme Zutrittslösung an MP_38 mit Schöpfer

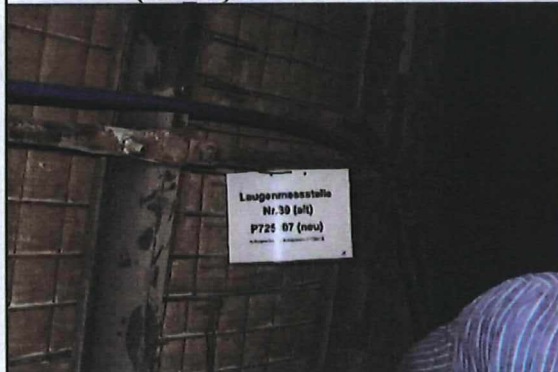


Photo 21: Messstellenbezeichnung 725007 auf 725-m-Sohle (MP 39)



Photo 22: Probenahme aus dem Laugensumpf (MP 39/1)



Photo 23: Mischprobe aus 5 1-m³ Transportbehältern (MP 39/2)

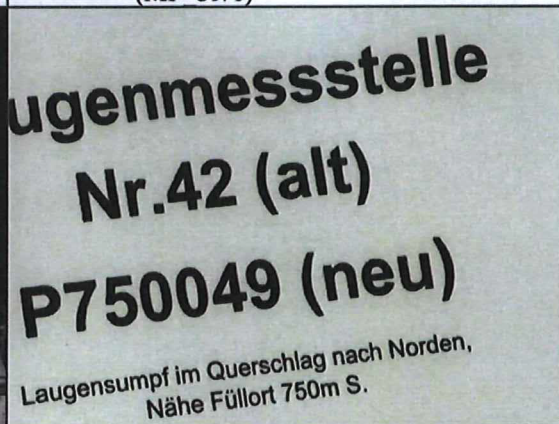


Photo 24: Messstellenbezeichnung 750049 auf 750-m-Sohle (MP QN)



Photo 25: Probenahme aus Laugensammlung in Sohlenschlitz MP_QN mit Schöpfer

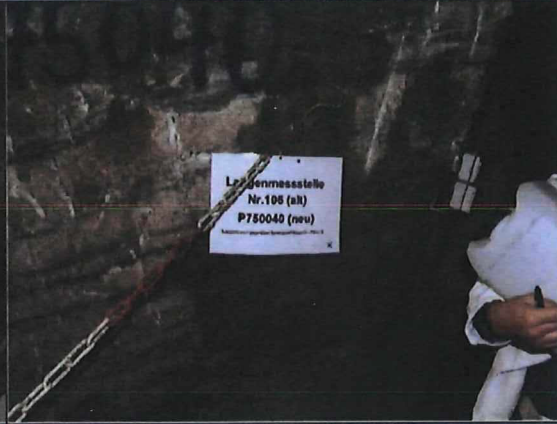


Photo 26: Messstellenbezeichnung 750040 auf 750-m-Sohle (MP_SK)



Photo 27: Salzkristalle bei MP_SK



Photo 28: Probenahme aus Laugesumpf MP_SK mit Schöpfer

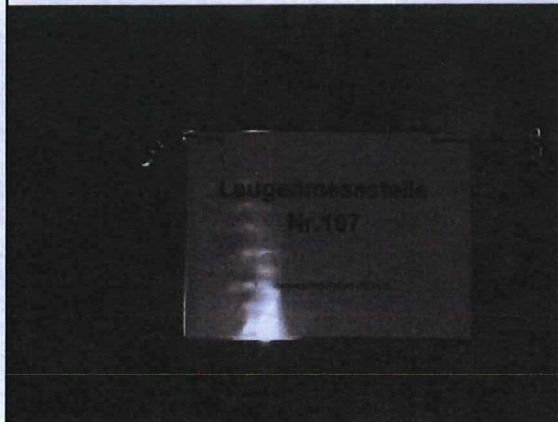


Photo 29: Messstellenbezeichnung Reicheltümpfe auf 750-m-Sohle



Photo 30: linker Zutritt der Reicheltümpfe (MP_RS-a)



Photo 31: mittlerer Zutritt der Reicheltstümpfe
(MP RS-b)



Photo 32: rechter Zutritt der Reicheltstümpfe
(MP RS-c)



Photo 33: keine Probenahme möglich, da
möglicher Lösefall (MP RS-c)



Photo 34: Waschplatz an den Reicheltstümpfen
(MP WP-RS) trocken gefallen



Photo 35: Messstellenbezeichnung 750039 auf
750-m-Sohle (MP LSCH4)



Photo 36: Laugesumpf vor Schacht 4
(MP LSCH4)



Photo 37: Zulauf MP_22

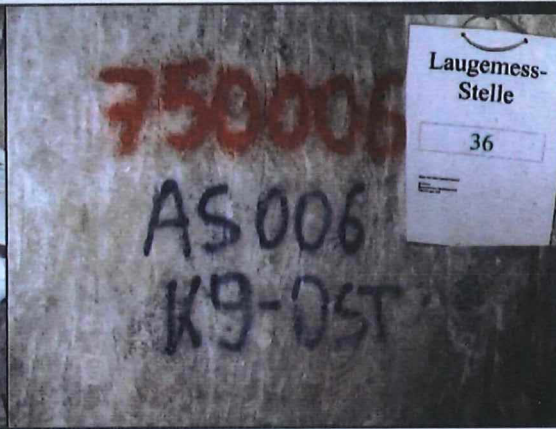


Photo 38: Messstellenbezeichnung 750006 auf
750-m-Sohle (MP 36)



Photo 39: Probenahme bei MP_36 mit Schöpfer,
Abfüllen in 20-l Kanister

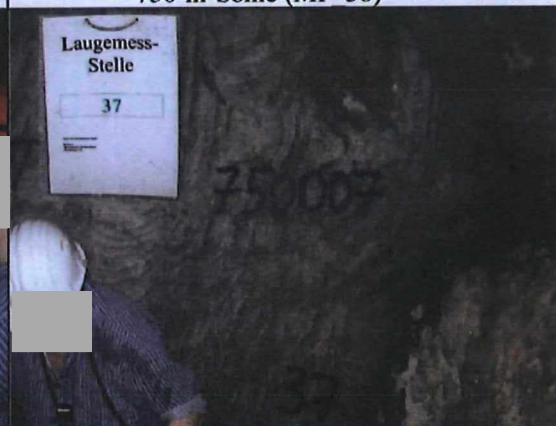


Photo 40: Messstellenbezeichnung 750007 auf
750-m-Sohle (MP 37)

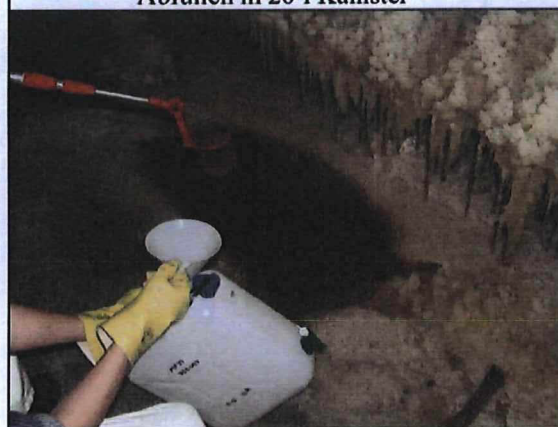


Photo 41: Probenahme bei MP_37 mit Schöpfer

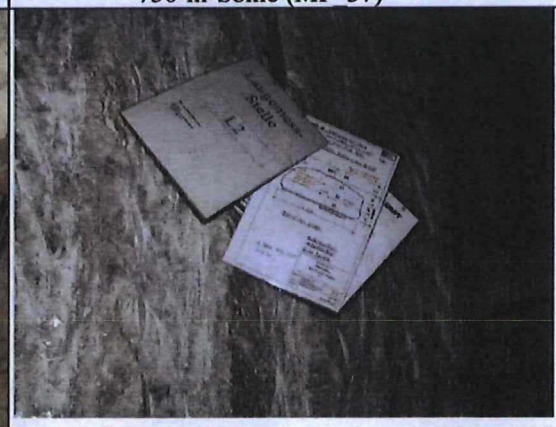


Photo 42: Messstellenbezeichnung MP_L2 auf
750-m Sohle



Photo 43: Laugenmessstelle MP_L2, 750-m
Sohle

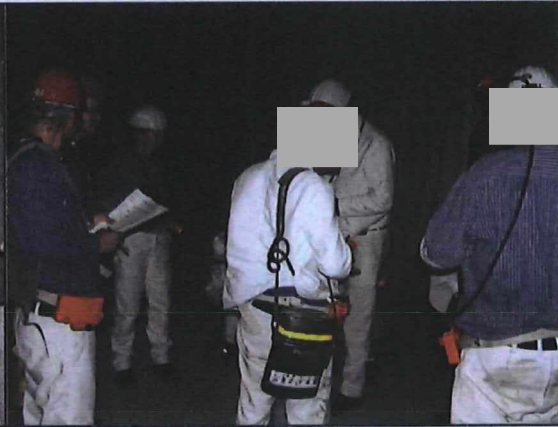


Photo 44: Vergleich von Mitschriften bei
MP L2



Photo 45: Messstellenbezeichnung MP_L3 auf
750-m Sohle



Photo 46: Probenahme mit Schöpfer an Laugen-
messstelle MP L3, 750-m-Sohle



Photo 47: Messstellenbezeichnung MP_L4 auf
750-m Sohle

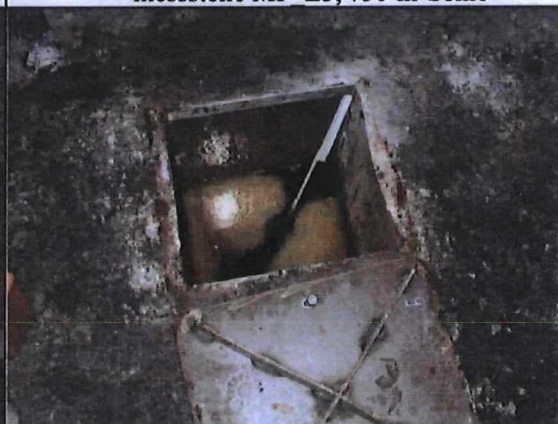


Photo 48: Laugenmessstelle MP_L4, 750-m
Sohle



Photo 49: Abfüllen der Probe bei MP_L4,
750-m-Sohle

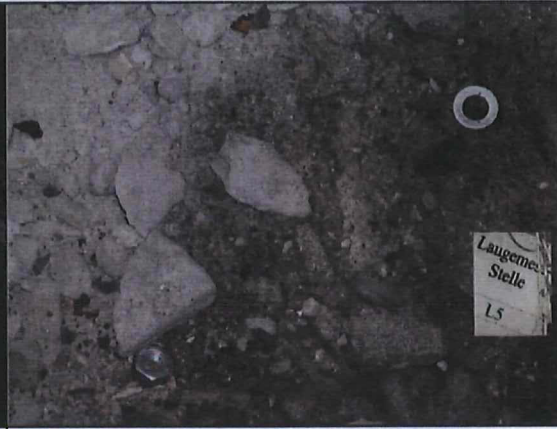


Photo 50: MP_L5 auf 750-m Sohle, keine
Probenahme, da trocken gefallen



Photo 51: MP_L5 auf 750-m Sohle, keine
Probenahme, da trocken gefallen



Photo 52: Probenahme bei MP_S925-1 (925-m
Sohle)



Photo 53: Zutritt bei MP_S925-2 auf 925-m
Sohle



Photo 54: Probenahme bei MP_S925-2 (geringe
Ausbeute)



Photo 55: Beprobung MP_950-1 (950-m Sohle)



Photo 56: Diffuser Laugenzutritt MP_950-1
(950-m Sohle)



Photo 57: Kontaminationskontrolle mit HFK vor dem Ausfahren



ANHANG B: RADIOLOGISCHE MESSWERTE

Tabelle B-1 bis Tabelle B-2:	Laugeproben von 490-m-Sohle
Tabelle B-3 bis Tabelle B-6:	Laugeproben von 658-m-Sohle
Tabelle B-7 bis Tabelle B-13:	Laugeproben von 725-m-Sohle
Tabelle B-14 bis Tabelle B-28:	Laugeproben von 750-m-Sohle
Tabelle B-30 bis Tabelle B-31:	Laugeproben von 925/950-m-Sohle
Tabelle B-32 bis Tabelle B-34:	Feststoffproben (Salze Laugemesspunkten MPs 21, L3, L4)

Anmerkungen:

1. Die nachfolgenden Tabellen enthalten die jeweilige EKG = Erkennungsgrenze und NWG = Nachweisgrenze und für Messwerte über der NWG auch den Unsicherheitsbereich (2σ). Für den Fall "EKG < Messwert < NWG" ist der "Messwert" zur Information mit angegeben, er soll einen Hinweis geben, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein realer Beitrag des Nuklids vorliegen könnte.
2. Für die Freigaberechnungen werden EKG, NWG bzw. der "echte" Messwert genutzt.
3. Abkürzungen bedeuten:
 - n. Fäll.: Nach Fällung
 - D. Mess.: Direktmessung
 - L. L. Beta: Low Level Beta
 - Eman.: Emanationsmessung
 - LSC: Liquid Szintillation Counter (Flüssigkeitsszintillationszähler)
 - ICP-MS: Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma
 - n. b.: nicht bestimmt (gemäß Programm zur Probenahme und Laboranalyse mit Stand vom 02.10.2009 bzw. wegen zu hoher Gesamtaktivität)
4. Die Messwerte für Dichte, Leitfähigkeit, Temperatur und pH-Wert wurden i. d. R. bei der Probenahme vor Ort bestimmt. Falls dies nicht erfolgte, sind sofern vorhanden, Laborwerte angegeben und dies ist hinter dem Messwert vermerkt.



Tabelle B-1: Messwerte MP_SB1, in Bq/l

Probe	Sohle	Beschreibung	Datum	Zeit
MP_SB1	490 m	Speicherbecken 1 (750 m ³)	07.10.2009	11:25
	ρ [g/cm ³]	T [°C]	χ [mS/cm]	pH
	1,21	29,7	237	7,0

Nuklid	Methode	EKG	NWG	< EKG	< NWG	Wert	2- σ	Labor	Bem.
H-3	Beta-LSC	3	7,2			108	13	BfS	
			6			118	14	IAF	
C-14	Beta-LSC	0,03	0,05			0,06	0,02	URA	
K-40	Gamma	2,55	5,1			140	10	BfS	
		0,2	0,4			138	12	IAF	
Co-60	Gamma	0,035	0,07	x				BfS	
		0,1	0,2	x				IAF	
Sr-90	Beta-LSC							VKTA	n. b.
Nb-94	Gamma	0,025	0,05	x				BfS	
		0,04	0,08	x				IAF	
Tc-99	Beta-LSC							VKTA	n. b.
Ag-108m	Gamma	0,025	0,05	x				BfS	
		0,02	0,04	x				IAF	
Sb-125	Gamma	0,075	0,15	x				BfS	
		0,1	0,2	x				IAF	
I-129	Gamma	0,115	0,23	x				BfS	
		0,1	0,2	x				IAF	
Cs-137	Gamma	0,03	0,06	x				BfS	
		0,06	0,12	x				IAF	
Ba-133	Gamma	0,035	0,07	x				BfS	
		0,1	0,2	x				IAF	
Eu-152	Gamma	0,075	0,15	x				BfS	
		0,12	0,24	x				IAF	
Eu-154	Gamma	0,1	0,2	x				BfS	
		0,12	0,24	x				IAF	
Po-210	Alpha	0,002	0,004	x				IAF	
Pb-210	Gamma	0,65	1,15	x				BfS	
	L. L. Beta	0,03	0,06	x				IAF	
Ra-226	Eman.		0,032			0,226	0,026	BfS	
	Gamma	0,005	0,01			0,204	0,024	IAF	n. Fäll.
Ra-228	Beta		0,01			0,468	0,072	BfS	
	Gamma	0,15	0,3			0,57	0,2	BfS	
	Gamma	0,009	0,018			0,360	0,048	IAF	n. Fäll.
U-233/234	Alpha	0,002	0,004			0,016	0,002	IAF	
U-235	Alpha	0,002	0,004	x				IAF	
U-236	Alpha	0,002	0,004	x				IAF	
U-238	Alpha	0,002	0,004			0,006	0,002	IAF	
Pu-238	Alpha							URA	n. b.
Pu-239/240	Alpha							URA	n. b.
Am-241	Gamma	0,045	0,09	x				BfS	
	Gamma	0,07	0,14	x				IAF	
	Alpha							URA	n. b.



Tabelle B-2: Messwerte MP_WPB, in Bq/l

Probe	Sohle	Beschreibung	Datum	Zeit					
MP_WPB	490 m	Waschplatz (18 m³), Becken	07.10.2009	11:35					
	ρ [g/cm³]	T [°C]	χ [mS/cm]	pH					
	1,14	29,1	185	7,7					
Nuklid	Methode	EKG	NWG	< EKG	< NWG	Wert	2- σ	Labor	Bem.
H-3	Beta-LSC		7,2			297	34	BfS IAF	n. b.
C-14	Beta-LSC							URA	n. b.
K-40	Gamma	1,5	3			43	5	BfS	
		0,2	0,4			40	5	IAF	
Co-60	Gamma	0,025	0,05	x				BfS	
		0,03	0,06	x				IAF	
Sr-90	Beta-LSC							VKTA	n. b.
Nb-94	Gamma	0,02	0,04	x				BfS	
		0,02	0,04	x				IAF	
Tc-99	Beta-LSC							VKTA	n. b.
Ag-108m	Gamma	0,02	0,04	x				BfS	
		0,02	0,04	x				IAF	
Sb-125	Gamma	0,06	0,12	x				BfS	
		0,03	0,06	x				IAF	
I-129	Gamma	0,105	0,21	x				BfS	
		0,11	0,22	x				IAF	
Cs-137	Gamma	0,04	0,08			0,29	0,05	BfS	
		0,06	0,12			0,21	0,05	IAF	
Ba-133	Gamma	0,025	0,05	x				BfS	
		0,06	0,12	x				IAF	
Eu-152	Gamma	0,06	0,12	x				BfS	
		0,05	0,1	x				IAF	
Eu-154	Gamma	0,075	0,15	x				BfS	
		0,05	0,1	x				IAF	
Po-210	Alpha							IAF	n. b.
Pb-210	Gamma	0,465	0,93	x				BfS	
	Gamma	0,34	0,68	x				IAF	
Ra-226	Eman.		0,0027			0,073	0,009	BfS	
	Gamma	0,7	1,4	x				IAF	D. Mess.
Ra-228	Beta		0,0087			0,029	0,029	BfS	
	Gamma	0,09	0,18	x				BfS	
	Gamma	0,2	0,4	x				IAF	D. Mess.
U-233/234	Alpha	0,002	0,004			0,046	0,008	IAF	
U-235	Alpha	0,002	0,004	x				IAF	
U-236	Alpha	0,002	0,004	x				IAF	
U-238	Alpha	0,002	0,004			0,029	0,007	IAF	
Pu-238	Alpha							URA	n. b.
Pu-239/240	Alpha							URA	n. b.
Am-241	Gamma	0,035	0,07	x				BfS	
	Gamma	0,09	0,18	x				IAF	
	Alpha							URA	n. b.



Tabelle B-3: Messwerte MP_27-S1, in Bq/l

Probe	Sohle	Beschreibung	Datum	Zeit					
MP_27-S1	658 m	Sammelbehälter 1 (40 m ³)	07.10.2009	10:40					
	ρ [g/cm ³]	T [°C]	χ [mS/cm]	pH					
	1,207	30,8	240	6,8					
Nuklid	Methode	EKG	NWG	< EKG	< NWG	Wert	2- σ	Labor	Bem.
H-3	Beta-LSC		7,4		x			BfS IAF	n. b.
C-14	Beta-LSC							URA	n. b.
K-40	Gamma	2,1	4,2			93	8	BfS	
		0,2	0,4			95	8	IAF	
Co-60	Gamma	0,03	0,06	x				BfS	
		0,07	0,14	x				IAF	
Sr-90	Beta-LSC							VKTA	n. b.
Nb-94	Gamma	0,025	0,05	x				BfS	
		0,06	0,12	x				IAF	
Tc-99	Beta-LSC							VKTA	n. b.
Ag-108m	Gamma	0,02	0,04	x				BfS	
		0,04	0,08	x				IAF	
Sb-125	Gamma	0,07	0,14	x				BfS	
		0,12	0,24	x				IAF	
I-129	Gamma	0,11	0,22	x				BfS	
		0,12	0,24	x				IAF	
Cs-137	Gamma	0,025	0,05	x				BfS	
		0,05	0,1	x				IAF	
Ba-133	Gamma	0,03	0,06	x				BfS	
		0,1	0,2	x				IAF	
Eu-152	Gamma	0,06	0,12	x				BfS	
		0,11	0,22	x				IAF	
Eu-154	Gamma	0,09	0,18	x				BfS	
		0,12	0,24	x				IAF	
Po-210	Alpha							IAF	n. b.
Pb-210	Gamma	0,58	1,16	x				BfS	
	Gamma	0,36	0,72	x				IAF	
Ra-226	Eman.		0,0026			0,212	0,024	BfS	
	Gamma	0,7	1,4	x				IAF	D. Mess.
Ra-228	Beta		0,0091			0,617	0,094	BfS	
	Gamma	0,14	0,28			0,57	0,2	BfS	
	Gamma	0,2	0,4			0,52	0,26	IAF	D. Mess.
U-233/234	Alpha	0,002	0,004			0,006	0,002	IAF	
U-235	Alpha	0,002	0,004	x				IAF	
U-236	Alpha	0,002	0,004	x				IAF	
U-238	Alpha	0,002	0,004			0,006	0,002	IAF	
Pu-238	Alpha							URA	n. b.
Pu-239/240	Alpha							URA	n. b.
Am-241	Gamma	0,04	0,08	x				BfS	
	Gamma	0,09	0,18	x				IAF	
	Alpha							URA	n. b.



Tabelle B-4: Messwerte MP_27-S2, in Bq/l

Probe	Sohle	Beschreibung	Datum	Zeit					
MP_27-S2	658 m	Sammelbehälter 2 (27 m ³)	07.10.2009	10:45					
	ρ [g/cm ³]	T [°C]	χ [mS/cm]	pH					
	1,209	31,8	234	5,9					
Nuklid	Methode	EKG	NWG	< EKG	< NWG	Wert	2· σ	Labor	Bem.
H-3	Beta-LSC		6,8			290	33	BfS IAF	n. b.
C-14	Beta-LSC							URA	n. b.
K-40	Gamma	2,4	4,8			120	10	BfS	
		0,2	0,4			126	10	IAF	
Co-60	Gamma	0,03	0,06	x				BfS	
		0,08	0,16	x				IAF	
Sr-90	Beta-LSC							VKTA	n. b.
Nb-94	Gamma	0,025	0,05	x				BfS	
		0,08	0,16	x				IAF	
Tc-99	Beta-LSC							VKTA	n. b.
Ag-108m	Gamma	0,02	0,04	x				BfS	
		0,07	0,14	x				IAF	
Sb-125	Gamma	0,065	0,13	x				BfS	
		0,12	0,24	x				IAF	
I-129	Gamma	0,115	0,23	x				BfS	
		0,1	0,2	x				IAF	
Cs-137	Gamma	0,03	0,06	x				BfS	
		0,05	0,1	x				IAF	
Ba-133	Gamma	0,03	0,06	x				BfS	
		0,07	0,14	x				IAF	
Eu-152	Gamma	0,07	0,14	x				BfS	
		0,12	0,24	x				IAF	
Eu-154	Gamma	0,1	0,2	x				BfS	
		0,12	0,24	x				IAF	
Po-210	Alpha							IAF	n. b.
Pb-210	Gamma	0,55	1,1	x				BfS	
	Gamma	0,36	0,72	x				IAF	
Ra-226	Eman.		0,0026			0,285	0,032	BfS	
	Gamma	0,7	1,4	x				IAF	D. Mess.
Ra-228	Beta		0,0095			0,681	0,1	BfS	
	Gamma	0,14	0,28			0,6	0,2	BfS	
	Gamma	0,2	0,4			0,65	0,26	IAF	D. Mess.
U-233/234	Alpha	0,002	0,004	x				IAF	
U-235	Alpha	0,002	0,004	x				IAF	
U-236	Alpha	0,002	0,004	x				IAF	
U-238	Alpha	0,002	0,004	x				IAF	
Pu-238	Alpha							URA	n. b.
Pu-239/240	Alpha							URA	n. b.
Am-241	Gamma	0,04	0,08	x				BfS	
	Gamma	0,08	0,16	x				IAF	
	Alpha							URA	n. b.



Tabelle B-5: Messwerte MP_27-Z, in Bq/l

Probe	Sohle	Beschreibung	Datum	Zeit					
MP_27-Z	658 m	frische Zutrittslösung vor Kammer 3	07.10.2009	10:35					
	ρ [g/cm ³]	T [°C]	χ [mS/cm]	pH					
	1,207	30,8	238	6,9					
Nuklid	Methode	EKG	NWG	< EKG	< NWG	Wert	2- σ	Labor	Bem.
H-3	Beta-LSC	3	7,2 6	x	x			BfS IAF	
C-14	Beta-LSC	0,03	0,05			0,09	0,03	URA	
K-40	Gamma	2	4			88	7	BfS	
		0,2	0,4			94	7	IAF	
Co-60	Gamma	0,025	0,05	x				BfS	
		0,07	0,14	x				IAF	
Sr-90	Beta-LSC							VKTA	n. b.
Nb-94	Gamma	0,02	0,04	x				BfS	
		0,05	0,1	x				IAF	
Tc-99	Beta-LSC							VKTA	n. b.
Ag-108m	Gamma	0,02	0,04	x				BfS	
		0,07	0,14	x				IAF	
Sb-125	Gamma	0,06	0,12	x				BfS	
		0,14	0,28	x				IAF	
I-129	Gamma	0,1	0,2	x				BfS	
		0,12	0,24	x				IAF	
Cs-137	Gamma	0,023	0,046	x				BfS	
		0,06	0,12	x				IAF	
Ba-133	Gamma	0,025	0,05	x				BfS	
		0,08	0,16	x				IAF	
Eu-152	Gamma	0,06	0,12	x				BfS	
		0,12	0,24	x				IAF	
Eu-154	Gamma	0,08	0,16	x				BfS	
		0,12	0,24	x				IAF	
Po-210	Alpha	0,001	0,002		x	0,002		IAF	
Pb-210	Gamma	0,48	0,96	x				BfS	
	L. L. Beta	0,04	0,08	x				IAF	
Ra-226	Eman.		0,0027			0,232	0,027	BfS	
	Gamma	0,005	0,01			0,18	0,03	IAF	n. Fäll.
Ra-228	Beta		0,0091			0,592	0,091	BfS	
	Gamma	0,13	0,26			0,54	0,2	BfS	
	Gamma	0,009	0,018			0,44	0,06	IAF	n. Fäll.
U-233/234	Alpha	0,002	0,004			0,005	0,002	IAF	
U-235	Alpha	0,002	0,004	x				IAF	
U-236	Alpha	0,002	0,004	x				IAF	
U-238	Alpha	0,002	0,004		x	0,002		IAF	
Pu-238	Alpha							URA	n. b.
Pu-239/240	Alpha							URA	n. b.
Am-241	Gamma	0,035	0,07	x				BfS	
	Gamma	0,09	0,18	x				IAF	
	Alpha							URA	n. b.



Tabelle B-34: Messwerte MP_L4-F, in Bq/kg

Probe	Sohle	Beschreibung				Datum	Zeit		
MP_L4-F	750 m	Salz/Bodensatz aus MP L4				06.10.2009	17:35		
	ρ [g/cm ³]	T [°C]				χ [mS/cm]	pH		
Nuklid	Methode	EKG	NWG	< EKG	< NWG	Wert	2- σ	Labor	Bem.
H-3	Beta-LSC							BfS IAF	n. b. n. b.
C-14	Beta-LSC	0,05	0,08			245	43	URA	
K-40	Gamma	9,5	19			1.500	100	BfS	
		8	16			1.660	110	IAF	
Co-60	Gamma	0,5	1	x				BfS	
		0,65	1,3	x				IAF	
Sr-90	Beta-LSC	0,60	1,20			1,67	0,62	VKTA	
Nb-94	Gamma	0,4	0,8	x				BfS	
		0,85	1,7	x				IAF	
Tc-99	Beta-LSC	59	118		x	70		VKTA	
Ag-108m	Gamma	1	2	x				BfS	
		1,1	2,2	x				IAF	
Sb-125	Gamma	5	10	x				BfS	
		6,5	14	x				IAF	
I-129	Gamma	7	14	x				BfS	
		22	44	x				IAF	
Cs-137	Gamma	0,95	1,9			9.700	600	BfS	
		4	8			9.940	650	IAF	
Ba-133	Gamma	1	2	x				BfS	
		3,2	6,4	x				IAF	
Eu-152	Gamma	1,5	3	x				BfS	
		5,4	11	x				IAF	
Eu-154	Gamma	1,5	3	x				BfS	
		5,4	11	x				IAF	
Po-210	Alpha	0,06	0,12			5,5	0,92	IAF	
Pb-210	Gamma	9,5	19		x	23		BfS	
	L. L. Beta	1,2	2,4			28	4	IAF	
Ra-226	Eman.							BfS	n. b.
	Gamma	0,34	0,68	x				IAF	n. Fäll.
Ra-228	Beta							BfS	n. b.
	Gamma	2	4	x				BfS	
	Gamma	0,54	1,08	x				IAF	n. Fäll.
U-233/234	Alpha	0,05	0,1	x				IAF	
U-235	Alpha	0,05	0,1	x				IAF	
U-236	Alpha	0,05	0,1	x				IAF	
U-238	Alpha	0,05	0,1	x				IAF	
Pu-238	Alpha	0,005	0,008	x				URA	
Pu-239/240	Alpha	0,005	0,008	x				URA	
Am-241	Gamma	1,2	2,4	x				BfS	
	Gamma	3,2	6,4	x				IAF	
	Alpha	0,015	0,024	x				URA	



Tabelle B-6: Messwerte MP_115, in Bq/l

Probe	Sohle	Beschreibung				Datum	Zeit		
MP_115	658 m	Laugesumpf vor Kammer 4				07.10.2009	11:00		
	ρ [g/cm ³]	T [°C]				χ [mS/cm]	pH		
	1,293	31,0				123	5,1		
Nuklid	Methode	EKG	NWG	< EKG	< NWG	Wert	2- σ	Labor	Bem.
H-3	Beta-LSC		6,9			921	100	BfS IAF	n. b.
C-14	Beta-LSC							URA	n. b.
K-40	Gamma	3,45	6,9			270	15	BfS	
		0,2	0,4			274	18	IAF	
Co-60	Gamma	0,04	0,08	x				BfS	
		0,1	0,2	x				IAF	
Sr-90	Beta-LSC							VKTA	n. b.
Nb-94	Gamma	0,03	0,06	x				BfS	
		0,08	0,16	x				IAF	
Tc-99	Beta-LSC							VKTA	n. b.
Ag-108m	Gamma	0,025	0,05	x				BfS	
		0,09	0,18	x				IAF	
Sb-125	Gamma	0,07	0,14	x				BfS	
		0,13	0,26	x				IAF	
I-129	Gamma	0,135	0,27	x				BfS	
		0,13	0,26	x				IAF	
Cs-137	Gamma	0,03	0,06	x				BfS	
		0,06	0,12	x				IAF	
Ba-133	Gamma	0,035	0,07	x				BfS	
		0,08	0,16	x				IAF	
Eu-152	Gamma	0,08	0,16	x				BfS	
		0,13	0,26	x				IAF	
Eu-154	Gamma	0,135	0,27	x				BfS	
		0,13	0,26	x				IAF	
Po-210	Alpha							IAF	n. b.
Pb-210	Gamma	0,6	1,2	x				BfS	
	Gamma	0,52	1,04	x				IAF	
Ra-226	Eman.		0,0027			0,056	0,007	BfS	
	Gamma	0,9	1,8	x				IAF	D. Mess.
Ra-228	Beta		0,0085			0,149	0,024	BfS	
	Gamma	0,135	0,27	x				BfS	
	Gamma	0,3	0,6	x				IAF	D. Mess.
U-233/234	Alpha	0,002	0,004			0,012	0,004	IAF	
U-235	Alpha	0,002	0,004	x				IAF	
U-236	Alpha	0,002	0,004	x				IAF	
U-238	Alpha	0,002	0,004			0,006	0,003	IAF	
Pu-238	Alpha							URA	n. b.
Pu-239/240	Alpha							URA	n. b.
Am-241	Gamma	0,05	0,1	x				BfS	
	Gamma	0,08	0,16	x				IAF	
	Alpha							URA	n. b.



Tabelle B-7: Messwerte MP_SaB2, in Bq/l

Probe	Sohle	Beschreibung	Datum	Zeit					
MP_SaB2	725 m	Sammelbehälter 2 (40 m ³)	06.10.2009	16:05					
	ρ [g/cm ³]	T [°C]	χ [mS/cm]	pH					
	1,219	32,8	222	6,9					
Nuklid	Methode	EKG	NWG	< EKG	< NWG	Wert	2- σ	Labor	Bem.
H-3	Beta-LSC		7,2			132	16	BfS IAF	n. b.
C-14	Beta-LSC	0,03	0,05	x	x			URA	
K-40	Gamma	3,35	6,7			255	15	BfS	
		0,2	0,4			262	17	IAF	
Co-60	Gamma	0,035	0,07	x				BfS	
		0,1	0,2	x				IAF	
Sr-90	Beta-LSC							VKTA	n. b.
Nb-94	Gamma	0,025	0,05	x				BfS	
		0,06	0,12	x				IAF	
Tc-99	Beta-LSC							VKTA	n. b.
Ag-108m	Gamma	0,025	0,05	x				BfS	
		0,06	0,12	x				IAF	
Sb-125	Gamma	0,075	0,15	x				BfS	
		0,12	0,24	x				IAF	
I-129	Gamma	0,14	0,28	x				BfS	
		0,12	0,24	x				IAF	
Cs-137	Gamma	0,03	0,06	x				BfS	
		0,09	0,18	x				IAF	
Ba-133	Gamma	0,035	0,07	x				BfS	
		0,1	0,2	x				IAF	
Eu-152	Gamma	0,075	0,15	x				BfS	
		0,12	0,24	x				IAF	
Eu-154	Gamma	0,12	0,24	x				BfS	
		0,12	0,24	x				IAF	
Po-210	Alpha	0,002	0,004		x	0,004		IAF	
Pb-210	Gamma	0,8	1,6	x				BfS	
	L. L. Beta	0,03	0,06	x				IAF	
Ra-226	Eman.		0,0028			0,013	0,002	BfS	D. Mess.
	Gamma	0,8	1,6	x				IAF	
Ra-228	Beta		0,0088			0,02	0,006	BfS	D. Mess.
	Gamma	0,13	0,26	x				BfS	
	Gamma	0,2	0,4	x				IAF	
U-233/234	Alpha	0,002	0,004			0,024	0,004	IAF	
U-235	Alpha	0,002	0,004	x				IAF	
U-236	Alpha	0,002	0,004	x				IAF	
U-238	Alpha	0,002	0,004			0,024	0,003	IAF	
Pu-238	Alpha							URA	n. b.
Pu-239/240	Alpha							URA	n. b.
Am-241	Gamma	0,05	0,1	x				BfS	n. b.
	Gamma	0,09	0,18	x				IAF	
	Alpha							URA	



Tabelle B-8: Messwerte MP_SaB3, in Bq/l

Probe	Sohle	Beschreibung				Datum	Zeit			
MP_SaB3	725 m	Sammelbehälter 3 (27 m³)				06.10.2009	16:10			
	ρ [g/cm³]	T [°C]				χ [mS/cm]	pH			
	1,212	32,6				232	6,8			
Nuklid	Methode	EKG	NWG	< EKG	< NWG	Wert	2- σ	Labor	Bem.	
H-3	Beta-LSC	3	7,2 6			116 115	14 14	BfS IAF		
C-14	Beta-LSC	0,03	0,05	x	x			URA		
K-40	Gamma	2,8 0,2	5,6 0,4			175 166	12 11	BfS IAF		
Co-60	Gamma	0,035 0,1	0,07 0,2	x x				BfS IAF		
Sr-90	Beta-LSC							VKTA	n. b.	
Nb-94	Gamma	0,025 0,06	0,05 0,12	x x				BfS IAF		
Tc-99	Beta-LSC							VKTA	n. b.	
Ag-108m	Gamma	0,025 0,06	0,05 0,12	x x				BfS IAF		
Sb-125	Gamma	0,07 0,16	0,14 0,32	x x				BfS IAF		
I-129	Gamma	0,125 0,12	0,25 0,24	x x				BfS IAF		
Cs-137	Gamma	0,03 0,06	0,06 0,12	x x				BfS IAF		
Ba-133	Gamma	0,03 0,07	0,06 0,14	x x				BfS IAF		
Eu-152	Gamma	0,07 0,12	0,14 0,24	x x				BfS IAF		
Eu-154	Gamma	0,12 0,12	0,24 0,24	x x				BfS IAF		
Po-210	Alpha	0,002	0,004			0,045	0,007	IAF		
Pb-210	Gamma L. L. Beta	0,65 0,03	1,3 0,06	x x				BfS IAF		
Ra-226	Eman. Gamma	0,005	0,0025 0,01			0,019 0,024	0,003 0,012	BfS IAF	n. Fäll.	
Ra-228	Beta Gamma Gamma	0,12 0,009	0,0092 0,24 0,018	x		0,032 0,030	0,008 0,012	BfS BfS IAF	n. Fäll.	
U-233/234	Alpha	0,002	0,004			0,008	0,002	IAF		
U-235	Alpha	0,002	0,004	x				IAF		
U-236	Alpha	0,002	0,004	x				IAF		
U-238	Alpha	0,002	0,004			0,007	0,002	IAF		
Pu-238	Alpha							URA	n. b.	
Pu-239/240	Alpha							URA	n. b.	
Am-241	Gamma Gamma Alpha	0,045 0,09	0,09 0,18	x x				BfS IAF URA	n. b.	



Tabelle B-9: Messwerte MP_RL1, in Bq/l

Probe	Sohle	Beschreibung				Datum	Zeit			
MP_RL1	725 m	Zulauf Rollloch 1 (aus Container)				06.10.2009	15:15			
	ρ [g/cm ³]	T [°C]				χ [mS/cm]	pH			
	1,364	33,4				53,1	4,4			
Nuklid	Methode	EKG	NWG	< EKG	< NWG	Wert	2- σ	Labor	Bem.	
H-3	Beta-LSC		7,1			1270	140	BfS IAF	n. b.	
C-14	Beta-LSC							URA	n. b.	
K-40	Gamma	1,15	2,3			23	5	BfS		
		0,2	0,4			33	4	IAF		
Co-60	Gamma	0,025	0,05	x				BfS		
		0,12	0,24	x				IAF		
Sr-90	Beta-LSC							VKTA	n. b.	
Nb-94	Gamma	0,02	0,04	x				BfS		
		0,07	0,14	x				IAF		
Tc-99	Beta-LSC							VKTA	n. b.	
Ag-108m	Gamma	0,016	0,032	x				BfS		
		0,05	0,1	x				IAF		
Sb-125	Gamma	0,05	0,1	x				BfS		
		0,11	0,22	x				IAF		
I-129	Gamma	0,08	0,16	x				BfS		
		0,08	0,16	x				IAF		
Cs-137	Gamma	0,022	0,044	x				BfS		
		0,08	0,16	x				IAF		
Ba-133	Gamma	0,029	0,048	x				BfS		
		0,1	0,2	x				IAF		
Eu-152	Gamma	0,06	0,12	x				BfS		
		0,11	0,22	x				IAF		
Eu-154	Gamma	0,065	0,13	x				BfS		
		0,14	0,28	x				IAF		
Po-210	Alpha							IAF	n. b.	
Pb-210	Gamma	0,41	0,82	x				BfS		
	Gamma	0,41	0,82	x				IAF		
Ra-226	Eman.		0,0026			0,004	0,001	BfS		
	Gamma	0,8	1,6	x				IAF	D. Mess.	
Ra-228	Beta		0,0081		x			BfS		
	Gamma	0,08	0,16	x				BfS		
	Gamma	0,2	0,4	x				IAF	D. Mess.	
U-233/234	Alpha	0,002	0,004			0,026	0,006	IAF		
U-235	Alpha	0,002	0,004	x				IAF		
U-236	Alpha	0,002	0,004	x				IAF		
U-238	Alpha	0,002	0,004			0,019	0,004	IAF		
Pu-238	Alpha							URA	n. b.	
Pu-239/240	Alpha							URA	n. b.	
Am-241	Gamma	0,03	0,06	x				BfS		
	Gamma	0,08	0,16	x				IAF		
	Alpha							URA	n. b.	



Tabelle B-10: Messwerte MP_RL2, in Bq/l

Probe	Sohle	Beschreibung	Datum	Zeit					
MP_RL2	725 m	Zulauf Rollloch 2	06.10.2009	15:50					
	ρ [g/cm ³]	T [°C]	χ [mS/cm]	pH					
	1,213	30,6	232	6,9					
Nuklid	Methode	EKG	NWG	< EKG	< NWG	Wert	2- σ	Labor	Bem.
H-3	Beta-LSC		6,9			109	13	BfS IAF	n. b.
C-14	Beta-LSC							URA	n. b.
K-40	Gamma	2,25	5,5			170	10	BfS	
		0,2	0,4			169	11	IAF	
Co-60	Gamma	0,03	0,06	x				BfS	
		0,11	0,22	x				IAF	
Sr-90	Beta-LSC							VKTA	n. b.
Nb-94	Gamma	0,025	0,05	x				BfS	
		0,05	0,1	x				IAF	
Tc-99	Beta-LSC							VKTA	n. b.
Ag-108m	Gamma	0,02	0,04	x				BfS	
		0,1	0,2	x				IAF	
Sb-125	Gamma	0,07	0,14	x				BfS	
		0,18	0,36	x				IAF	
I-129	Gamma	0,155	0,31	x				BfS	
		0,15	0,3	x				IAF	
Cs-137	Gamma	0,03	0,06	x				BfS	
		0,06	0,12	x				IAF	
Ba-133	Gamma	0,03	0,06	x				BfS	
		0,07	0,14	x				IAF	
Eu-152	Gamma	0,07	0,14	x				BfS	
		0,11	0,22	x				IAF	
Eu-154	Gamma	0,115	0,23	x				BfS	
		0,12	0,24	x				IAF	
Po-210	Alpha							IAF	n. b.
Pb-210	Gamma	0,5	1	x				BfS	
	Gamma	0,49	0,98	x				IAF	
Ra-226	Eman.		0,0026			0,018	0,003	BfS	
	Gamma	0,8	1,6	x				IAF	D. Mess.
Ra-228	Beta		0,0096			0,021	0,006	BfS	
	Gamma	0,12	0,24	x				BfS	
	Gamma	0,3	0,6	x				IAF	D. Mess.
U-233/234	Alpha	0,002	0,004			0,011	0,004	IAF	
U-235	Alpha	0,002	0,004	x				IAF	
U-236	Alpha	0,002	0,004	x				IAF	
U-238	Alpha	0,002	0,004			0,01	0,004	IAF	
Pu-238	Alpha							URA	n. b.
Pu-239/240	Alpha							URA	n. b.
Am-241	Gamma	0,045	0,09	x				BfS	
	Gamma	0,07	0,14	x				IAF	
	Alpha							URA	n. b.



Tabelle B-11: Messwerte MP_38, in Bq/l

Probe	Sohle	Beschreibung			Datum	Zeit			
MP_38	725 m	westlicher Laugesumpf			06.10.2009	15:40			
	ρ [g/cm ³]	T [°C]			χ [mS/cm]	pH			
	1,221	28,5			223	6,9			
Nuklid	Methode	EKG	NWG	< EKG	< NWG	Wert	2- σ	Labor	Bem.
H-3	Beta-LSC		7,2			119	14	BfS IAF	n. b.
C-14	Beta-LSC							URA	n. b.
K-40	Gamma	3,35	6,7			253	15	BfS	
		0,2	0,4			253	18	IAF	
Co-60	Gamma	0,035	0,07	x				BfS	
		0,1	0,2	x				IAF	
Sr-90	Beta-LSC							VKTA	n. b.
Nb-94	Gamma	0,03	0,06	x				BfS	
		0,06	0,12	x				IAF	
Tc-99	Beta-LSC							VKTA	n. b.
Ag-108m	Gamma	0,025	0,05	x				BfS	
		0,07	0,14	x				IAF	
Sb-125	Gamma	0,075	0,15	x				BfS	
		0,1	0,2	x				IAF	
I-129	Gamma	0,135	0,27	x				BfS	
		0,12	0,24	x				IAF	
Cs-137	Gamma	0,035	0,07	x				BfS	
		0,07	0,14	x				IAF	
Ba-133	Gamma	0,035	0,07	x				BfS	
		0,07	0,14	x				IAF	
Eu-152	Gamma	0,08	0,16	x				BfS	
		0,12	0,24	x				IAF	
Eu-154	Gamma	0,13	0,26	x				BfS	
		0,12	0,24	x				IAF	
Po-210	Alpha							IAF	n. b.
Pb-210	Gamma	0,65	1,3	x				BfS	
	Gamma	0,61	1,22	x				IAF	
Ra-226	Eman.		0,0030			0,012	0,002	BfS	D. Mess.
	Gamma	0,8	1,6	x				IAF	
Ra-228	Beta		0,0082			0,02	0,006	BfS	D. Mess.
	Gamma	0,13	0,26	x				BfS	
	Gamma	0,3	0,6	x				IAF	
U-233/234	Alpha	0,002	0,004			0,033	0,005	IAF	
U-235	Alpha	0,002	0,004	x				IAF	
U-236	Alpha	0,002	0,004	x				IAF	
U-238	Alpha	0,002	0,004			0,028	0,005	IAF	
Pu-238	Alpha							URA	n. b.
Pu-239/240	Alpha							URA	n. b.
Am-241	Gamma	0,05	0,1	x				BfS	n. b.
	Gamma	0,08	0,16	x				IAF	
	Alpha							URA	



Tabelle B-12: Messwerte MP_39/1, in Bq/l

Probe	Sohle	Beschreibung			Datum	Zeit			
MP_39/1	725 m	Orig. v. Laugesumpf am Blindsch. 2			06.10.2009	16:15			
	ρ [g/cm ³]	T [°C]			χ [mS/cm]	pH			
	1,302	31,4			139	6,4			
Nuklid	Methode	EKG	NWG	< EKG	< NWG	Wert	2- σ	Labor	Bem.
H-3	Beta-LSC		7,2			1910	210	BfS IAF	n. b.
C-14	Beta-LSC							URA	n. b.
K-40	Gamma	6,5	13			920	50	BfS	
		0,2	0,4			900	65	IAF	
Co-60	Gamma	0,065	0,13	x				BfS	
		0,26	0,52	x				IAF	
Sr-90	Beta-LSC							VKTA	n. b.
Nb-94	Gamma	0,05	0,1	x				BfS	
		0,13	0,26	x				IAF	
Tc-99	Beta-LSC							VKTA	n. b.
Ag-108m	Gamma	0,04	0,08	x				BfS	
		0,1	0,2	x				IAF	
Sb-125	Gamma	0,115	0,23	x				BfS	
		0,16	0,32	x				IAF	
I-129	Gamma	0,25	0,5	x				BfS	
		0,16	0,32	x				IAF	
Cs-137	Gamma	0,065	0,13			0,41	0,08	BfS	
		0,09	0,18			0,46	0,1	IAF	
Ba-133	Gamma	0,055	0,11	x				BfS	
		0,13	0,26	x				IAF	
Eu-152	Gamma	0,125	0,25	x				BfS	
		0,2	0,4	x				IAF	
Eu-154	Gamma	0,25	0,5	x				BfS	
		0,2	0,4	x				IAF	
Po-210	Alpha							IAF	n. b.
Pb-210	Gamma	1,05	2,1	x				BfS	
	Gamma	0,79	1,58	x				IAF	
Ra-226	Eman.		0,0026			0,004	0,002	BfS	
	Gamma	0,9	1,8	x				IAF	D. Mess.
Ra-228	Beta		0,0082		x			BfS	
	Gamma	0,24	0,48	x				BfS	
	Gamma	0,3	0,6	x				IAF	D. Mess.
U-233/234	Alpha	0,002	0,004			0,04	0,007	IAF	
U-235	Alpha	0,002	0,004		x	0,003		IAF	
U-236	Alpha	0,002	0,004	x				IAF	
U-238	Alpha	0,002	0,004			0,045	0,007	IAF	
Pu-238	Alpha							URA	n. b.
Pu-239/240	Alpha							URA	n. b.
Am-241	Gamma	0,09	0,18	x				BfS	
	Gamma	0,1	0,2	x				IAF	
	Alpha							URA	n. b.



Tabelle B-13: Messwerte MP_39/2, in Bq/l

Probe	Sohle	Beschreibung				Datum	Zeit			
MP_39/2	725 m	Mischp. Laugesumpf am Blindschacht 2				06.10.2009	16:30			
	ρ [g/cm ³]	T [°C]				χ [mS/cm]	pH			
	1,312	34,4				124	6,1			
Nuklid	Methode	EKG	NWG	< EKG	< NWG	Wert	2- σ	Labor	Bem.	
H-3	Beta-LSC		7,2			1880	210	BfS IAF	n. b.	
C-14	Beta-LSC							URA	n. b.	
K-40	Gamma	6	12			840	50	BfS		
		0,2	0,4			909	66	IAF		
Co-60	Gamma	0,06	0,12	x				BfS		
		0,2	0,4	x				IAF		
Sr-90	Beta-LSC							VKTA	n. b.	
Nb-94	Gamma	0,045	0,09	x				BfS		
		0,1	0,2	x				IAF		
Tc-99	Beta-LSC							VKTA	n. b.	
Ag-108m	Gamma	0,04	0,08	x				BfS		
		0,08	0,16	x				IAF		
Sb-125	Gamma	0,115	0,23	x				BfS		
		0,2	0,4	x				IAF		
I-129	Gamma	0,205	0,41	x				BfS		
		0,13	0,26	x				IAF		
Cs-137	Gamma	0,055	0,11			0,23	0,07	BfS		
		0,07	0,14			0,16	0,07	IAF		
Ba-133	Gamma	0,05	0,1	x				BfS		
		0,13	0,26	x				IAF		
Eu-152	Gamma	0,115	0,23	x				BfS		
		0,13	0,26	x				IAF		
Eu-154	Gamma	0,215	0,43	x				BfS		
		0,13	0,26	x				IAF		
Po-210	Alpha							IAF	n. b.	
Pb-210	Gamma	0,95	1,9	x				BfS		
	Gamma	1,2	2,4	x				IAF		
Ra-226	Eman.		0,0026			0,005	0,002	BfS		
	Gamma	0,9	1,8	x				IAF	D. Mess.	
Ra-228	Beta		0,0086		x			BfS		
	Gamma	0,21	0,42	x				BfS		
	Gamma	0,4	0,8	x				IAF	D. Mess.	
U-233/234	Alpha	0,002	0,004			0,033	0,007	IAF		
U-235	Alpha	0,002	0,004	x				IAF		
U-236	Alpha	0,002	0,004	x				IAF		
U-238	Alpha	0,002	0,004			0,026	0,007	IAF		
Pu-238	Alpha							URA	n. b.	
Pu-239/240	Alpha							URA	n. b.	
Am-241	Gamma	0,08	0,16	x				BfS		
	Gamma	0,09	0,18	x				IAF		
	Alpha							URA	n. b.	



Tabelle B-14: Messwerte MP_QN, in Bq/l

Probe	Sohle	Beschreibung				Datum	Zeit		
MP_QN	750 m	Querschlag Nord				06.10.2009	10:50		
	ρ [g/cm ³]	T [°C]				χ [mS/cm]	pH		
	1,312	27,9				110	6,6		
Nuklid	Methode	EKG	NWG	< EKG	< NWG	Wert	2· σ	Labor	Bem.
H-3	Beta-LSC	3	7,2 6			61,3 58	8 8	BfS IAF	
C-14	Beta-LSC	0,03	0,05	x	x			URA	
K-40	Gamma	3,55	7,1			278	20	BfS	
		0,2	0,4			306	24	IAF	
Co-60	Gamma	0,04	0,08	x				BfS	
		0,1	0,2	x				IAF	
Sr-90	Beta-LSC	0,072	0,036	x				VKTA	
Nb-94	Gamma	0,03	0,06	x				BfS	
		0,07	0,14	x				IAF	
Tc-99	Beta-LSC	0,01	0,02		x	0,013		VKTA	
Ag-108m	Gamma	0,025	0,05	x				BfS	
		0,09	0,18	x				IAF	
Sb-125	Gamma	0,075	0,15	x				BfS	
		0,16	0,32	x				IAF	
I-129	Gamma	0,14	0,28	x				BfS	
		0,13	0,26	x				IAF	
Cs-137	Gamma	0,04	0,08	x				BfS	
		0,15	0,3	x				IAF	
Ba-133	Gamma	0,035	0,07	x				BfS	
		0,07	0,14	x				IAF	
Eu-152	Gamma	0,085	0,17	x				BfS	
		0,13	0,26	x				IAF	
Eu-154	Gamma	0,135	0,27	x				BfS	
		0,13	0,26	x				IAF	
Po-210	Alpha	0,002	0,004			0,057	0,012	IAF	
Pb-210	Gamma	0,65	1,3	x				BfS	
	L. L. Beta	0,03	0,06			0,38	0,04	IAF	
Ra-226	Eman.		0,0074		x			BfS	n. Fäll.
	Gamma	0,008	0,016	x				IAF	
Ra-228	Beta		0,0080		x			BfS	
	Gamma	0,135	0,27	x				BfS	
	Gamma	0,01	0,02	x				IAF	n. Fäll.
U-233/234	Alpha	0,002	0,004			0,018	0,005	IAF	
U-235	Alpha	0,002	0,004	x				IAF	
U-236	Alpha	0,002	0,004	x				IAF	
U-238	Alpha	0,002	0,004			0,005	0,003	IAF	
Pu-238	Alpha							URA	n. b.
Pu-239/240	Alpha							URA	n. b.
Am-241	Gamma	0,05	0,1	x				BfS	
	Gamma	0,07	0,14	x				IAF	
	Alpha							URA	n. b.



Tabelle B-15: Messwerte MP_SK, in Bq/l

Probe	Sohle	Beschreibung				Datum	Zeit			
MP_SK	750 m	bei Sprengstoffkammer				06.10.2009	11:15			
	ρ [g/cm ³]	T [°C]				χ [mS/cm]	pH			
	1,339	28,5				82,7	5,6			
Nuklid	Methode	EKG	NWG	< EKG	< NWG	Wert	2· σ	Labor	Bem.	
H-3	Beta-LSC		7,3			263	30	BfS IAF	n. b.	
C-14	Beta-LSC							URA	n. b.	
K-40	Gamma	1,65	3,3			59	6	BfS		
		0,2	0,4			75	15	IAF		
Co-60	Gamma	0,025	0,05	x				BfS		
		0,11	0,22	x				IAF		
Sr-90	Beta-LSC							VKTA	n. b.	
Nb-94	Gamma	0,02	0,04	x				BfS		
		0,05	0,1	x				IAF		
Tc-99	Beta-LSC							VKTA	n. b.	
Ag-108m	Gamma	0,02	0,04	x				BfS		
		0,09	0,18	x				IAF		
Sb-125	Gamma	0,06	0,12	x				BfS		
		0,27	0,54	x				IAF		
I-129	Gamma	0,095	0,19	x				BfS		
		0,13	0,26	x				IAF		
Cs-137	Gamma	0,02	0,04	x				BfS		
		0,08	0,16	x				IAF		
Ba-133	Gamma	0,025	0,05	x				BfS		
		0,08	0,16	x				IAF		
Eu-152	Gamma	0,06	0,12	x				BfS		
		0,16	0,32	x				IAF		
Eu-154	Gamma	0,08	0,16	x				BfS		
		0,13	0,26	x				IAF		
Po-210	Alpha							IAF	n. b.	
Pb-210	Gamma	0,47	0,94	x				BfS		
	Gamma	0,67	1,34	x				IAF		
Ra-226	Eman.		0,0026			0,01	0,002	BfS		
	Gamma	0,7	1,4	x				IAF	D. Mess.	
Ra-228	Beta		0,0089		x			BfS		
	Gamma	0,095	0,19	x				BfS		
	Gamma	0,2	0,4	x				IAF	D. Mess.	
U-233/234	Alpha	0,002	0,004			0,023	0,004	IAF		
U-235	Alpha	0,002	0,004	x				IAF		
U-236	Alpha	0,002	0,004	x				IAF		
U-238	Alpha	0,002	0,004			0,013	0,003	IAF		
Pu-238	Alpha							URA	n. b.	
Pu-239/240	Alpha							URA	n. b.	
Am-241	Gamma	0,03	0,06	x				BfS		
	Gamma	0,08	0,16	x				IAF		
	Alpha							URA	n. b.	



Tabelle B-16: Messwerte MP_RS-a, in Bq/l

Probe	Sohle	Beschreibung				Datum	Zeit		
MP_RS-a	750 m	Reichertsumpf, Eingang links				06.10.2009	11:50		
	ρ [g/cm ³]	T [°C]				χ [mS/cm]	pH		
	1,307	32,3				117	4,5		
Nuklid	Methode	EKG	NWG	< EKG	< NWG	Wert	2· σ	Labor	Bem.
H-3	Beta-LSC	3	7,3 6			58,5 61	7,8 8	BfS IAF	
C-14	Beta-LSC							URA	n. b.
K-40	Gamma	4 0,2	8 0,4			360 424	30 80	BfS IAF	
Co-60	Gamma	0,04 0,12	0,08 0,24	x x				BfS IAF	
Sr-90	Beta-LSC							VKTA	n. b.
Nb-94	Gamma	0,035 0,09	0,07 0,18	x x				BfS IAF	
Tc-99	Beta-LSC							VKTA	n. b.
Ag-108m	Gamma	0,03 0,07	0,06 0,14	x x				BfS IAF	
Sb-125	Gamma	0,09 0,16	0,18 0,32	x x				BfS IAF	
I-129	Gamma	0,15 0,13	0,3 0,26	x x				BfS IAF	
Cs-137	Gamma	0,035 0,08	0,07 0,16	x x				BfS IAF	
Ba-133	Gamma	0,04 0,09	0,08 0,18	x x				BfS IAF	
Eu-152	Gamma	0,09 0,13	0,18 0,26	x x				BfS IAF	
Eu-154	Gamma	0,14 0,13	0,28 0,26	x x				BfS IAF	
Po-210	Alpha	0,002	0,004			1,01	0,14	IAF	
Pb-210	Gamma L. L. Beta	0,95 0,03	1,9 0,06			11,8 8,4	2 1	BfS IAF	
Ra-226	Eman. Gamma		0,0029 0,01			0,013 0,017	0,002 0,005	BfS IAF	n. Fäll.
Ra-228	Beta Gamma Gamma	0,15 0,009	0,3 0,018	x		0,013 0,013	0,006	BfS BfS IAF	n. Fäll.
U-233/234	Alpha	0,002	0,004			0,022	0,004	IAF	
U-235	Alpha	0,002	0,004	x				IAF	
U-236	Alpha	0,002	0,004	x				IAF	
U-238	Alpha	0,002	0,004			0,016	0,004	IAF	
Pu-238	Alpha							URA	n. b.
Pu-239/240	Alpha							URA	n. b.
Am-241	Gamma Gamma Alpha	0,06 0,08	0,12 0,16	x x				BfS IAF URA	n. b.



Tabelle B-17: Messwerte MP_RS-a, in Bq/l

Probe	Sohle	Beschreibung	Datum	Zeit					
MP_RS-a	750 m	Reicheltsumpf, Eingang links	28.09.2009						
	ρ [g/cm ³]	T [°C]	χ [mS/cm]	pH					
	1,316								
Nuklid	Methode	EKG	NWG	< EKG	< NWG	Wert	2- σ	Labor	Bem.
H-3	Beta-LSC							BfS IAF	n. b. n. b.
C-14	Beta-LSC							URA	n. b.
K-40	Gamma	2,25	4,5			109	12	BfS	
		0,2	0,4			83	7	IAF	
Co-60	Gamma	0,03	0,06	x				BfS	
		0,09	0,18	x				IAF	
Sr-90	Beta-LSC							VKTA	n. b.
Nb-94	Gamma	0,025	0,05	x				BfS	
		0,09	0,18	x				IAF	
Tc-99	Beta-LSC							VKTA	n. b.
Ag-108m	Gamma	0,02	0,04	x				BfS	
		0,07	0,14	x				IAF	
Sb-125	Gamma	0,065	0,13	x				BfS	
		0,16	0,32	x				IAF	
I-129	Gamma	0,105	0,21	x				BfS	
		0,11	0,22	x				IAF	
Cs-137	Gamma	0,03	0,06	x				BfS	
		0,11	0,22	x				IAF	
Ba-133	Gamma	0,03	0,06	x				BfS	
		0,09	0,18	x				IAF	
Eu-152	Gamma	0,065	0,13	x				BfS	
		0,13	0,26	x				IAF	
Eu-154	Gamma	0,085	0,17	x				BfS	
		0,13	0,26	x				IAF	
Po-210	Alpha	0,002	0,004			2,3	0,4	IAF	
Pb-210	Gamma	0,7	1,4			6,4	0,7	BfS	
	L. L. Beta	0,15	0,3			6,2	0,8	IAF	
Ra-226	Eman.							BfS	n. b.
	Gamma	0,006	0,012			0,013	0,006	IAF	n. Fäll.
Ra-228	Beta							BfS	n. b.
	Gamma	0,105	0,21	x				BfS	
	Gamma	0,012	0,024	x				IAF	n. Fäll.
U-233/234	Alpha	0,002	0,004			0,048	0,008	IAF	
U-235	Alpha	0,002	0,004		x	0,002		IAF	
U-236	Alpha	0,002	0,004	x				IAF	
U-238	Alpha	0,002	0,004			0,036	0,007	IAF	
Pu-238	Alpha							URA	n. b.
Pu-239/240	Alpha							URA	n. b.
Am-241	Gamma	0,04	0,08	x				BfS	
	Gamma	0,07	0,14	x				IAF	
	Alpha							URA	n. b.



Tabelle B-18: Messwerte MP_RS-b, in Bq/l

Probe	Sohle	Beschreibung	Datum	Zeit					
MP_RS-b	750 m	Reicheltsumpf, Eingang mittig	06.10.2009	11:55					
	ρ [g/cm ³]	T [°C]	χ [mS/cm]	pH					
	1,32	31,5	102	5,5					
Nuklid	Methode	EKG	NWG	< EKG	< NWG	Wert	2- σ	Labor	Bem.
H-3	Beta-LSC		6,9			130	15	BfS IAF	n. b.
C-14	Beta-LSC							URA	n. b.
K-40	Gamma	2,7	5,4			164	12	BfS	
		0,2	0,4			185	13	IAF	
Co-60	Gamma	0,035	0,07	x				BfS	
		0,09	0,18	x				IAF	
Sr-90	Beta-LSC							VKTA	n. b.
Nb-94	Gamma	0,025	0,05	x				BfS	
		0,05	0,1	x				IAF	
Tc-99	Beta-LSC							VKTA	n. b.
Ag-108m	Gamma	0,02	0,04	x				BfS	
		0,07	0,14	x				IAF	
Sb-125	Gamma	0,07	0,14	x				BfS	
		0,11	0,22	x				IAF	
I-129	Gamma	0,12	0,24	x				BfS	
		0,13	0,26	x				IAF	
Cs-137	Gamma	0,03	0,06	x				BfS	
		0,07	0,14	x				IAF	
Ba-133	Gamma	0,03	0,06	x				BfS	
		0,08	0,16	x				IAF	
Eu-152	Gamma	0,07	0,14	x				BfS	
		0,13	0,26	x				IAF	
Eu-154	Gamma	0,12	0,24	x				BfS	
		0,13	0,26	x				IAF	
Po-210	Alpha	0,002	0,004			0,94	0,17	IAF	
Pb-210	Gamma	0,75	1,5			5,5	0,5	BfS	
	L. L. Beta	0,07	0,14			5,9	0,7	IAF	
Ra-226	Eman.		0,0018			0,017	0,002	BfS	
	Gamma	0,005	0,01			0,026	0,008	IAF	n. Fäll.
Ra-228	Beta		0,0080			0,02	0,006	BfS	
	Gamma	0,12	0,24	x				BfS	
	Gamma	0,009	0,018		x	0,016		IAF	n. Fäll.
U-233/234	Alpha	0,002	0,004			0,016	0,005	IAF	
U-235	Alpha	0,002	0,004	x				IAF	
U-236	Alpha	0,002	0,004	x				IAF	
U-238	Alpha	0,002	0,004			0,009	0,003	IAF	
Pu-238	Alpha							URA	n. b.
Pu-239/240	Alpha							URA	n. b.
Am-241	Gamma	0,045	0,09	x				BfS	
	Gamma	0,08	0,16	x				IAF	
	Alpha							URA	n. b.



Tabelle B-19: Messwerte MP_RS-b, in Bq/l

Probe	Sohle	Beschreibung	Datum	Zeit
MP_RS-b	750 m	Reicheltsumpf, Eingang mittig	28.09.2009	
	ρ [g/cm ³]	T [°C]	χ [mS/cm]	pH
	1,319			

Nuklid	Methode	EKG	NWG	< EKG	< NWG	Wert	2- σ	Labor	Bem.
H-3	Beta-LSC							BfS IAF	n. b. n. b.
C-14	Beta-LSC							URA	n. b.
K-40	Gamma	2,2	4,4			105	12	BfS	
		0,2	0,4			91	7	IAF	
Co-60	Gamma	0,03	0,06	x				BfS	
		0,07	0,14	x				IAF	
Sr-90	Beta-LSC							VKTA	n. b.
Nb-94	Gamma	0,025	0,05	x				BfS	
		0,05	0,1	x				IAF	
Tc-99	Beta-LSC							VKTA	n. b.
Ag-108m	Gamma	0,02	0,04	x				BfS	
		0,05	0,1	x				IAF	
Sb-125	Gamma	0,065	0,13	x				BfS	
		0,11	0,22	x				IAF	
I-129	Gamma	0,1	0,2	x				BfS	
		0,11	0,22	x				IAF	
Cs-137	Gamma	0,025	0,05	x				BfS	
		0,07	0,14	x				IAF	
Ba-133	Gamma	0,03	0,06	x				BfS	
		0,09	0,18	x				IAF	
Eu-152	Gamma	0,07	0,14	x				BfS	
		0,13	0,26	x				IAF	
Eu-154	Gamma	0,09	0,18	x				BfS	
		0,13	0,26	x				IAF	
Po-210	Alpha	0,002	0,004			2,06	0,29	IAF	
Pb-210	Gamma	0,7	1,4			6,5	0,7	BfS	
	L. L. Beta	0,03	0,06			6,6	0,8	IAF	
Ra-226	Eman. Gamma	0,006	0,012			0,014	0,006	BfS IAF	n. b. n. Fäll.
	Beta							BfS	n. b.
Ra-228	Gamma	0,105	0,21	x				BfS	
	Gamma	0,013	0,026	x				IAF	n. Fäll.
U-233/234	Alpha	0,002	0,004			0,041	0,008	IAF	
U-235	Alpha	0,002	0,004	x				IAF	
U-236	Alpha	0,002	0,004	x				IAF	
U-238	Alpha	0,002	0,004			0,029	0,007	IAF	
Pu-238	Alpha							URA	n. b.
Pu-239/240	Alpha							URA	n. b.
Am-241	Gamma	0,04	0,08	x				BfS	
	Gamma	0,07	0,14	x				IAF	
	Alpha							URA	n. b.



Tabelle B-20: Messwerte MP_RS-c, in Bq/l

Probe	Sohle	Beschreibung	Datum	Zeit					
MP_RS-c	750 m	Reicheltsumpf, Eingang rechts	28.09.2009						
	ρ [g/cm ³]	T [°C]	χ [mS/cm]	pH					
	1,331								
Nuklid	Methode	EKG	NWG	< EKG	< NWG	Wert	2- σ	Labor	Bem.
H-3	Beta-LSC							BfS IAF	n. b. n. b.
C-14	Beta-LSC							URA	n. b.
K-40	Gamma	1,65	3,3			55	7	BfS	
		0,2	0,4			42	7	IAF	
Co-60	Gamma	0,03	0,06	x				BfS	
		0,09	0,18	x				IAF	
Sr-90	Beta-LSC							VKTA	n. b.
Nb-94	Gamma	0,02	0,04	x				BfS	
		0,07	0,14	x				IAF	
Tc-99	Beta-LSC							VKTA	n. b.
Ag-108m	Gamma	0,02	0,04	x				BfS	
		0,05	0,1	x				IAF	
Sb-125	Gamma	0,055	0,11	x				BfS	
		0,09	0,18	x				IAF	
I-129	Gamma	0,095	0,19	x				BfS	
		0,11	0,22	x				IAF	
Cs-137	Gamma	0,025	0,05	x				BfS	
		0,09	0,18	x				IAF	
Ba-133	Gamma	0,025	0,05	x				BfS	
		0,07	0,14	x				IAF	
Eu-152	Gamma	0,065	0,13	x				BfS	
		0,13	0,26	x				IAF	
Eu-154	Gamma	0,08	0,16	x				BfS	
		0,13	0,26	x				IAF	
Po-210	Alpha	0,002	0,004			1	0,13	IAF	
Pb-210	Gamma	0,6	1,2			4,2	0,6	BfS	
	L. L. Beta	0,06	0,12			3,8	0,6	IAF	
Ra-226	Eman.							BfS	n. b.
	Gamma	0,008	0,016			0,029	0,008	IAF	n. Fäll.
Ra-228	Beta							BfS	n. b.
	Gamma	0,085	0,17	x				BfS	
	Gamma	0,01	0,02			0,053	0,02	IAF	n. Fäll.
U-233/234	Alpha	0,003	0,006			0,036	0,009	IAF	
U-235	Alpha	0,003	0,006	x				IAF	
U-236	Alpha	0,003	0,006	x				IAF	
U-238	Alpha	0,003	0,006		x	0,005		IAF	
Pu-238	Alpha							URA	n. b.
Pu-239/240	Alpha							URA	n. b.
Am-241	Gamma	0,035	0,07	x				BfS	
	Gamma	0,05	0,1	x				IAF	
	Alpha							URA	n. b.



Tabelle B-21: Messwerte MP_LSCH4, in Bq/l

Probe	Sohle	Beschreibung	Datum	Zeit					
MP_LSCH4	750 m	Laugensumpf v. Schacht 4	06.10.2009	12:45					
	ρ [g/cm ³]	T [°C]	χ [mS/cm]	pH					
	1,354	29,1	71,6	5,2					
Nuklid	Methode	EKG	NWG	< EKG	< NWG	Wert	2- σ	Labor	Bem.
H-3	Beta-LSC		7,3			504	56	BfS IAF	n. b.
C-14	Beta-LSC							URA	n. b.
K-40	Gamma	1,25	2,5			28	5	BfS	
		0,2	0,4			28	4	IAF	
Co-60	Gamma	0,025	0,05	x				BfS	
		0,09	0,18	x				IAF	
Sr-90	Beta-LSC							VKTA	n. b.
Nb-94	Gamma	0,02	0,04	x				BfS	
		0,05	0,1	x				IAF	
Tc-99	Beta-LSC							VKTA	n. b.
Ag-108m	Gamma	0,02	0,04	x				BfS	
		0,07	0,14	x				IAF	
Sb-125	Gamma	0,055	0,11	x				BfS	
		0,14	0,28	x				IAF	
I-129	Gamma	0,09	0,18	x				BfS	
		0,11	0,22	x				IAF	
Cs-137	Gamma	0,025	0,05	x				BfS	
		0,08	0,16	x				IAF	
Ba-133	Gamma	0,025	0,05	x				BfS	
		0,08	0,16	x				IAF	
Eu-152	Gamma	0,06	0,12	x				BfS	
		0,14	0,28	x				IAF	
Eu-154	Gamma	0,07	0,14	x				BfS	
		0,14	0,28	x				IAF	
Po-210	Alpha							IAF	n. b.
Pb-210	Gamma	0,43	0,86	x				BfS	
	Gamma	0,68	1,36	x				IAF	
Ra-226	Eman.		0,0027			0,009	0,002	BfS	
	Gamma	0,8	1,6	x				IAF	D. Mess.
Ra-228	Beta		0,0082			0,012	0,006	BfS	
	Gamma	0,085	0,17	x				BfS	
	Gamma	0,2	0,4	x				IAF	D. Mess.
U-233/234	Alpha	0,006	0,012			0,016	0,006	IAF	
U-235	Alpha	0,004	0,008	x				IAF	
U-236	Alpha	0,004	0,008	x				IAF	
U-238	Alpha	0,006	0,012	x				IAF	
Pu-238	Alpha							URA	n. b.
Pu-239/240	Alpha							URA	n. b.
Am-241	Gamma	0,03	0,06	x				BfS	
	Gamma	0,08	0,16	x				IAF	
	Alpha							URA	n. b.



Tabelle B-22: Messwerte MP_21, in Bq/l

Probe	Sohle	Beschreibung	Datum	Zeit					
MP_21	750 m	Laugestelle vor Kammer 12	07.10.2009	09:15					
	ρ [g/cm ³]	T [°C]	χ [mS/cm]	pH					
	1,329	ca. 30	81,0 (Labor, 31°C)	4,9 (Labor)					
Nuklid	Methode	EKG	NWG	< EKG	< NWG	Wert	2- σ	Labor	Bem.
H-3	Beta-LSC	3	740			1.400.000	210.000	BfS	
			6			1.240.000	130.000	IAF	
C-14	Beta-LSC	0,04	0,06			8,89	1,56	URA	
K-40	Gamma	1,45	2,9			40	10	BfS	
		0,2	0,4			57	8	IAF	
Co-60	Gamma	0,15	0,3			4,7	0,7	BfS	
		0,1	0,2			4,1	0,7	IAF	
Sr-90	Beta-LSC	0,033	0,066			0,113	0,054	VKTA	
Nb-94	Gamma	0,2	0,4	x				BfS	
		0,78	1,56	x				IAF	
Tc-99	Beta-LSC	0,25	0,50			8,4	2,0	VKTA	
Ag-108m	Gamma	0,5	1	x				BfS	
		1,3	2,6	x				IAF	
Sb-125	Gamma	2,65	5,3	x				BfS	
		16	32	x				IAF	
I-129	Gamma	8,5	17	x				BfS	
		13	26	x				IAF	
Cs-137	Gamma	9	18			28.000	2.000	BfS	
		7	14			31.330	1.950	IAF	
Ba-133	Gamma	1	2	x				BfS	
		7,8	16	x				IAF	
Eu-152	Gamma	0,9	1,8	x				BfS	
		6,5	13	x				IAF	
Eu-154	Gamma	0,7	1,4	x				BfS	
		6,5	13	x				IAF	
Po-210	Alpha	0,01	0,02			2,74	0,22	IAF	
Pb-210	Gamma	10	20	x				BfS	
	L. L. Beta	0,15	0,3			7,8	0,8	IAF	
Ra-226	Eman.							BfS	n. b.
	Gamma	0,06	0,12	x				IAF	n. Fäll.
Ra-228	Beta							BfS	n. b.
	Gamma	0,55	1,1	x				BfS	
	Gamma	0,05	0,1	x				IAF	n. Fäll.
U-233/234	Alpha	0,008	0,016	x				IAF	
U-235	Alpha	0,008	0,016	x				IAF	
U-236	Alpha	0,008	0,016	x				IAF	
U-238	Alpha	0,008	0,016	x				IAF	
Pu-238	Alpha	0,0004	0,0006			0,0009	0,0006	URA	
Pu-239/240	Alpha	0,0004	0,0006			0,0031	0,0011	URA	
Am-241	Gamma	0,9	1,8	x				BfS	
	Gamma	4	8	x				IAF	
	Alpha	0,0006	0,0009			0,0013	0,0007	URA	



Tabelle B-23: Messwerte MP_22, in Bq/l

Probe	Sohle	Beschreibung	Datum	Zeit					
MP_22	750 m	Zulauf Rollloch II	06.10.2009	17:05					
	ρ [g/cm ³]	T [°C]	χ [mS/cm]	pH					
	1,366	32,0	57,3	4,4					
Nuklid	Methode	EKG	NWG	< EKG	< NWG	Wert	2- σ	Labor	Bem.
H-3	Beta-LSC		7,5			1.520	170	BfS IAF	n. b.
C-14	Beta-LSC							URA	n. b.
K-40	Gamma	1,15	2,3			24	5	BfS	
		0,2	0,4			28	3	IAF	
Co-60	Gamma	0,02	0,04	x				BfS	
		0,08	0,16	x				IAF	
Sr-90	Beta-LSC							VKTA	n. b.
Nb-94	Gamma	0,02	0,04	x				BfS	
		0,08	0,16	x				IAF	
Tc-99	Beta-LSC							VKTA	n. b.
Ag-108m	Gamma	0,02	0,04	x				BfS	
		0,07	0,14	x				IAF	
Sb-125	Gamma	0,06	0,12	x				BfS	
		0,11	0,22	x				IAF	
I-129	Gamma	0,085	0,17	x				BfS	
		0,1	0,2	x				IAF	
Cs-137	Gamma	0,025	0,05	x				BfS	
		0,07	0,014	x				IAF	
Ba-133	Gamma	0,025	0,05	x				BfS	
		0,07	0,014	x				IAF	
Eu-152	Gamma	0,06	0,12	x				BfS	
		0,14	0,28	x				IAF	
Eu-154	Gamma	0,07	0,14	x				BfS	
		0,14	0,28	x				IAF	
Po-210	Alpha							IAF	n. b.
Pb-210	Gamma	0,42	0,84	x				BfS	
	Gamma	0,82	1,64	x				IAF	
Ra-226	Eman.		0,0024			0,005	0,001	BfS	
	Gamma	0,6	1,2	x				IAF	D. Mess.
Ra-228	Beta		0,0074		x			BfS	
	Gamma	0,075	0,15	x				BfS	
	Gamma	0,2	0,4	x				IAF	D. Mess.
U-233/234	Alpha	0,002	0,004			0,75	0,11	IAF	
U-235	Alpha	0,005	0,01			0,02	0,01	IAF	
U-236	Alpha	0,01	0,02	x				IAF	
U-238	Alpha	0,002	0,004			0,46	0,07	IAF	
Pu-238	Alpha							URA	n. b.
Pu-239/240	Alpha							URA	n. b.
Am-241	Gamma	0,03	0,06	x				BfS	
	Gamma	0,07	0,14	x				IAF	
	Alpha							URA	n. b.



Tabelle B-24: Messwerte MP_36, in Bq/l

Probe	Sohle	Beschreibung	Datum	Zeit					
MP_36	750 m	Laugesumpf östlich Kammer 9	06.10.2009	12:20					
	ρ [g/cm ³]	T [°C]	χ [mS/cm]	pH					
	1,294	32,1	128	5,9					
Nuklid	Methode	EKG	NWG	< EKG	< NWG	Wert	2- σ	Labor	Bem.
H-3	Beta-LSC	3	7,2 6			1.270 1.230	140 130	BfS IAF	
C-14	Beta-LSC	0,03	0,05			0,17	0,04	URA	
K-40	Gamma	4,9 0,2	9,8 0,4			557 584	50 52	BfS IAF	
Co-60	Gamma	0,05 0,1	0,1 0,2	x x				BfS IAF	
Sr-90	Beta-LSC	0,037	0,074	x				VKTA	
Nb-94	Gamma	0,04 0,06	0,08 0,12	x x				BfS IAF	
Tc-99	Beta-LSC	0,012	0,023		x	0,012		VKTA	
Ag-108m	Gamma	0,035 0,06	0,07 0,12	x x				BfS IAF	
Sb-125	Gamma	0,095 0,1	0,19 0,2	x x				BfS IAF	
I-129	Gamma	0,25 0,1	0,5 0,2	x x				BfS IAF	
Cs-137	Gamma	0,045 0,05	0,09 0,1			0,15 0,19	0,05 0,05	BfS IAF	
Ba-133	Gamma	0,04 0,08	0,08 0,16	x x				BfS IAF	
Eu-152	Gamma	0,1 0,13	0,2 0,26	x x				BfS IAF	
Eu-154	Gamma	0,175 0,13	0,35 0,26	x x				BfS IAF	
Po-210	Alpha	0,002	0,004			0,01	0,004	IAF	
Pb-210	Gamma L. L. Beta	0,9 0,05	1,8 0,1	x x				BfS IAF	
Ra-226	Eman. Gamma	0,013	0,0027 0,026	x		0,009	0,002	BfS IAF	n. Fäll.
Ra-228	Beta Gamma Gamma	0,17 0,01	0,010 0,34 0,02	x x	x			BfS BfS IAF	n. Fäll.
U-233/234	Alpha	0,002	0,004			0,027	0,005	IAF	
U-235	Alpha	0,002	0,004		x	0,002		IAF	
U-236	Alpha	0,003	0,006	x				IAF	
U-238	Alpha	0,002	0,004			0,023	0,005	IAF	
Pu-238	Alpha							URA	n. b.
Pu-239/240	Alpha							URA	n. b.
Am-241	Gamma Gamma Alpha	0,07 0,09	0,14 0,18	x x				BfS IAF URA	n. b.



Tabelle B-25: Messwerte MP_37, in Bq/l

Probe	Sohle	Beschreibung				Datum	Zeit		
MP_37	750 m	Laugesumpf westlich Kammer 9				06.10.2009	12:35		
	ρ [g/cm ³]	T [°C]				χ [mS/cm]	pH		
	1,321	33,7				103	5,0		
Nuklid	Methode	EKG	NWG	< EKG	< NWG	Wert	2- σ	Labor	Bem.
H-3	Beta-LSC	3	720 6			75.700 79.000	11.400 8.200	BfS IAF	
C-14	Beta-LSC	0,04	0,05			0,45	0,08	URA	
K-40	Gamma	2,6 0,2	5,2 0,4			154 124	20 9	BfS IAF	
Co-60	Gamma	0,03 0,08	0,06 0,2	x x				BfS IAF	
Sr-90	Beta-LSC	0,018	0,036	x				VKTA	
Nb-94	Gamma	0,025 0,12	0,05 0,24	x x				BfS IAF	
Tc-99	Beta-LSC	0,012	0,023		x	0,012		VKTA	
Ag-108m	Gamma	0,02 0,08	0,04 0,12	x x				BfS IAF	
Sb-125	Gamma	0,065 0,16	0,13 0,2	x x				BfS IAF	
I-129	Gamma	0,115 0,13	0,23 0,2	x x				BfS IAF	
Cs-137	Gamma	0,03 0,05	0,06 0,1	x x				BfS IAF	
Ba-133	Gamma	0,03 0,07	0,06 0,16	x x				BfS IAF	
Eu-152	Gamma	0,075 0,13	0,15 0,26	x x				BfS IAF	
Eu-154	Gamma	0,105 0,13	0,21 0,26	x x				BfS IAF	
Po-210	Alpha	0,002	0,004			0,12	0,02	IAF	
Pb-210	Gamma L. L. Beta	0,55 0,03	1,1 0,06	x		0,31	0,04	BfS IAF	
Ra-226	Eman. Gamma	0,008	0,0030 0,016		x	0,006 0,016	0,002	BfS IAF	n. Fäll.
Ra-228	Beta Gamma Gamma	0,105 0,01	0,011 0,21 0,02	x x	x			BfS BfS IAF	n. Fäll.
U-233/234	Alpha	0,002	0,004			0,015	0,004	IAF	
U-235	Alpha	0,002	0,004	x				IAF	
U-236	Alpha	0,002	0,004	x				IAF	
U-238	Alpha	0,002	0,004			0,012	0,004	IAF	
Pu-238	Alpha							URA	n. b.
Pu-239/240	Alpha							URA	n. b.
Am-241	Gamma Gamma Alpha	0,045 0,05	0,09 0,1	x x				BfS IAF URA	n. b.



Tabelle B-26: Messwerte MP_L2, in Bq/l

Probe	Sohle	Beschreibung	Datum	Zeit					
MP_L2	750 m	Sohlenschlitz westlich Kammer 4	06.10.2009	17:50					
	ρ [g/cm ³]	T [°C]	χ [mS/cm]	pH					
	1,247	31,8	186	6,7					
Nuklid	Methode	EKG	NWG	< EKG	< NWG	Wert	2- σ	Labor	Bem.
H-3	Beta-LSC		740			3.120.000	468.000	BfS IAF	n. b.
C-14	Beta-LSC	0,03	0,05			1.110	195	URA	
K-40	Gamma	4,65	9,3			471	25	BfS	
		0,2	0,4			446	31	IAF	
Co-60	Gamma	0,05	0,1	x				BfS	
		0,15	0,3	x				IAF	
Sr-90	Beta-LSC	0,024	0,048	x				VKTA	
Nb-94	Gamma	0,04	0,08	x				BfS	
		0,12	0,24	x				IAF	
Tc-99	Beta-LSC	0,01	0,02		x	0,012		VKTA	
Ag-108m	Gamma	0,04	0,08	x				BfS	
		0,25	0,5	x				IAF	
Sb-125	Gamma	0,46	0,92	x				BfS	
		0,75	1,5	x				IAF	
I-129	Gamma	1,5	3	x				BfS	
		1,25	2,5	x				IAF	
Cs-137	Gamma	1,5	3			681	30	BfS	
		0,25	0,5			625	37	IAF	
Ba-133	Gamma	0,15	0,3	x				BfS	
		0,25	0,5	x				IAF	
Eu-152	Gamma	0,17	0,34	x				BfS	
		0,75	1,5	x				IAF	
Eu-154	Gamma	0,17	0,34	x				BfS	
		0,75	1,5	x				IAF	
Po-210	Alpha	0,002	0,004			0,014	0,003	IAF	
Pb-210	Gamma	1,85	3,7	x				BfS	
	L. L. Beta	0,03	0,06			0,086	0,033	IAF	
Ra-226	Eman.							BfS	n. b.
	Gamma	0,018	0,036	x				IAF	n. Fäll.
Ra-228	Beta							BfS	n. b.
	Gamma	0,17	0,34	x				BfS	
U-233/234	Gamma	0,025	0,05	x				IAF	n. Fäll.
		0,002	0,004			0,067	0,01	IAF	
U-235	Alpha	0,002	0,004	x				IAF	
U-236	Alpha	0,002	0,004	x				IAF	
U-238	Alpha	0,002	0,004			0,022	0,006	IAF	
Pu-238	Alpha	0,0006	0,0009	x				URA	
Pu-239/240	Alpha	0,0006	0,0009	x				URA	
Am-241	Gamma	0,16	0,32	x				BfS	
	Gamma	0,16	0,32	x				IAF	
	Alpha	0,0005	0,0008		x	0,0007		URA	



Brenk Systemplanung

Ingenieurgesellschaft für wissenschaftlich
technischen Umweltschutz

Tabelle B-27: Messwerte MP_L3, in Bq/l

Probe	Sohle	Beschreibung	Datum	Zeit
MP_L3	750 m	Sohlenschlitz östlich Kammer 8	06.10.2009	17:20
	ρ [g/cm ³]	T [°C]	χ [mS/cm]	pH
	1,269	31,4	148	5,7

Nuklid	Methode	EKG	NWG	< EKG	< NWG	Wert	2- σ	Labor	Bem.
H-3	Beta-LSC	3	720			2.470.000	370.000	BfS	
			6			1.960.000	210.000	IAF	
C-14	Beta-LSC	0,03	0,05			29,9	5,2	URA	
K-40	Gamma	4,45	8,9			457	25	BfS	
		0,2	0,4			461	32	IAF	
Co-60	Gamma	0,05	0,1	x				BfS	
		0,19	0,38	x				IAF	
Sr-90	Beta-LSC	0,020	0,040	x				VKTA	
Nb-94	Gamma	0,04	0,08	x				BfS	
		0,08	0,16	x				IAF	
Tc-99	Beta-LSC	0,012	0,024			0,039	0,016	VKTA	
Ag-108m	Gamma	0,145	0,29	x				BfS	
		0,13	0,26	x				IAF	
Sb-125	Gamma	0,8	1,6	x				BfS	
		0,25	0,5	x				IAF	
I-129	Gamma	2,5	5	x				BfS	
		1,27	2,54	x				IAF	
Cs-137	Gamma	2,55	5,1			2.170	100	BfS	
		0,25	0,5			2.120	130	IAF	
Ba-133	Gamma	0,25	0,5	x				BfS	
		0,25	0,5	x				IAF	
Eu-152	Gamma	0,15	0,3	x				BfS	
		1	2	x				IAF	
Eu-154	Gamma	0,18	0,36	x				BfS	
		1	2	x				IAF	
Po-210	Alpha	0,002	0,004			0,8	0,09	IAF	
Pb-210	Gamma	3	6	x				BfS	
	L. L. Beta	0,05	0,1			0,8	0,15	IAF	
Ra-226	Eman.							BfS	n. b.
	Gamma	0,03	0,06	x				IAF	n. Fäll.
Ra-228	Beta							BfS	n. b.
	Gamma	0,2	0,4	x				BfS	
	Gamma	0,02	0,04	x				IAF	n. Fäll.
U-233/234	Alpha	0,002	0,004			0,051	0,01	IAF	
U-235	Alpha	0,002	0,004		x	0,004		IAF	
U-236	Alpha	0,002	0,004	x				IAF	
U-238	Alpha	0,002	0,004			0,129	0,011	IAF	
Pu-238	Alpha	0,0003	0,0004			0,0009	0,0005	URA	
Pu-239/240	Alpha	0,0003	0,0004			0,0015	0,0006	URA	
Am-241	Gamma	0,27	0,54	x				BfS	
	Gamma	0,32	0,64	x				IAF	
	Alpha	0,002	0,003	x				URA	



Tabelle B-28: Messwerte MP_L4, in Bq/l

Probe	Sohle	Beschreibung	Datum	Zeit
MP_L4	750 m	Sohlenschlitz westlich Kammer 8	06.10.2009	17:35
	ρ [g/cm ³]	T [°C]	χ [mS/cm]	pH
	1,303	32,1	122	5,3

Nuklid	Methode	EKG	NWG	< EKG	< NWG	Wert	2- σ	Labor	Bem.
H-3	Beta-LSC		730			3.230.000	485.000	BfS IAF	n. b.
C-14	Beta-LSC	0,04	0,05			11,9	2,1	URA	
K-40	Gamma	4,6	9,2			476	25	BfS	
		0,2	0,4			467	33	IAF	
Co-60	Gamma	0,05	0,1	x				BfS	
		0,26	0,52	x				IAF	
Sr-90	Beta-LSC	0,023	0,046	x				VKTA	
Nb-94	Gamma	0,035	0,07	x				BfS	
		0,07	0,14	x				IAF	
Tc-99	Beta-LSC	0,012	0,024			0,148	0,044	VKTA	
Ag-108m	Gamma	0,04	0,08	x				BfS	
		0,13	0,26	x				IAF	
Sb-125	Gamma	0,19	0,38	x				BfS	
		0,39	0,78	x				IAF	
I-129	Gamma	0,8	1,6	x				BfS	
		0,39	0,78	x				IAF	
Cs-137	Gamma	0,5	1			134	10	BfS	
		0,25	0,5			150	10	IAF	
Ba-133	Gamma	0,07	0,14	x				BfS	
		0,39	0,78	x				IAF	
Eu-152	Gamma	0,16	0,32	x				BfS	
		0,39	0,78	x				IAF	
Eu-154	Gamma	0,18	0,36	x				BfS	
		0,39	0,78	x				IAF	
Po-210	Alpha	0,002	0,004			1,37	0,21	IAF	
Pb-210	Gamma	1,2	2,4			12,3	2	BfS	
	L. L. Beta	0,08	0,16			12	2	IAF	
Ra-226	Eman.							BfS	n. b.
	Gamma	0,013	0,026	x				IAF	n. Fäll.
Ra-228	Beta							BfS	n. b.
	Gamma	0,17	0,34	x				BfS	
	Gamma	0,02	0,04	x				IAF	n. Fäll.
U-233/234	Alpha	0,002	0,004			0,081	0,012	IAF	
U-235	Alpha	0,002	0,004		x	0,003		IAF	
U-236	Alpha	0,002	0,004	x				IAF	
U-238	Alpha	0,002	0,004			0,069	0,012	IAF	
Pu-238	Alpha	0,0005	0,0008	x				URA	
Pu-239/240	Alpha	0,0005	0,0008		x	0,0007		URA	
Am-241	Gamma	0,085	0,17	x				BfS	
	Gamma	0,2	0,4	x				IAF	
	Alpha	0,0005	0,0007		x	0,0005		URA	



Tabelle B-29: Messwerte MP_S925-1, in Bq/l

Probe	Sohle	Beschreibung	Datum	Zeit					
MP_S925-1	925 m	Sumpf Nr. 925001	07.10.2009	09:30					
	ρ [g/cm ³]	T [°C]	χ [mS/cm]	pH					
	1,316	ca. 31	96,2 (Labor, 34°C)	5,9 (Labor)					
Nuklid	Methode	EKG	NWG	< EKG	< NWG	Wert	2- σ	Labor	Bem.
H-3	Beta-LSC		660			19.200	2.960	BfS IAF	n. b.
C-14	Beta-LSC	0,03	0,05			0,21	0,04	URA	
K-40	Gamma	1,9	3,8			76	7	BfS	
		0,2	0,4			89	7	IAF	
Co-60	Gamma	0,03	0,06	x				BfS	
		0,13	0,26	x				IAF	
Sr-90	Beta-LSC	0,019	0,038	x				VKTA	
Nb-94	Gamma	0,025	0,05	x				BfS	
		0,07	0,14	x				IAF	
Tc-99	Beta-LSC	0,010	0,020		x	0,012		VKTA	
Ag-108m	Gamma	0,04	0,08	x				BfS	
		0,11	0,22	x				IAF	
Sb-125	Gamma	0,19	0,38	x				BfS	
		0,07	0,14	x				IAF	
I-129	Gamma	0,65	1,3	x				BfS	
		0,66	1,32	x				IAF	
Cs-137	Gamma	0,6	1,2			110	8	BfS	
		0,1	0,2			118	8	IAF	
Ba-133	Gamma	0,07	0,14	x				BfS	
		0,13	0,26	x				IAF	
Eu-152	Gamma	0,1	0,2	x				BfS	
		0,13	0,26	x				IAF	
Eu-154	Gamma	0,1	0,2	x				BfS	
		0,13	0,26	x				IAF	
Po-210	Alpha	0,003	0,006			0,036	0,011	IAF	
Pb-210	Gamma	0,8	1,6	x				BfS	
	L. L. Beta	0,04	0,08			0,21	0,07	IAF	
Ra-226	Eman.							BfS	n. b.
	Gamma	0,066	0,14	x				IAF	n. Fäll.
Ra-228	Beta							BfS	n. b.
	Gamma	0,1	0,2	x				BfS	
	Gamma	0,066	0,14	x				IAF	n. Fäll.
U-233/234	Alpha	0,003	0,006		x	0,004		IAF	
U-235	Alpha	0,003	0,006	x				IAF	
U-236	Alpha	0,003	0,006	x				IAF	
U-238	Alpha	0,003	0,006			0,008	0,004	IAF	
Pu-238	Alpha							URA	n. b.
Pu-239/240	Alpha							URA	n. b.
Am-241	Gamma	0,07	0,14	x				BfS	
	Gamma	0,09	0,18	x				IAF	
	Alpha							URA	n. b.



Tabelle B-30: Messwerte MP_S925-2, in Bq/l

Probe	Sohle	Beschreibung	Datum	Zeit					
MP_S925-2	925 m	Sumpfung Nr.: 925002	07.10.2009	09:35					
	ρ [g/cm ³]	T [°C]	χ [mS/cm]	pH					
	1,325	ca. 32							
Nuklid	Methode	EKG	NWG	< EKG	< NWG	Wert	2· σ	Labor	Bem.
H-3	Beta-LSC		740			22.500	3.440	BfS IAF	n. b.
C-14	Beta-LSC	0,02	0,04			0,95	0,17	URA	
K-40	Gamma	1,75	3,5			64	7	BfS	
		0,2	0,4			93	7	IAF	
Co-60	Gamma	0,025	0,05	x				BfS	
		0,11	0,22	x				IAF	
Sr-90	Beta-LSC							VKTA	n. b.
Nb-94	Gamma	0,02	0,04	x				BfS	
		0,05	0,11	x				IAF	
Tc-99	Beta-LSC							VKTA	n. b.
Ag-108m	Gamma	0,03	0,06	x				BfS	
		0,13	0,26	x				IAF	
Sb-125	Gamma	0,14	0,28	x				BfS	
		0,13	0,26	x				IAF	
I-129	Gamma	0,5	1	x				BfS	
		0,26	0,52	x				IAF	
Cs-137	Gamma	0,41	0,82			55	5	BfS	
		0,1	0,2			61	6	IAF	
Ba-133	Gamma	0,05	0,1	x				BfS	
		0,11	0,22	x				IAF	
Eu-152	Gamma	0,1	0,2	x				BfS	
		0,2	0,4	x				IAF	
Eu-154	Gamma	0,1	0,2	x				BfS	
		0,13	0,6	x				IAF	
Po-210	Alpha	0,003	0,006			0,19	0,02	IAF	
Pb-210	Gamma	0,7	1,4	x				BfS	
	L. L. Beta	0,03	0,06			0,7	0,08	IAF	
Ra-226	Eman.							BfS	n. b.
	Gamma	0,016	0,032			0,068	0,015	IAF	n. Fäll.
Ra-228	Beta							BfS	n. b.
	Gamma	0,1	0,2	x				BfS	
	Gamma	0,01	0,02			0,027	0,014	IAF	n. Fäll.
U-233/234	Alpha	0,002	0,004			0,042	0,008	IAF	
U-235	Alpha	0,002	0,004		x	0,002		IAF	
U-236	Alpha	0,002	0,004	x				IAF	
U-238	Alpha	0,002	0,004			0,041	0,008	IAF	
Pu-238	Alpha							URA	n. b.
Pu-239/240	Alpha							URA	n. b.
Am-241	Gamma	0,055	0,11	x				BfS	
	Gamma	0,1	0,2	x				IAF	
	Alpha							URA	n. b.



Tabelle B-31: Messwerte MP_S950-1, in Bq/l

Probe	Sohle	Beschreibung				Datum		Zeit	
MP_S950-1	950 m	Sumpf Nr.: 950001				07.10.2009		09:50	
	ρ [g/cm ³]	T [°C]				χ [mS/cm]		pH	
	1,344	ca. 32				67,4 (Labor, 31°C)		5,6 (Labor)	
Nuklid	Methode	EKG	NWG	< EKG	< NWG	Wert	2- σ	Labor	Bem.
H-3	Beta-LSC	3	6	66		5.110 4.250	770 720	BfS IAF	
C-14	Beta-LSC	0,03	0,05			0,25	0,05	URA	
K-40	Gamma	1,15	2,3			23	5	BfS	
		0,2	0,4			31	3	IAF	
Co-60	Gamma	0,025	0,05	x				BfS	
		0,07	0,14	x				IAF	
Sr-90	Beta-LSC	0,006	0,012		x	0,007		VKTA	
Nb-94	Gamma	0,02	0,04	x				BfS	
		0,07	0,14	x				IAF	
Tc-99	Beta-LSC	0,010	0,020		x	0,013		VKTA	
Ag-108m	Gamma	0,03	0,06	x				BfS	
		0,07	0,14	x				IAF	
Sb-125	Gamma	0,12	0,24	x				BfS	
		0,16	0,32	x				IAF	
I-129	Gamma	0,42	0,84	x				BfS	
		0,13	0,26	x				IAF	
Cs-137	Gamma	0,315	0,63			32	3	BfS	
		0,1	0,2			36	3	IAF	
Ba-133	Gamma	0,045	0,09	x				BfS	
		0,11	0,22	x				IAF	
Eu-152	Gamma	0,08	0,16	x				BfS	
		0,13	0,26	x				IAF	
Eu-154	Gamma	0,06	0,12	x				BfS	
		0,13	0,26	x				IAF	
Po-210	Alpha	0,003	0,006			0,125	0,013	IAF	
Pb-210	Gamma	0,55	1,1	x				BfS	
	L. L. Beta	0,04	0,08			0,36	0,05	IAF	
Ra-226	Eman.							BfS	n. b.
	Gamma	0,01	0,02			0,026	0,01	IAF	n. Fäll.
Ra-228	Beta							BfS	n. b.
	Gamma	0,07	0,14	x				BfS	
	Gamma	0,07	0,14	x				IAF	n. Fäll.
U-233/234	Alpha	0,002	0,004			0,043	0,008	IAF	
U-235	Alpha	0,002	0,004	x				IAF	
U-236	Alpha	0,002	0,004	x				IAF	
U-238	Alpha	0,002	0,004			0,026	0,004	IAF	
Pu-238	Alpha							URA	n. b.
Pu-239/240	Alpha							URA	n. b.
Am-241	Gamma	0,045	0,09	x				BfS	
	Gamma	0,05	0,1	x				IAF	
	Alpha							URA	n. b.



Tabelle B-32: Messwerte MP_21-F, in Bq/kg

Probe	Sohle	Beschreibung				Datum	Zeit		
MP_21-F	750 m	Salz/Bodensatz aus MP_21				07.10.2009	09:15		
	ρ [g/cm ³]	T [°C]				χ [mS/cm]	pH		
Nuklid	Methode	EKG	NWG	< EKG	< NWG	Wert	2- σ	Labor	Bem.
H-3	Beta-LSC							BfS IAF	n. b. n. b.
C-14	Beta-LSC	0,07	0,11			9,1	1,6	URA	
K-40	Gamma	9	18			2.470	150	BfS	
		4	8			2.460	210	IAF	
Co-60	Gamma	0,7	1,4	x				BfS	
		2,3	4,6	x				IAF	
Sr-90	Beta-LSC	0,8	1,6			2,2	1,2	VKTA	
Nb-94	Gamma	3	6	x				BfS	
		21	42	x				IAF	
Tc-99	Beta-LSC	300	600			1.800	720	VKTA	
Ag-108m	Gamma	7	14	x				BfS	
		42	84	x				IAF	
Sb-125	Gamma	40	80	x				BfS	
		125	250	x				IAF	
I-129	Gamma	50	100	x				BfS	
		210	420	x				IAF	
Cs-137	Gamma	8	16			580.000	30.000	BfS	
		50	100			545.000	43.000	IAF	
Ba-133	Gamma	9	18	x				BfS	
		21	42	x				IAF	
Eu-152	Gamma	2,5	5	x				BfS	
		42	84	x				IAF	
Eu-154	Gamma	5	10	x				BfS	
		42	84	x				IAF	
Po-210	Alpha	0,02	0,04			7,4	1	IAF	
Pb-210	Gamma	80	160	x				BfS	
	L. L. Beta	0,4	0,8			31	8	IAF	
Ra-226	Eman.							BfS	n. b.
	Gamma	0,1	0,2		x	0,17		IAF	n. Fäll.
Ra-228	Beta							BfS	n. b.
	Gamma	10	20	x				BfS	
	Gamma	0,21	0,42	x				IAF	n. Fäll.
U-233/234	Alpha	0,008	0,016	x				IAF	
U-235	Alpha	0,004	0,008	x				IAF	
U-236	Alpha	0,004	0,008	x				IAF	
U-238	Alpha	0,008	0,016	x				IAF	
Pu-238	Alpha	0,002	0,003		x	0,0027		URA	
Pu-239/240	Alpha	0,002	0,003			0,010	0,003	URA	
Am-241	Gamma	8,5	17	x				BfS	
	Gamma	83	166	x				IAF	
	Alpha	0,004	0,006		x	0,005		URA	



Tabelle B-33: Messwerte MP_L3-F, in Bq/kg

Probe	Sohle	Beschreibung				Datum	Zeit			
MP_L3-F	750 m	Salz/Bodensatz aus MP_L3				06.10.2009	17:20			
	ρ [g/cm ³]	T [°C]				χ [mS/cm]	pH			
Nuklid	Methode	EKG	NWG	< EKG	< NWG	Wert	2- σ	Labor	Bem.	
H-3	Beta-LSC							BfS IAF	n. b. n. b.	
C-14	Beta-LSC	0,17	0,26			12,8	2,2	URA		
K-40	Gamma	6,7	13,4			1.300	80	BfS		
		4	8			1.330	90	IAF		
Co-60	Gamma	0,3	0,6	x				BfS		
		0,36	0,72	x				IAF		
Sr-90	Beta-LSC	0,30	0,6			1,45	0,60	VKTA		
Nb-94	Gamma	0,3	0,6	x				BfS		
		0,34	0,68	x				IAF		
Tc-99	Beta-LSC	35	70		x	45		VKTA		
Ag-108m	Gamma	1	2	x				BfS		
		0,72	1,44	x				IAF		
Sb-125	Gamma	6	12	x				BfS		
		7,2	14	x				IAF		
I-129	Gamma	8,5	17	x				BfS		
		11	22	x				IAF		
Cs-137	Gamma	1	2			15.400	800	BfS		
		2	4			15.100	1.080	IAF		
Ba-133	Gamma	2	4	x				BfS		
		3,6	7,2	x				IAF		
Eu-152	Gamma	1,5	3	x				BfS		
		3,6	7,2	x				IAF		
Eu-154	Gamma	1	2	x				BfS		
		3,6	7,2	x				IAF		
Po-210	Alpha	0,02	0,04			46	3	IAF		
Pb-210	Gamma	11	22			43	13	BfS		
	L. L. Beta	0,3	0,6			50	14	IAF		
Ra-226	Eman.							BfS	n. b.	
	Gamma	0,18	0,36	x				IAF	n. Fäll.	
Ra-228	Beta							BfS	n. b.	
	Gamma	2	4	x				BfS		
	Gamma	0,14	0,28	x				IAF	n. Fäll.	
U-233/234	Alpha	0,008	0,016			0,065	0,014	IAF		
U-235	Alpha	0,004	0,008		x	0,004		IAF		
U-236	Alpha	0,004	0,008	x				IAF		
U-238	Alpha	0,008	0,016			0,119	0,018	IAF		
Pu-238	Alpha	0,004	0,006					URA		
Pu-239/240	Alpha	0,004	0,006	x				URA		
Am-241	Gamma	1,4	2,8	x				BfS		
	Gamma	1,8	3,6	x				IAF		
	Alpha	0,020	0,030	x				URA		