

IAF - Radioökologie GmbH

Labor für Radionuklidanalytik | Radiologische Gutachten | Consulting

Beprobung und Analyse von Salzlösungen in der Schachtanlage Asse II im Jahr 2021

Auftraggeber: BGE Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH
Eschenstraße 55
31224 Peine

Projektname: Beprobung und Analyse von Salzlösungen in der
Schachtanlage Asse II im Jahr 2021

Projektnummer: 211018-01

Auftragnehmer: IAF-Radioökologie GmbH

Autoren: Dr. rer. nat. habil. [REDACTED]
Dr. rer. nat. [REDACTED]
Dr. rer. nat. [REDACTED]

Radeberg, den 31.05.2022

[REDACTED]

Geschäftsführer



Wilhelm-Rönsch-Str. 9
01454 Radeberg
Tel. +49 (0) 3528 48730-0
Fax +49 (0) 3528 48730-22
E-Mail info@iaf-dresden.de

Geschäftsführer:
Dr. rer. nat. habil. Hartmut Schulz
Dr. rer. nat. Christian Kunze
Dipl.-Ing. (BA) René Baumert
Handelsregister: HRB 9185
Amtsgericht Dresden

Bankverbindung:
HypoVereinsbank Dresden
IBAN: DE92 8502 0086 5360 1794 29
SWIFT (BIC): HYVEDEMM496

Inhalt

1	Einleitung.....	10
2	Zielstellung	12
3	Probenahmestellen und Messprogramm.....	13
3.1	Vorbemerkung.....	13
3.2	Überblick über die beprobten Messstellen.....	14
3.3	Radiologische Untersuchungen.....	33
3.4	Chemische Untersuchungen	37
4	Durchführung der Probenahme.....	38
5	Messverfahren der chemischen und radiologischen Untersuchungen.....	40
5.1	Vorbemerkung.....	40
5.2	Messverfahren zur chemischen Analyse	40
5.3	Messverfahren zur radiologischen Analyse	41
5.3.1	Verfahren zur gammaspektrometrischen Bestimmung.....	41
5.3.2	Radiochemische Messverfahren.....	41
5.3.3	Qualitätssicherung	42
6	Ergebnisse der chemischen Analysen	42
6.1	Vorbemerkung zu den chemischen Analysen.....	42
6.2	Dichtebestimmung der Salzlösungen	43
6.3	Natrium	44
6.4	Kalium.....	46
6.5	Calcium	48
6.6	Magnesium	50
6.7	Chlorid.....	52
6.8	Sulfat.....	54
6.9	Ammonium	56
6.10	Nitrat	58
6.11	Ammonium-Stickstoff und Nitrat-Stickstoff.....	60
6.12	Eisen-II und Eisen-III.....	62
6.13	Kaliumhexacyanoferrat.....	64
6.14	Abschließende Diskussion der Ergebnisse der chemischen Analysen	66
7	Ergebnisse der radiologischen Laboranalysen.....	69
7.1	Vorbemerkung zu den radiologischen Messergebnissen.....	69
7.2	Tabellarische Zusammenstellung der radiologischen Messwerte	69
7.3	Diskussion der radiologischen Messergebnisse	77
7.3.1	Vorbemerkung zu den aliquotierten Proben	77
7.3.2	Künstliche Radionuklide.....	81
7.3.2.1	Cs-137	81
7.3.2.2	H-3.....	83
7.3.2.3	Weitere Ergebnisse der gammaspektrometrischen Analyse für ausgewählte künstliche Radionuklide.....	87

7.3.2.4	Ergebnisse für künstliche Radionuklide nach radiochemischer Präparation	87
7.3.2.4.1	Sr-90.....	88
7.3.2.4.2	Tc-99	88
7.3.2.4.3	Ni-63.....	90
7.3.2.4.4	Am-241	92
7.3.2.4.5	Pu-238, Pu-239/240.....	93
7.3.2.4.6	C-14 (anorganisch) und C-14 (gesamt).....	93
7.3.3	Natürliche Radionuklide	95
7.3.3.1	Ra-226, Ra-228 und Ra-224	95
7.3.3.2	Rn-222	101
7.3.3.3	U-238 und U-234	101
7.3.3.4	Pb-210 und Po-210	107
7.3.3.5	Th-232, Th-230 und Th-228	112
7.4	Qualitätssicherung der Messwerte durch das BfS	112
8	Diskussion der Untersuchungsergebnisse der Grundwasserproben und der Probe aus Schacht Asse 1	115
9	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	117
10	Literaturverzeichnis.....	119

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Übersicht über die jeweiligen Bild-Nummern zu den Probe-Nummern mit Datum der Probenahme und Zuordnung zu den Entnahmestellen der Asse. . 15
Tabelle 2:	Übersicht über die zu bestimmenden Radionuklide in den Salzlösungen der Schachtanlage Asse II 34
Tabelle 3:	Übersicht über die zu bestimmenden künstlichen Radionuklide in den Salzlösungen der Schachtanlage Asse II und den Grundwasserproben 35
Tabelle 4:	Wie Tabelle 3, jedoch für die natürlichen Radionuklide 36
Tabelle 5:	Analyse von chemischen Parametern in Salzlösungen der Schachtanlage Asse II, sowie von Grundwasserproben..... 37
Tabelle 6:	Chemisch-physikalische Parameter der Grundwasser- und Salzlösungen bei der Probenahme 39
Tabelle 7:	Zusammenstellung der relevanten Radionuklidkonzentrationen in Salzlösungen und in Grundwässern (H-3, C-14 und K-40), gemessen in Bq/l, eine vollständige Zusammenstellung aller Messwerte mit den entsprechenden Messunsicherheiten befindet sich in dem Anhang B..... 70
Tabelle 8:	Wie Tabelle 7, jedoch für Co-60, Sr-90, Tc-99 und Cs-137 71
Tabelle 9:	Wie Tabelle 7, jedoch für Ni-63, Pu-238, Pu-239/240 und Am241 72
Tabelle 10:	Wie Tabelle 7, jedoch für Pb-210, Po-210, Ra-224, Ra-226 und Ra-228 73
Tabelle 11:	Wie Tabelle 7, jedoch für Th-232, Th-230 und Th-228 74
Tabelle 12:	Wie Tabelle 7, jedoch für U-238, U-235 und U-234 75
Tabelle 13:	Wie Tabelle 7, jedoch für Ra-228 und Th-228..... 76
Tabelle 14:	Anzahl der zu bestimmenden künstlichen Radionuklide nach radiochemischer Präparation 88
Tabelle 15:	Vergleich der Analysenergebnisse von IAF und BfS im Rahmen der Messungen zur Qualitätssicherung für die Proben von den Messstellen L658008, P725019 und P750043 in Bq/l..... 113
Tabelle 16:	Wie Tabelle 15, jedoch für die Proben von den Messstellen P750084, P750185 und P750189 in Bq/l 114
Tabelle 17:	Chemisch-physikalische Parameter der Proben aus den Grundwassermessstellen und von Schacht 1 115
Tabelle 18:	Ergebnisse der Radionuklidanalysen der Proben aus den Grundwassermessstellen und von Schacht 1 116

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Probenahmestelle SB3 auf der 490-m-Sohle	16
Abbildung 2: Messstelle P490009 auf der 490-m-Sohle	17
Abbildung 3: Messstelle auf der 553-m-Sohle (zum Zeitpunkt der Probennahmekampagne zu wenig Wasser vorhanden)	18
Abbildung 4: Messstellen auf der 658-m-Sohle	19
Abbildung 5: Messstellen auf der 725-m-Sohle	20
Abbildung 6: Messstellen auf der 750-m-Sohle (Süd).....	21
Abbildung 7: Messstellen auf der 750-m-Sohle (Nord)	22
Abbildung 8: Messstellen auf der 750-m-Sohle (Ost).....	23
Abbildung 9: Messstellen auf der 750-m-Sohle	24
Abbildung 10: Messstelle auf der 750-m- Sohle	25
Abbildung 11: Messstellen auf der 750-m- Sohle	26
Abbildung 12: Messstellen auf der 750-m- Sohle	27
Abbildung 13: Messstellen auf der 800-m-Sohle	28
Abbildung 14: Messstelle auf der 925-m-Sohle	29
Abbildung 15: Messstelle auf der 975-m-Sohle (im Rahmen der Probenahmekampagne nicht beprobt)	30
Abbildung 16: Grundwassermessstellen	31
Abbildung 17: Messstelle in dem Schacht Asse 1	32
Abbildung 18: Vergleich der Dichten der Salzlösungen aus der Schachtanlage Asse II bei den Beprobungen von 2021, 2019 und 2017	43
Abbildung 19: Vergleich der Dichte der Salzlösungen aus der Schachtanlage Asse II bei den Beprobungen von 2021 und 2019, wobei Messwertpaare mit merklichen Konzentrationsänderungen besonders gekennzeichnet sind.	44
Abbildung 20: Natriumkonzentrationen der Salzlösungen aus der Schachtanlage Asse II bei den Beprobungen von 2021, 2019 und 2017	45
Abbildung 21: Vergleich der Natriumkonzentrationen der Salzlösungen aus der Schachtanlage Asse II bei den Beprobungen von 2021 gegenüber 2019, wobei Messwertpaare mit merklichen Konzentrationsänderungen besonders gekennzeichnet sind.	46
Abbildung 22: Vergleich der Kaliumkonzentrationen der Salzlösungen aus der Schachtanlage Asse II bei den Beprobungen von 2021, 2019 und 2017	47
Abbildung 23: Vergleich der Kaliumkonzentrationen der Salzlösungen aus der Schachtanlage Asse II bei den Beprobungen von 2021 gegenüber 2019, wobei Messwertpaare mit merklichen Konzentrationsänderungen besonders gekennzeichnet sind.	48
Abbildung 24: Vergleich der Calciumkonzentrationen der Salzlösungen aus der Schachtanlage Asse II bei den Beprobungen von 2021, 2019 und 2017	49
Abbildung 25: Vergleich der Calciumkonzentrationen der Salzlösungen aus der Schachtanlage Asse II bei den Beprobungen von 2021 gegenüber 2019.	50

Abbildung 26: Vergleich der Magnesiumkonzentrationen der Salzlösungen aus der Schachtanlage Asse II bei den Beprobungen von 2021, 2019 und 2017	51
Abbildung 27: Vergleich der Magnesiumkonzentrationen der Salzlösungen aus der Schachtanlage Asse II bei den Beprobungen von 2021 gegenüber 2019, wobei Messwertpaare mit merklichen Konzentrationsänderungen besonders gekennzeichnet sind	52
Abbildung 28: Vergleich der Chloridkonzentrationen der Salzlösungen aus der Schachtanlage Asse II bei den Beprobungen von 2021, 2019 und 2017	53
Abbildung 29: Vergleich der Chloridkonzentrationen der Salzlösungen aus der Schachtanlage Asse II bei den Beprobungen von 2021 gegenüber 2019, wobei Messwertpaare mit merklichen Konzentrationsänderungen besonders gekennzeichnet sind.	54
Abbildung 30: Vergleich der Sulfatkonzentrationen aus der Schachtanlage Asse II bei den Beprobungen von 2021, 2019 und 2017	55
Abbildung 31: Vergleich der Sulfatkonzentrationen der Salzlösungen aus der Schachtanlage Asse II bei den Beprobungen von 2021 gegenüber 2019, wobei Messwertpaare mit merklichen Konzentrationsänderungen besonders gekennzeichnet sind	56
Abbildung 32: Vergleich der Ammoniumkonzentrationen der Salzlösungen aus der Schachtanlage Asse II bei den Beprobungen von 2021, 2019 und 2017	57
Abbildung 33: Vergleich der Nitratkonzentrationen der Salzlösungen aus der Schachtanlage Asse II bei den Beprobungen von 2021, 2019 und 2017	59
Abbildung 34: Ammonium-Stickstoff und Nitrat-Stickstoff-Messwerte aus der Charakterisierungsmessung 2021	61
Abbildung 35: Eisen-II- und Eisen-III-Messwerte aus der Charakterisierungsmessung 2021, bei Probe P750071 und P750084 (grüner Balken) liegen keine Angaben zur Oxidationsstufe vor.	63
Abbildung 36: Kaliumhexacyanoferrat Messwerte aus der Charakterisierungsmessungen 2021 und 2019.....	65
Abbildung 37: Zeitlicher Verlauf der Konzentrationen der Hauptionen bei Messstelle P750071	66
Abbildung 38: Zeitlicher Verlauf der Konzentrationen der Hauptionen bei Messstelle P750043	67
Abbildung 39: Zeitlicher Verlauf der Konzentrationen der Hauptionen bei Messstelle P750084	68
Abbildung 40: Vergleich der mit der gamma-spektrometrischen Methode bestimmten K-40-Aktivitätskonzentration in den untersuchten Proben mit den aus der chemischen Analyse folgenden K-40 Konzentration aus der Bestimmung der K-Konzentration bei Berücksichtigung, dass Kalium 0,012% des radioaktiven Isotop K-40 enthält.	77
Abbildung 41: Vergleich der von IAF und BfS im Rahmen der Qualitätssicherung 2021 ausgewählten Proben (s. Anhang F) bestimmten Aktivitätskonzentrationen von K-40	78

Abbildung 42: Vergleich der im Jahre 2021 und 2019 bestimmten K-40-Aktivitätskonzentrationen.....	79
Abbildung 43: Wie Abbildung 42, jedoch für die früheren Messergebnisse bis 2011	80
Abbildung 44: Vergleich der im Jahre 2021 und 2019 bestimmten Cs-137-Aktivitätskonzentrationen.....	81
Abbildung 45: Wie Abbildung 44, jedoch für die früheren Messergebnisse bis 2011	82
Abbildung 46: Zeitlicher Verlauf der Cs-137-Aktivitätskonzentrationen der drei stärker kontaminierten Messstellen P750043, P750071 und P750084	83
Abbildung 47: Vergleich der im Jahre 2021 bestimmten H-3-Aktivitätskonzentrationen mit den in 2019 bestimmten Werten.	84
Abbildung 48: Wie Abbildung 47, jedoch für die früheren Messergebnisse bis 2011	85
Abbildung 49: Zeitlicher Verlauf der H-3-Aktivitätskonzentrationen der drei stärker kontaminierten Messstellen P750043, P750071 und P750084	86
Abbildung 50: Zeitlicher Verlauf der Co-60-Aktivitätskonzentrationen bei Messstellen P750084	87
Abbildung 51: Vergleich der im Jahre 2021 von IAF bestimmten Tc-99-Aktivitätskonzentrationen mit früheren Werten.....	89
Abbildung 52: Vergleich der im Jahre 2021 bestimmten Ni-63-Aktivitätskonzentrationen mit den in 2019 bestimmten Werten.	90
Abbildung 53: Vergleich der im Jahre 2021 von IAF bestimmten Ni-63-Aktivitätskonzentrationen mit früheren Werten.....	91
Abbildung 54: Vergleich der im Jahre 2021 von IAF bestimmten Am-241-Aktivitätskonzentrationen mit früheren Werten.....	92
Abbildung 55: Ausgewählte Ergebnisse für C-14 (anorg.) im zeitlichen Verlauf.....	94
Abbildung 56: Ausgewählte Ergebnisse für C-14 (gesamt) im zeitlichen Verlauf	94
Abbildung 57: Vergleich der im Jahre 2021 und 2019 bestimmten Ra-226-Aktivitätskonzentrationen.....	96
Abbildung 58: Wie Abbildung 57, jedoch für Ra-228	96
Abbildung 59: Wie Abbildung 57, jedoch für Ra-226 jedoch für die früheren Ra-226 Messergebnisse bis 2011 (ohne Grundwasserproben)	98
Abbildung 60: Wie Abbildung 59, jedoch für Ra-228-	99
Abbildung 61: Vergleich der im Jahre 2021 bestimmten Ra-224-Aktivitätskonzentrationen mit den in früheren Jahren bestimmten Werten. Zusätzlich angegeben sind auch die Ra-228-Aktivitätskonzentrationen.....	100
Abbildung 62: Vergleich der im Jahre 2021 und 2019 bestimmten U-238-Aktivitätskonzentrationen.....	101
Abbildung 63: Wie Abbildung 62, jedoch auch für die früheren U-238-Messergebnisse bis 2011	103
Abbildung 64: Zusammenstellung aller U-234-Messergebnisse von 2011 bis 2019	104
Abbildung 65: Aktivitätsverhältnisse von U-234/U-238 für die einzelnen Messstellen.....	105
Abbildung 66: Wie Abbildung 65, jedoch in Abhängigkeit von der jeweiligen U-238-Aktivitätskonzentration.....	106

Abbildung 67: Vergleich der im Jahre 2021 und 2019 bestimmten Pb-210- Aktivitätskonzentrationen	107
Abbildung 68: Zusammenstellung aller Pb-210-Messergebnisse von 2011 - 2021	108
Abbildung 69: Zusammenstellung aller Po-210-Messergebnisse von 2011 - 2021	109
Abbildung 70: Pb-210- und Po-210-Aktivitätskonzentrationen in den ausgewählten Proben der Messkampagne 2021	110
Abbildung 71: Po-210 in Abhängigkeit von der Pb-210-Aktivitätskonzentration in den ausgewählten Proben der Messkampagne 2021	111
Abbildung 72: Aktivitätsverhältnis Po-210/Pb-210 in Abhängigkeit von der Pb-210- Aktivitätskonzentration in den ausgewählten Proben der Messkampagne 2021	111

Verzeichnis der Anhänge

- Anhang A: Fotodokumentation über die Probeentnahme von Salzlösungen
- Anhang B: Radiologische Messwerte
- Anhang C: Ergebnisse der chemisch-physikalischen Analytik, K-UTEC AG Salt Technologies, 99706 Sondershausen
- Anhang D: Ergebnisse der chemisch-physikalischen Analytik, Technische Universität Clausthal, 38678 Clausthal-Zellerfeld
- Anhang E: Ergebnisse der chemisch-physikalischen Analytik, Ergo Umweltinstitut, 01277 Dresden
- Anhang F: Ergebnisse der Vergleichsmessungen im Rahmen der Qualitätssicherung, BfS Berlin

1 Einleitung

In der Leistungsbeschreibung zur "Beprobung und Analyse von Salzlösungen in der Schachtanlage Asse II" [1] für das Jahr 2021 wurde dargelegt, dass das ehemalige Salzbergwerk Schachtanlage Asse II in Remlingen seit 1965 für die Durchführung von Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zur Endlagerung radioaktiver Abfälle in Salzformationen genutzt wurde. Im Rahmen dieser Arbeiten sind von 1967 bis 1978 schwachradioaktive Abfälle in Einlagerungskammern auf der 750- und 725-m-Sohle eingelagert worden. Mittelradioaktive Abfälle wurden von 1972 bis 1977 in einer Einlagerungskammer auf der 511-m-Sohle eingelagert. Seit Mitte 1995 werden keine eigenen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in der Schachtanlage Asse II mehr durchgeführt. Die aktuellen Arbeiten zielen auf die Rückholung aller radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II ab.

In der Schachtanlage Asse II treten unter Tage auf verschiedenen Sohlen Salzlösungen auf, die gefasst und abgepumpt werden. Die Salzlösungen werden routinemäßig überwiegend in monatlichen Abständen durch das Betriebspersonal radiologisch und chemisch untersucht. Die radiologische Untersuchung erfolgt gammaspektrometrisch sowie mittels Flüssigszintillationsmessung (LSC). Im Rahmen des betrieblichen Strahlenschutzes werden die Salzlösungen auf die Leitnuklide Cs-137 und H-3 analysiert. Daneben werden chemische Stoffe wie z.B. NaCl aber auch physikalische Parameter wie Dichte, Temperatur, pH-Wert, etc. bestimmt. Die Analyse der Salzlösungen auf die Radionuklide Cs-137 und H-3 (Leitnuklide) bildet die Grundlage für Freigaben zur Verwertung oder Entsorgung der Salzlösung.

Für den Nachweis, dass die routinemäßige, radiologische Überwachung der Salzlösungen auf die Leitnuklide H-3 und Cs-137 ausreichend ist, wurden die Salzlösungen ab 2008 umfassend beprobt und bezüglich aller Radionuklide analysiert, die aufgrund des eingelagerten Inventars in der Schachtanlage Asse II relevant sein könnten. Die Beprobung und Analyse wurden bisher in einem 2-jährigen Rhythmus durchgeführt (s. [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8]). Der vorliegende Bericht fasst die Ergebnisse der Beprobungen der Salzlösungen in der Schachtanlage Asse II vom Oktober 2021 zusammen.

An den Untersuchungen waren folgende Firmen beteiligt:

- IAF Radioökologie GmbH, Radeberg (Auftragnehmer, Radioaktivitätsuntersuchungen),
- K-UTEC AG Salt Technologies, Sonderhausen (Unterauftragnehmer, Chemische Untersuchungen von Salzlösungen),
- Institut für Endlagerforschung der Technischen Universität Clausthal (Unterauftragnehmer, Chemische Untersuchungen von Salzlösungen),
- Ergo Umweltinstitut Dresden (Unterauftragnehmer, chemische Untersuchungen von Grundwasserproben),
- Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) Berlin, Qualitätssicherung zu Radioaktivitätsuntersuchungen von Salzlösungen.

In dem Kapitel 2 wird die Zielstellung der Untersuchungen entsprechend der Leistungsbeschreibung der BGE mbH dargelegt. Die Probenahmestellen und das Messprogramm werden im Kapitel 3 vorgestellt und die Durchführung der Probenahmen im Kapitel 4 weiter untersetzt. Im Kapitel 5 werden die angewendeten Messverfahren kurz beschrieben. Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen werden im Kapitel 6 und die Ergebnisse der radiologischen Messungen im Kapitel 7 vorgestellt. Dabei werden auch die Ergebnisse, die in den letzten 10 Jahren erhalten wurden, in den grafischen Überblicken mit eingeschlossen.

Dies ist wichtig, um Trends zu erkennen und die Ergebnisse der Probenahme 2021 besser verstehen zu können. Eine Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse und daraus folgende Schlussfolgerungen werden im Kapitel 9 gegeben.

Der Anhang A enthält eine Fotodokumentation der Probennahme, in dem Anhang B sind die radiologischen Messwerte zusammengestellt, der Anhang C enthält die Ergebnisse der chemisch-physikalischen Analytik der K-UTEC AG Salt Technologies, der Anhang D die Ergebnisse der chemisch-physikalischen Analytik der Technischen Universität Clausthal und der Anhang E die Ergebnisse der chemisch-physikalischen Analytik des Ergo Umweltinstituts GmbH Dresden. Den Bericht zur Qualitätssicherung des Bundesamts für Strahlenschutz (BfS) enthält der Anhang F.

2 Zielstellung

Die Zielstellungen für die 2021 durchzuführenden Untersuchungen und Charakterisierungsmessungen enthalten entsprechend der Leistungsbeschreibung der BGE mbH als Auftraggeber (AG) die folgenden Prämissen:

- Ermittlung des aktuellen Zustandes der radiologischen Kontamination der Salzlösungen,
- Ermittlung des Aktivitätsgehalts und der Verteilung natürlicher Radionuklide in den Salzlösungen,
- Überprüfung der Anwendbarkeit von Leitnucliden bei der routinemäßigen betrieblichen Kontaminationsüberwachung und bei Freigaben nach StrlSchV,
- Vertiefung des Kenntnisstandes zur geogenen bzw. anthropogenen Herkunft ausgewählter natürlicher Radionuklide.

Nach Information aus der Leistungsbeschreibung treten in der Schachtanlage Asse II auf den verschiedenen Sohlen Salzlösungen auf, die radioaktive Kontaminationen aufweisen können. Die Salzlösungen sind wie folgt zu unterscheiden:

- Lösungen, die dem Grubengebäude zutreten und kontinuierlich auf den Sohlen 553 m, 574 m, 658 m, 725 m und 750 m im Umfang von ca. 13 m³ pro Tag 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 Grubenluft durch in der Grubenluft vorhandene Radionuklide (volatile Stoffe), vorrangig mit Tritium, kontaminiert.
- Des Weiteren kann es bei einem Kontakt der Zutrittslösungen auf der 750-m-Sohle mit radioaktiven Kontaminationen in Strecken und Einlagerungskammern (ELK) bzw. den Abfällen selbst zum Aktivitätseintrag kommen.
- Lösungen, die aus den versetzten Kaliabbauen in die zugänglichen Grubenbereiche austreten.

Die seit 2008 durchgeführten umfangreichen nuklidspezifischen Analysen der v. g. Salzlösungen zeigen, dass oberhalb der 700-m-Sohle die Salzlösungen über die Grubenluft geringfügig mit Tritium kontaminiert sind. Andere Nuklide, die auf eingelagerte Abfälle zurückzuführen wären, konnten nicht nachgewiesen werden. Nachgewiesene natürliche Radionuklide sind auf Lösungen, die aus dem Deckgebirge dem Grubengebäude zutreten, zurückzuführen.

Die gefassten Salzlösungen unterhalb der 700-m-Sohle ergeben ein anderes Bild. Die Tritiumkonzentrationen in den Salzlösungen im Nahbereich der Einlagerungskammern zeigen die höchsten Aktivitätsgehalte und werden im Wesentlichen durch die Kammeratmosphäre der Einlagerungskammern beeinflusst. In den Fassungsstellen direkt vor den Einlagerungskammern ist Cs-137 in sehr unterschiedlichen Konzentrationen nachzuweisen. Für Tritium konnten maximale Konzentrationen von bis zu 7 MBq/l und für Cs-137 von bis zu 100 kBq/l bestimmt werden. Für andere Nuklide, die auf eingelagerte Abfälle zurückzuführen sind, können Konzentrationen bis zu einigen Hundert Bq/l in den Lösungen bestimmt werden. Die Radium- und Thoriumisotope liegen in niedrigen Konzentrationen vor und sind in der Regel

natürlichen Ursprungs. An einigen Messstellen vor den Einlagerungskammern konnten auch sehr geringe Konzentrationen von Plutonium- und Americium-Isotopen bestimmt werden.

Bei den zuletzt in 2019 durchgeführten Charakterisierungsmessungen [8] wurde zusammenfassend festgehalten, dass sich die radiologische Situation an den Messstellen der Salzlösungen unter Tage, bezogen auf die vorgehenden Untersuchungen, nicht wesentlich verändert hat. Die Auswertung ergab darüber hinaus keine Hinweise, dass die Verwendung der Radionuklide Cs-137 und H-3 als Leitnuklide geändert werden muss.

3 Probenahmestellen und Messprogramm

3.1 Vorbemerkung

Die hauptsächlichen Probenahmen wurden vom 12. bis 14. Oktober 2021 gemeinsam mit Mitarbeitern der Schachtanlage Asse II und des BfS durchgeführt, wobei insgesamt 27 Proben genommen wurden. Nachfolgend wurden am 27.10.2021 vom AG drei weitere Salzlösungsproben aus der Schachtanlage Asse II dem AN für Analysen bereitgestellt. Des Weiteren wurde vor Beginn der eigentlichen Probenahmekampagne 4 Grundwasserbrunnen durch Mitarbeiter der Schachtanlage Asse II beprobt, wobei eine Probe aus Schacht 1 im Rahmen des Salzlaugenuntersuchungsprogramms 2021 mit zu untersuchen war. Das Untersuchungsprogramm 2021 umfasste insgesamt 35 Messstellen.

In dem Kapitel 3.2 sind die Probenahmestellen näher spezifiziert, wobei sowohl ein tabellarischer Überblick als auch die Probennahmeorte in entsprechenden Grundrissausschnitten angegeben sind. In den Kapiteln 3.3 und 3.4 sind die Umfänge der radiologischen und chemischen Untersuchungen spezifiziert.

Gegenüber der Probenahme aus dem Jahr 2019 wurden 2021 zusätzliche Proben entnommen. Das sind im Einzelnen die 4 Messstellen in der Grube

- P490009
- P750059
- L800004
- L800005

sowie die 4 Grundwassermessstellen (GWMS)

- GWMS P16
- GWMS H23
- GWMS R7
- GWMS R8

Dagegen wurden im Jahre 2021 an den Messstellen

- L553007
- P750009
- P750010
- P750061
- P750064
- L975008
- Schacht Asse 3

keine Proben entnommen.

3.2 Überblick über die beprobten Messstellen

Eine chronologische, nach dem Zeitpunkt der Probenahme erstellte Übersicht über die beprobten Messstellen liefert die Tabelle 1. Sie enthält das Datum der jeweiligen Probenahme und die Bezeichnungen der Entnahmestellen. Bei 9 Messstellen sind die Fassungsraten so gering, dass eine Sammelprobe nur über einen längeren Zeitraum genommen werden musste, um ein ausreichendes Probenvolumen für die Analytik zu erzielen. Für diese Proben ist der Sammelzeitraum ebenfalls in der Tabelle angegeben. Messstellen für die Wässer aus den Grundwasserbrunnen und aus Schacht 1 sind mit GW 1-5 bezeichnet, die Salzlösungen sind aus praktischen Gründen von 1 bis 30 durchnummeriert. Die Probenahmen wurden größtenteils auch durch Fotos dokumentiert. Eine diesbezügliche Übersicht liefert die Fotodokumentation in Anhang A. In der Tabelle 1 sind die zu den Probenahmestellen gehörenden Nummern der Fotos (s. Anhang A) aufgeführt.

In den Abbildungen 1 bis 17 sind die Messstellen, die im Jahre 2021 beprobt wurden, auf den jeweiligen Grundrissausschnitten der 490-m-, 553-m-, 574-m-, 658-m-, 725-m-, 750-m- (getrennt nach südlichem, östlichem und nördlichem Grubenbereich), 925-m-, 975-m-Sohlen der Schachtanlage Asse II sowie die übertägigen Messstellen für die Grundwasserproben und Schacht 1 dargestellt. Diese wurden durch die Mitarbeiter der Schachtanlage Asse II zur Verfügung gestellt.

Von den 39 geplanten Probenahmen konnten 4 nicht durchgeführt werden, da die entsprechenden Messstellen im Probenahmezeitraum entweder trocken gefallen waren oder nicht genug Probenmaterial lieferten. Es handelte sich hierbei um die Messstellen L553007, L658020, P750042 und L975008.

Die Messstellen L750179, P750184 und die durch künstliche Radionuklide stark kontaminierte Messstelle P750043 wurde aufgrund von technischen Problemen während der Probenahmekampagne zu einem späteren Zeitpunkt durch Mitarbeiter der Schachtanlage Asse II beprobt und die Proben IAF zugeschickt.

Tabelle 1: Übersicht über die jeweiligen Bild-Nummern zu den Probe-Nummern mit Datum der Probenahme und Zuordnung zu den Entnahmestellen der Asse.

Lfd. Probe-Nr.	Datum der Probenahme	Sammelzeitraum	Entnahmestelle Asse	Sohle	Bild-Nr.
GW1	14.09.2021	-	GW-016 (GWMS P16)	-	kein Foto
GW2	15.09.2021	-	Schacht 1	-	kein Foto
GW3	16.09.2021	-	GW-011 (GWMS H23)	-	kein Foto
GW4	28.09.2021	-	GW-020 (GWMS R7)	-	kein Foto
GW5	28.09.2021	-	GW-021 (GWMS R8)	-	kein Foto
1	12.10.2021	-	P750084	750 m	1,2
2	12.10.2021	-	P750071	750 m	3,4
3	12.10.2021	-	L925007	925 m	kein Foto
4	12.10.2021	30.09.-12.10.2021	P750006	750 m	5,6
5	13.10.2021	-	SB3-490m	490 m	7
6	13.10.2021	-	P490009	490 m	kein Foto
7	13.10.2021	06.-13.10.2021	P725011	725 m	8
8	13.10.2021	24.09.-11.10.2021	P725019	725 m	9
9	13.10.2021	-	P725020	725 m	10
10	13.10.2021	06.-13.10.2021	P750153	750 m	11
11	13.10.2021	-	P750154	750 m	12
12	13.10.2021	12.-13.10.2021	P750177	750 m	13,14
13	13.10.2021	06.-12.10.2021	L800004	800 m	15,16
14	13.10.2021	-	L800005	800 m	17,18
15	14.10.2021	-	L658008	658 m	19,20
16	14.10.2021	-	P725004	725 m	21
17	14.10.2021	-	L725005	725 m	22,23
18	14.10.2021	06.-14.10.2021	L725006	725 m	24
19	14.10.2021	04.-14.10.2021	P725007	725 m	kein Foto
20	14.10.2021	-	P725010	725 m	25
21	14.10.2021	-	P750039	750 m	26,27
22	14.10.2021	-	P750040	750 m	28,29
23	14.10.2021	-	P750059	750 m	30,31
24	14.10.2021	-	L658008-S1	658 m	kein Foto
25	14.10.2021	-	P750148	750 m	32
26	14.10.2021	06.-11.10.2021	P750185	750 m	33,34
27	14.10.2021	-	P750189	750 m	35,36
28	26.10.2021	-	P750043	750 m	kein Foto
29	27.10.2021	-	L750179	750 m	kein Foto
30	27.10.2021	-	P750184	750 m	kein Foto

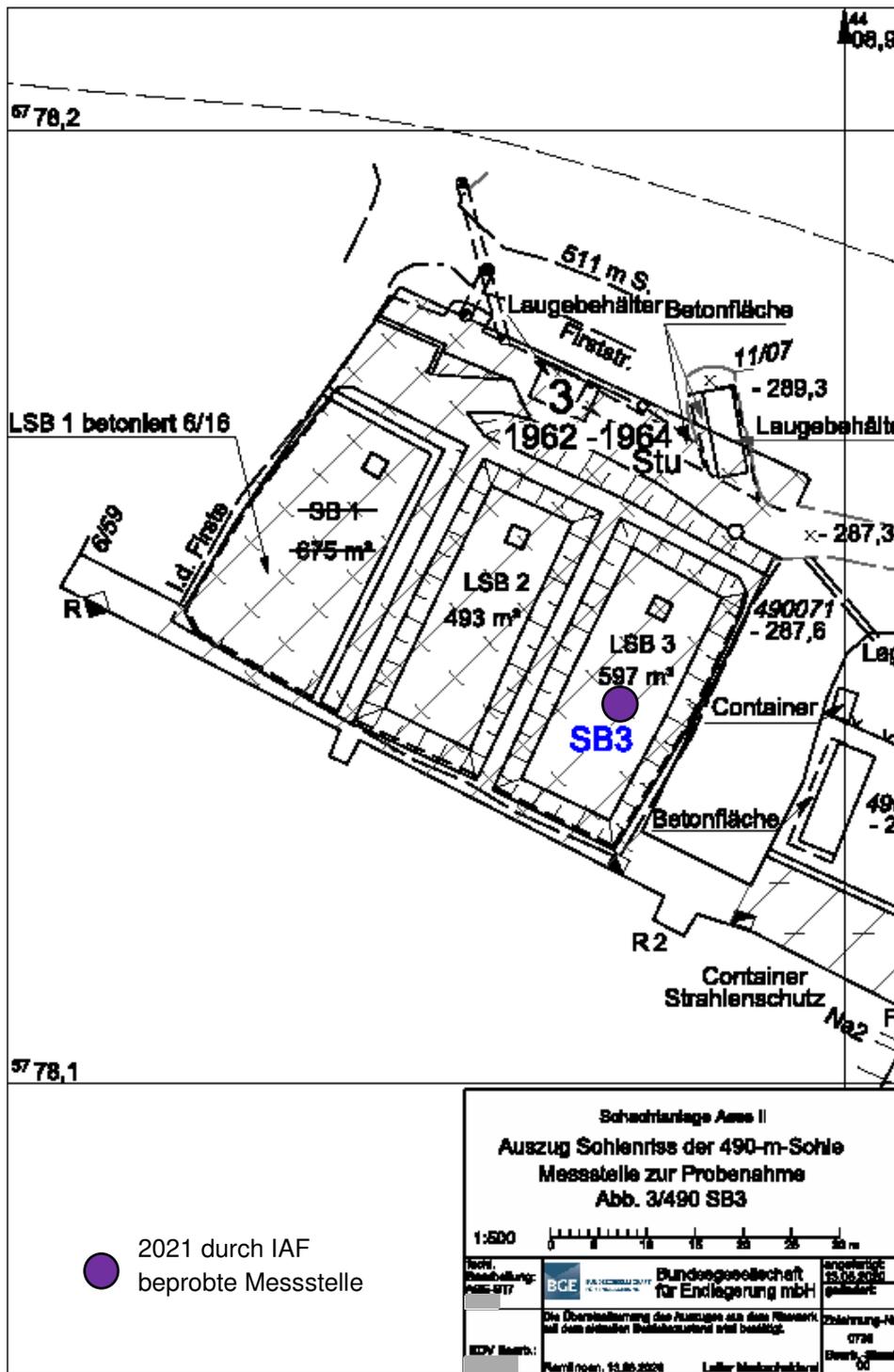


Abbildung 1: Probenahmestelle SB3 auf der 490-m-Sohle

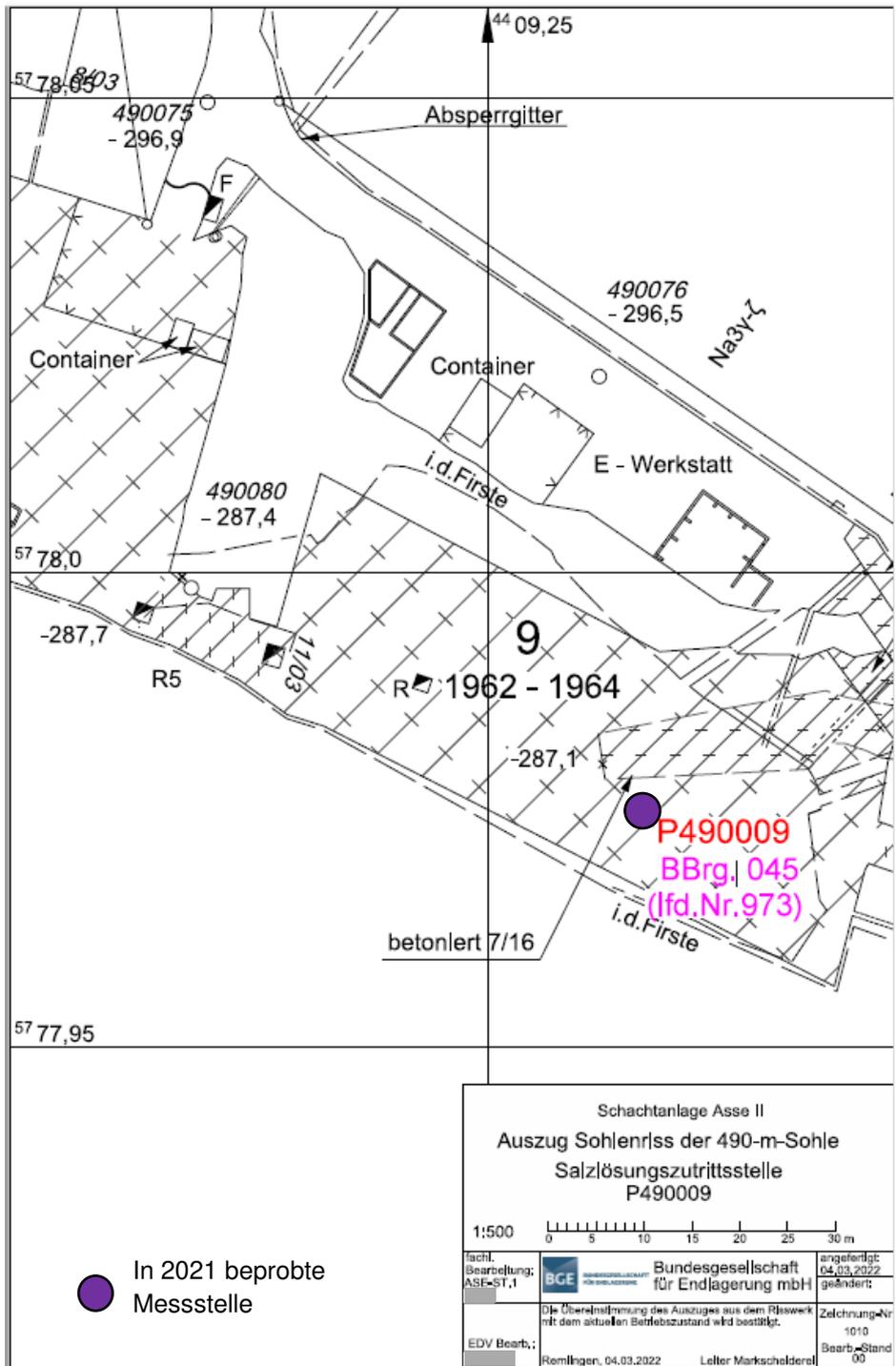


Abbildung 2: Messtelle P490009 auf der 490-m-Sohle

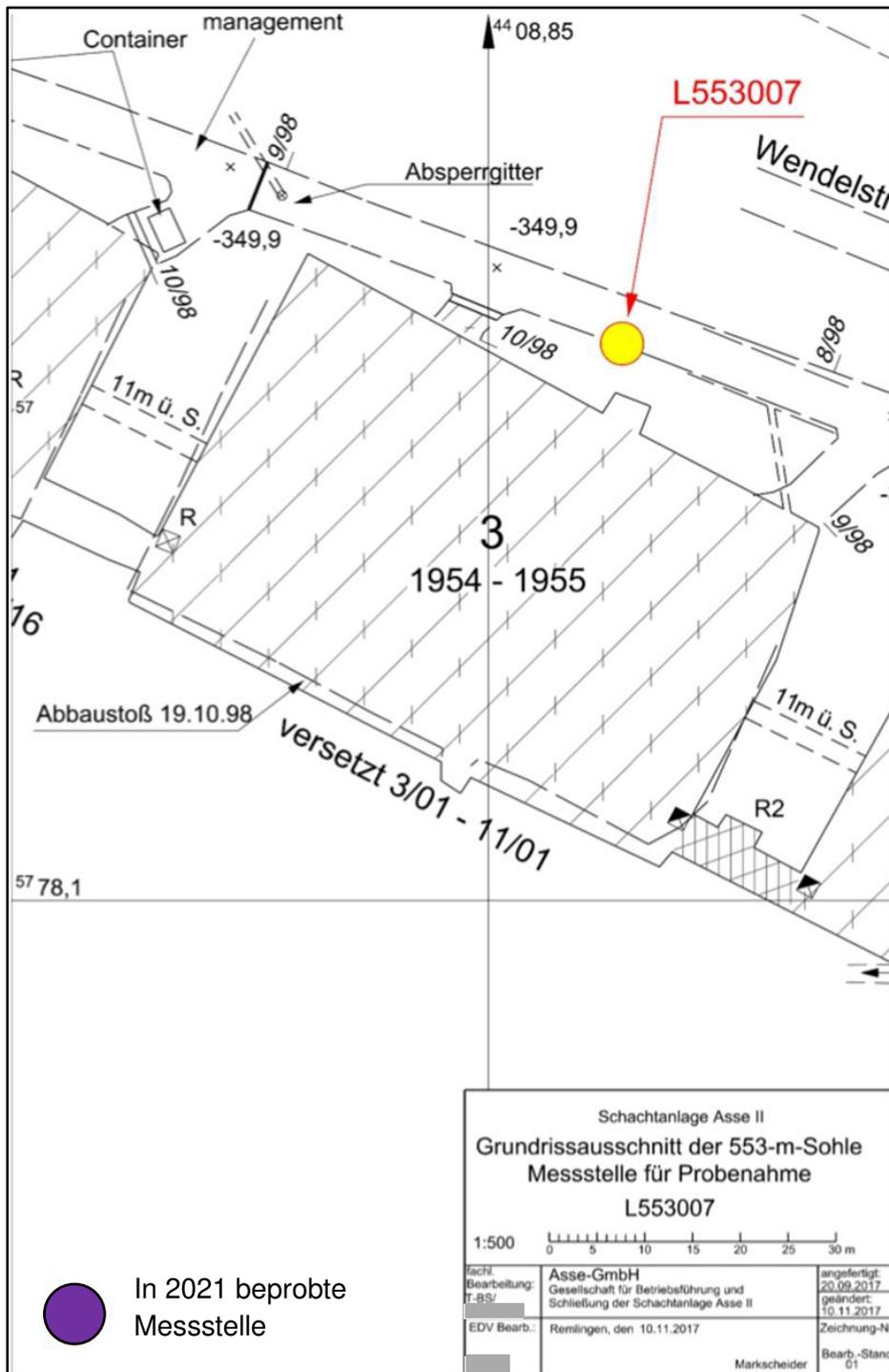


Abbildung 3: Messstelle auf der 553-m-Sohle (zum Zeitpunkt der Probennahmekampagne zu wenig Wasser vorhanden)

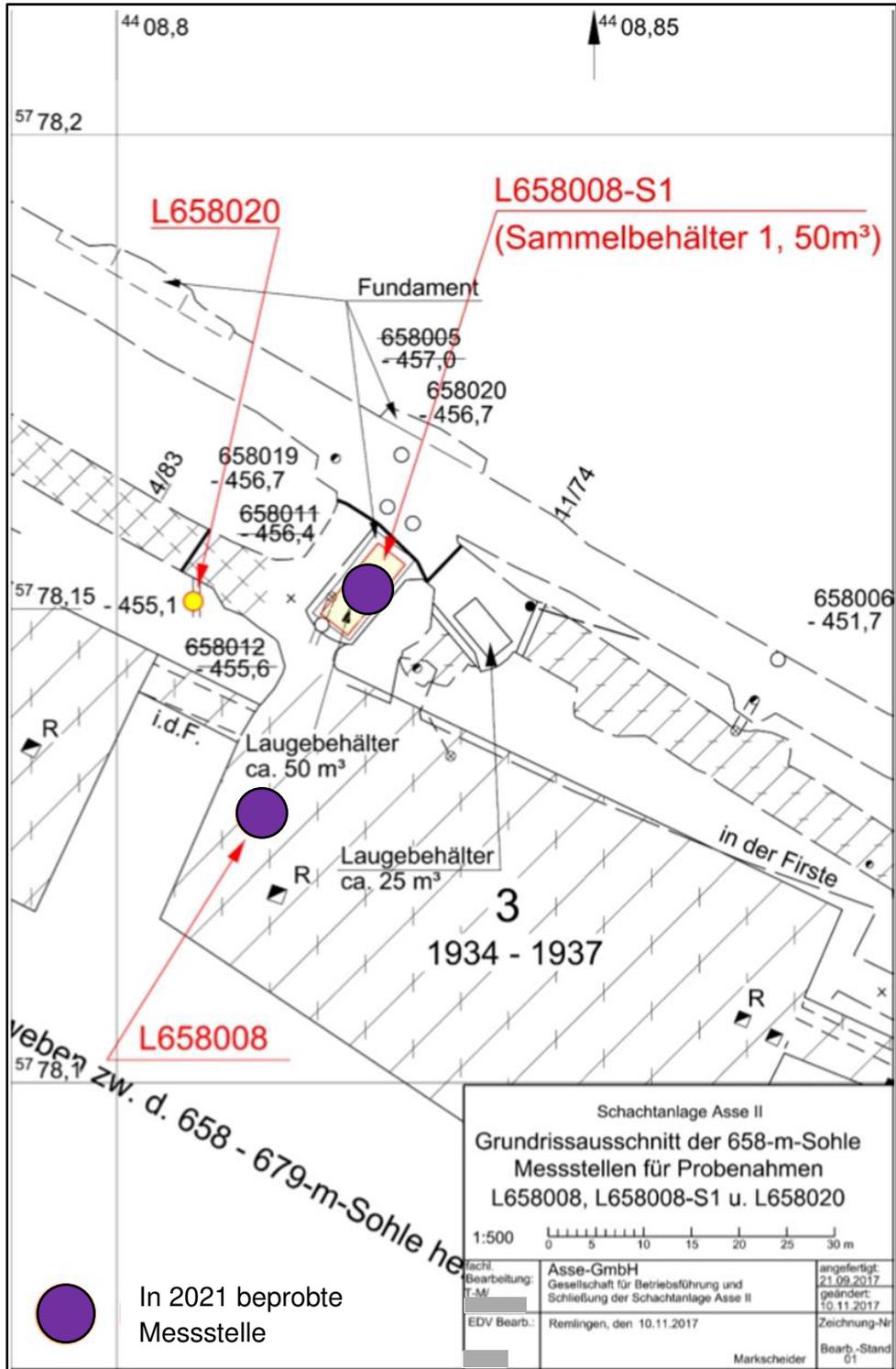


Abbildung 4: Messstellen auf der 658-m-Sohle

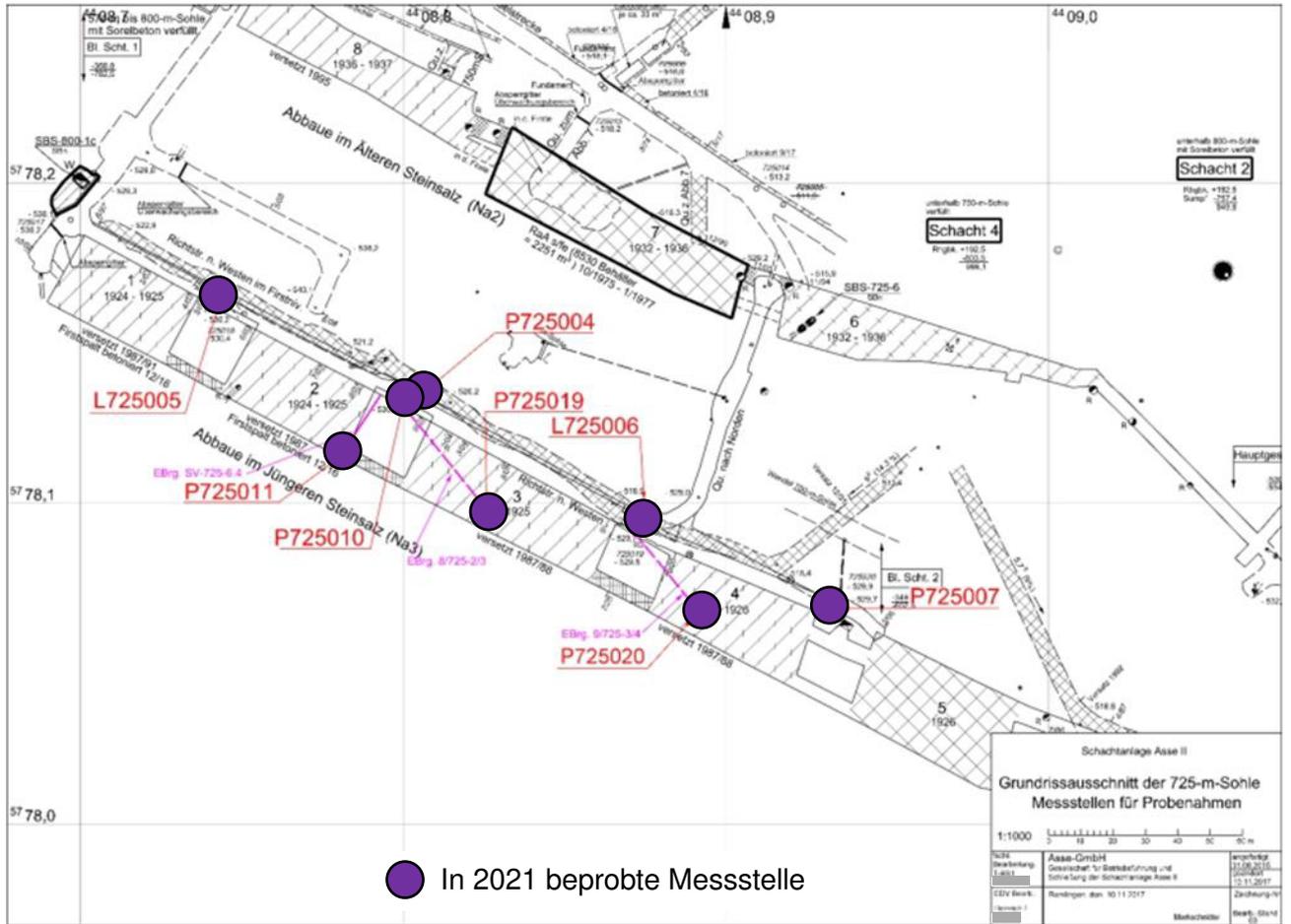


Abbildung 5: Messstellen auf der 725-m-Sohle

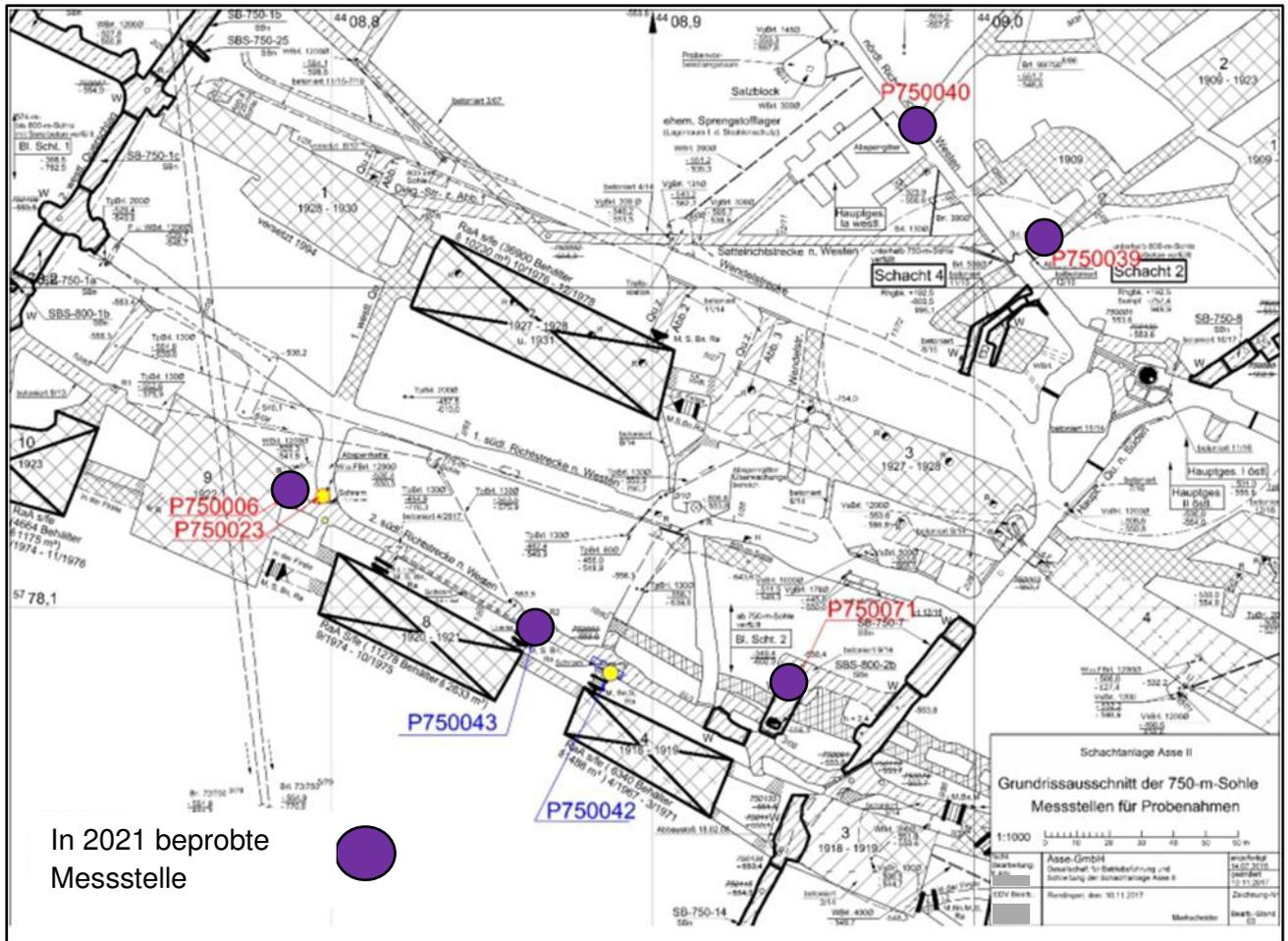


Abbildung 6: Messstellen auf der 750-m-Sohle (Süd)

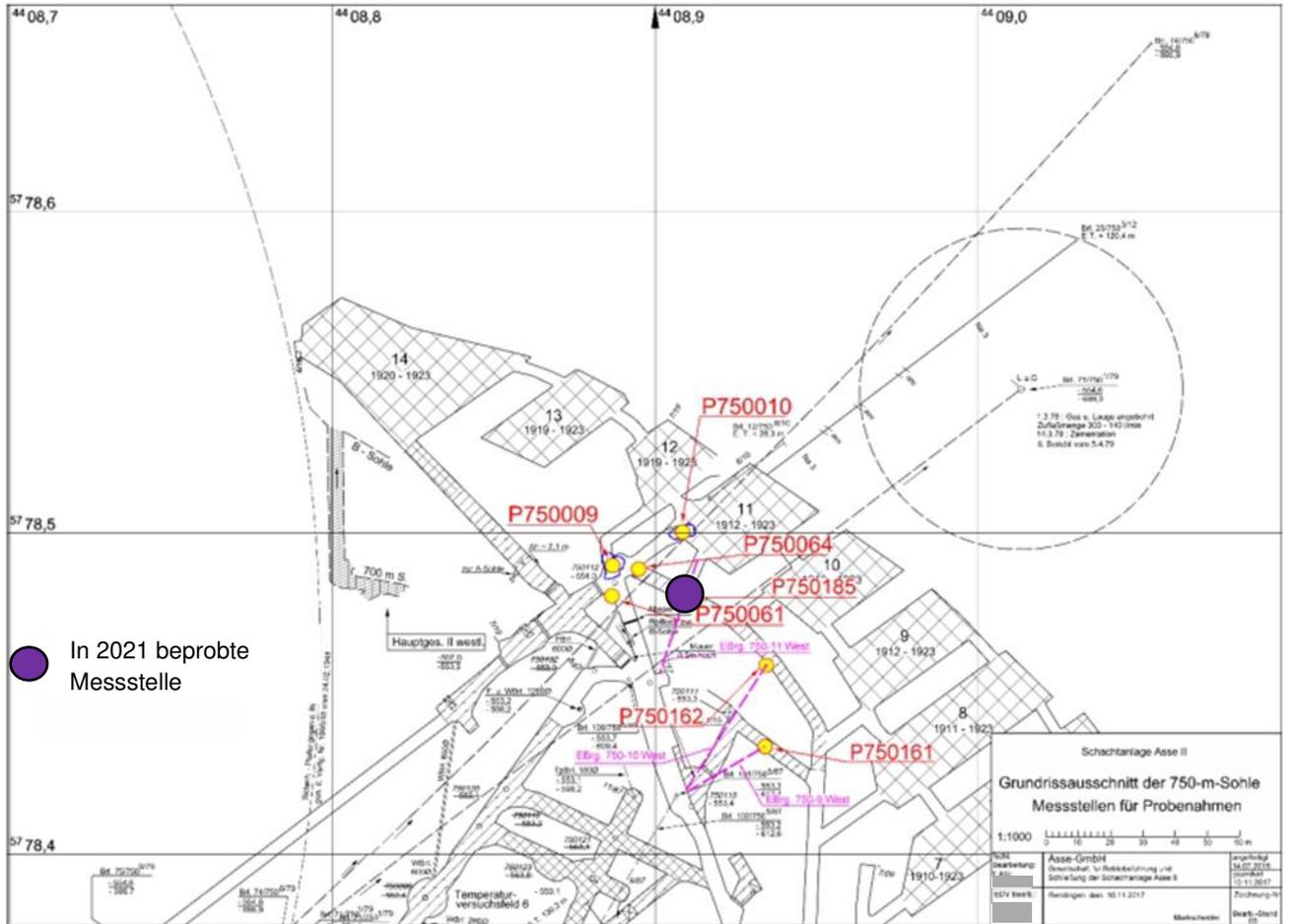


Abbildung 7: Messstellen auf der 750-m-Sohle (Nord)

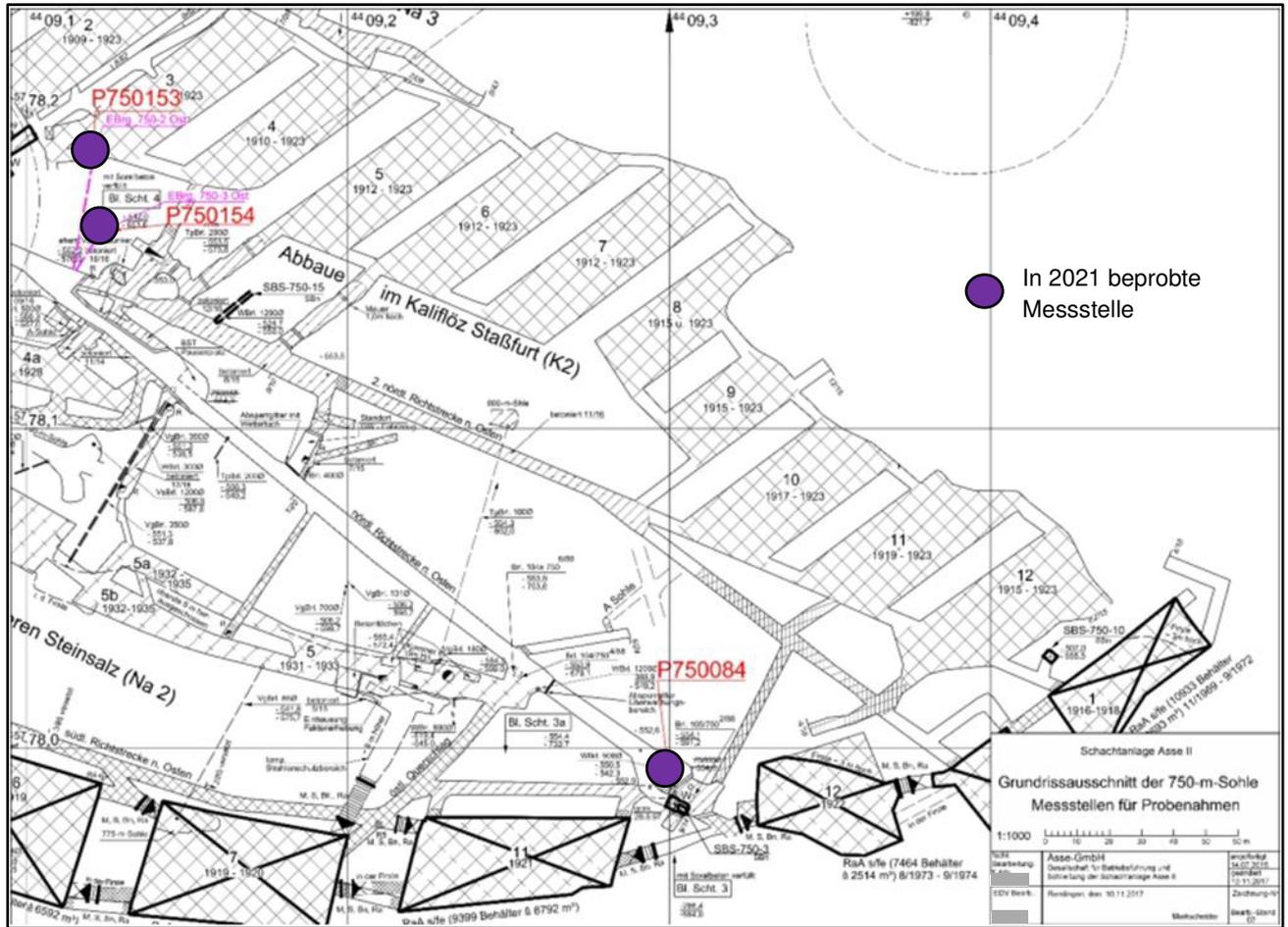


Abbildung 8: Messstellen auf der 750-m-Sohle (Ost)

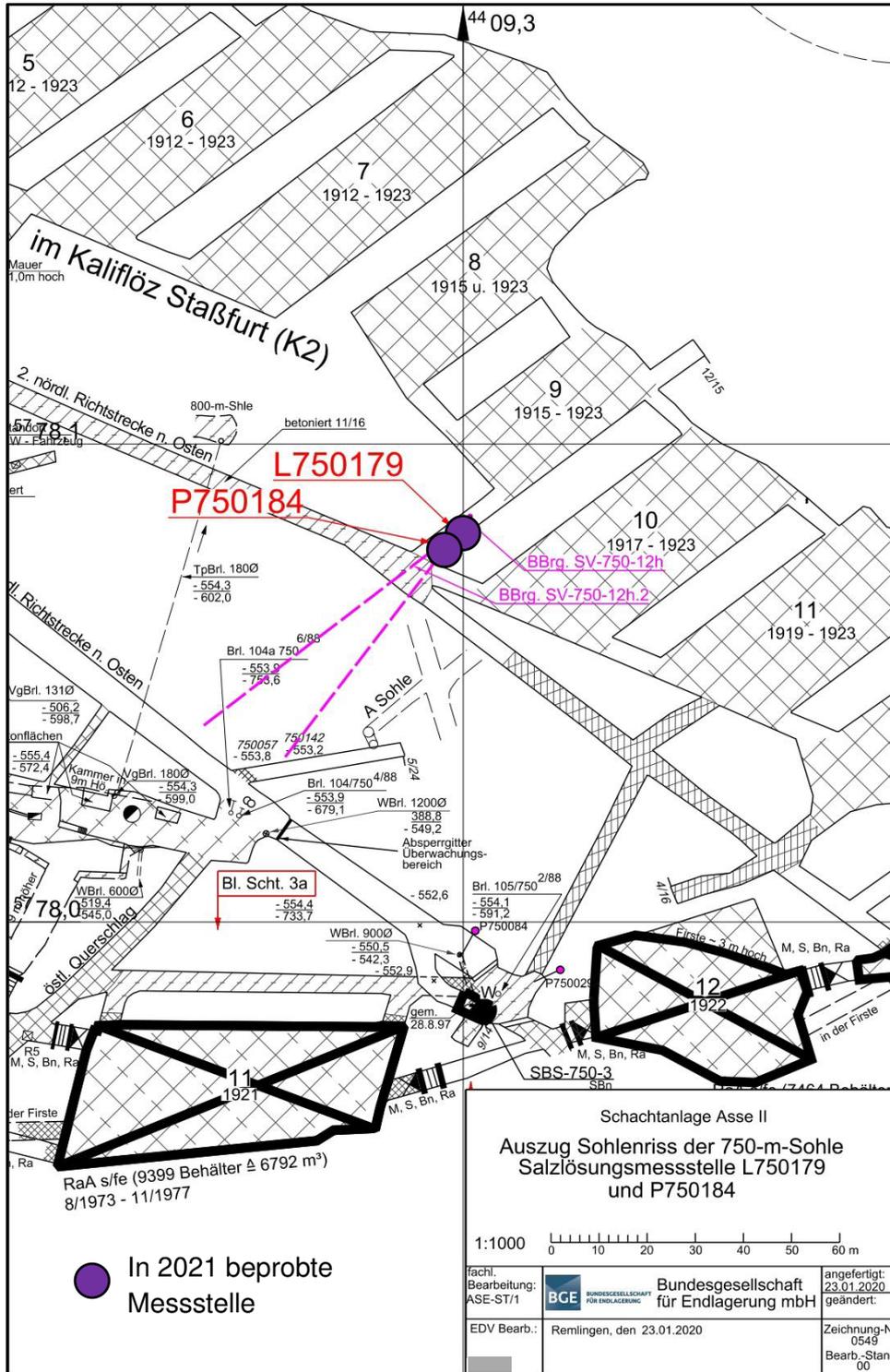


Abbildung 9: Messtellen auf der 750-m-Sohle

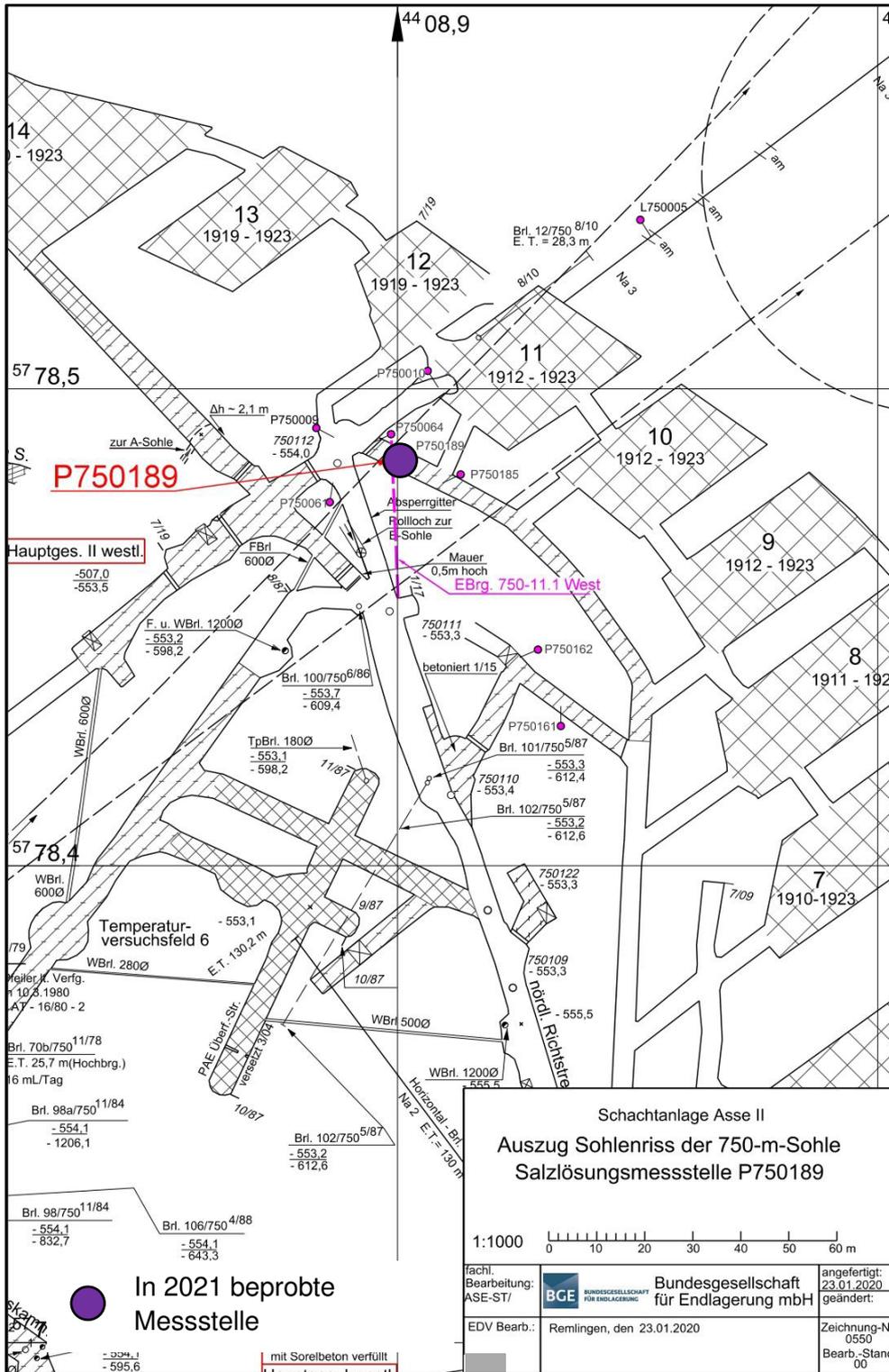


Abbildung 10: Messstelle auf der 750-m- Sohle

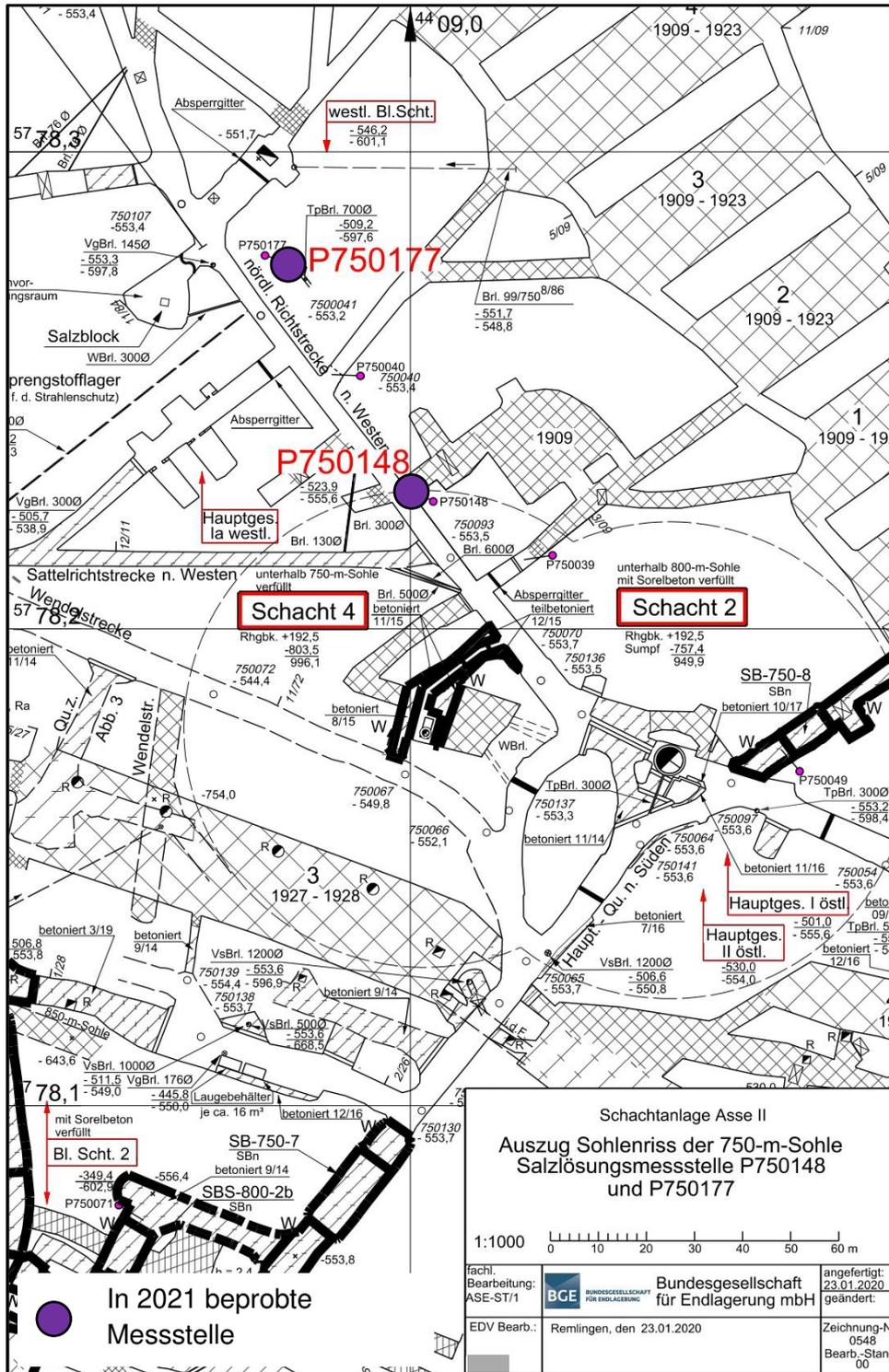


Abbildung 11: Messstellen auf der 750-m- Sohle

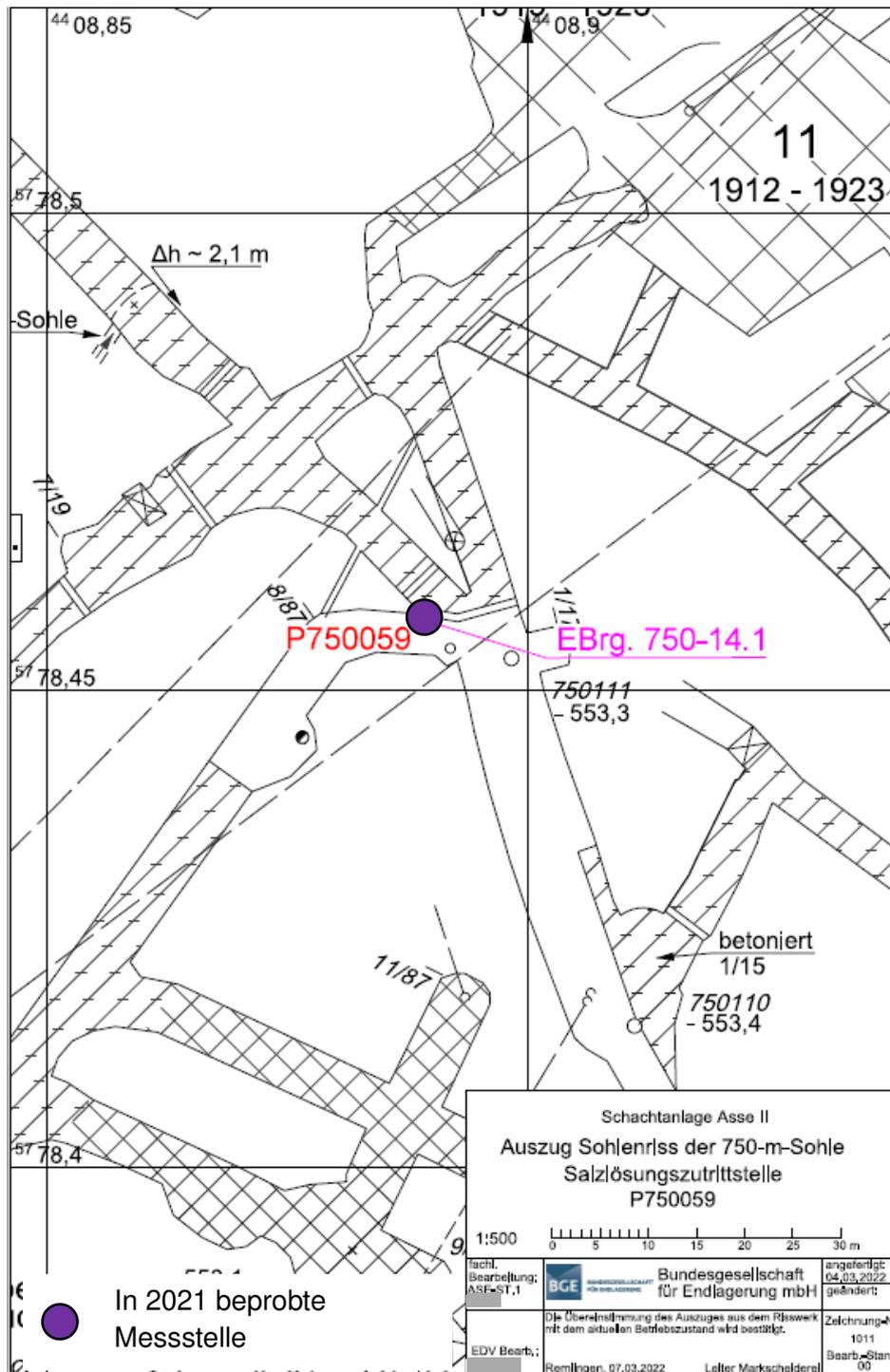


Abbildung 12: Messstellen auf der 750-m- Sohle

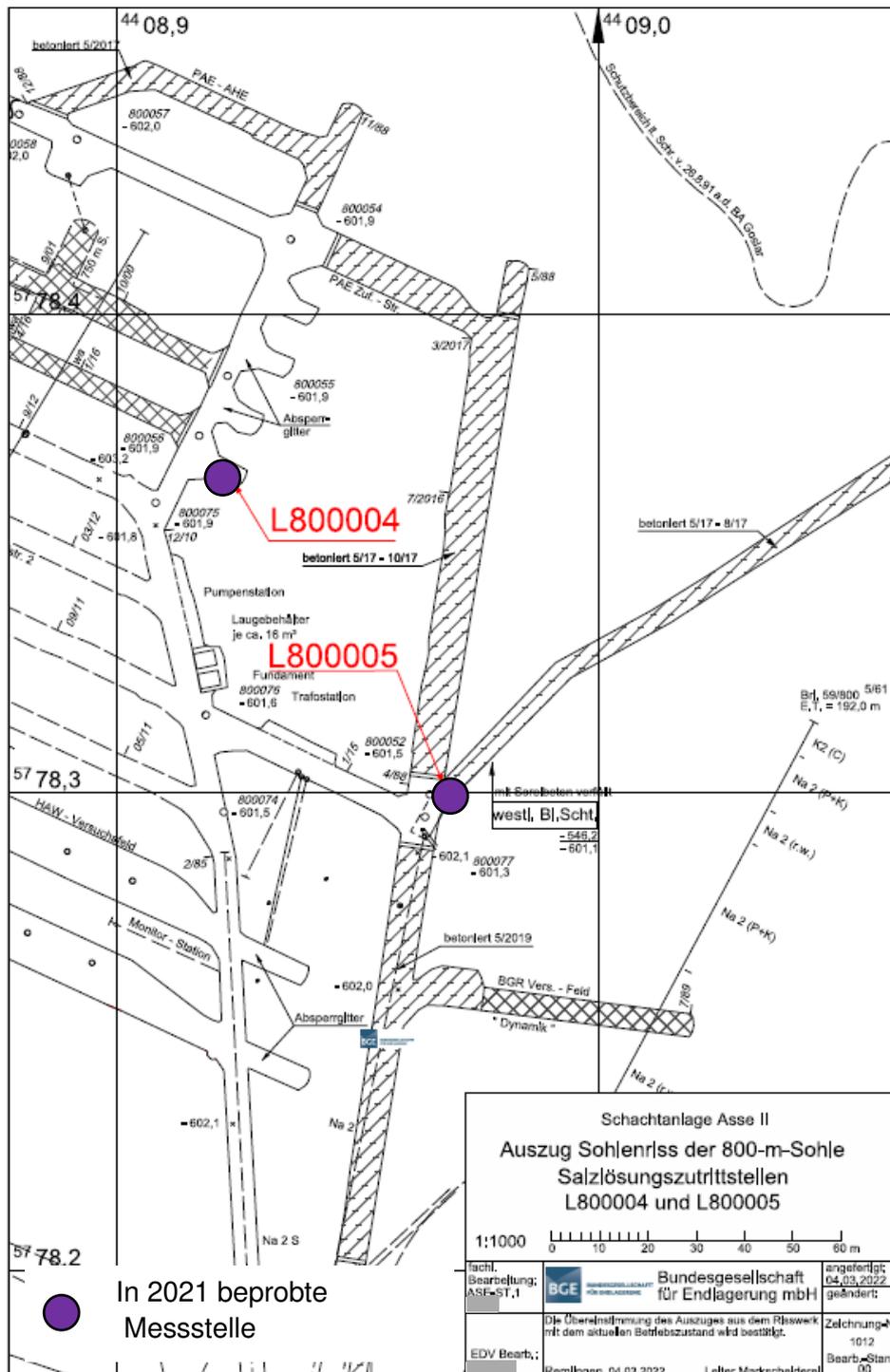


Abbildung 13: Messstellen auf der 800-m-Sohle

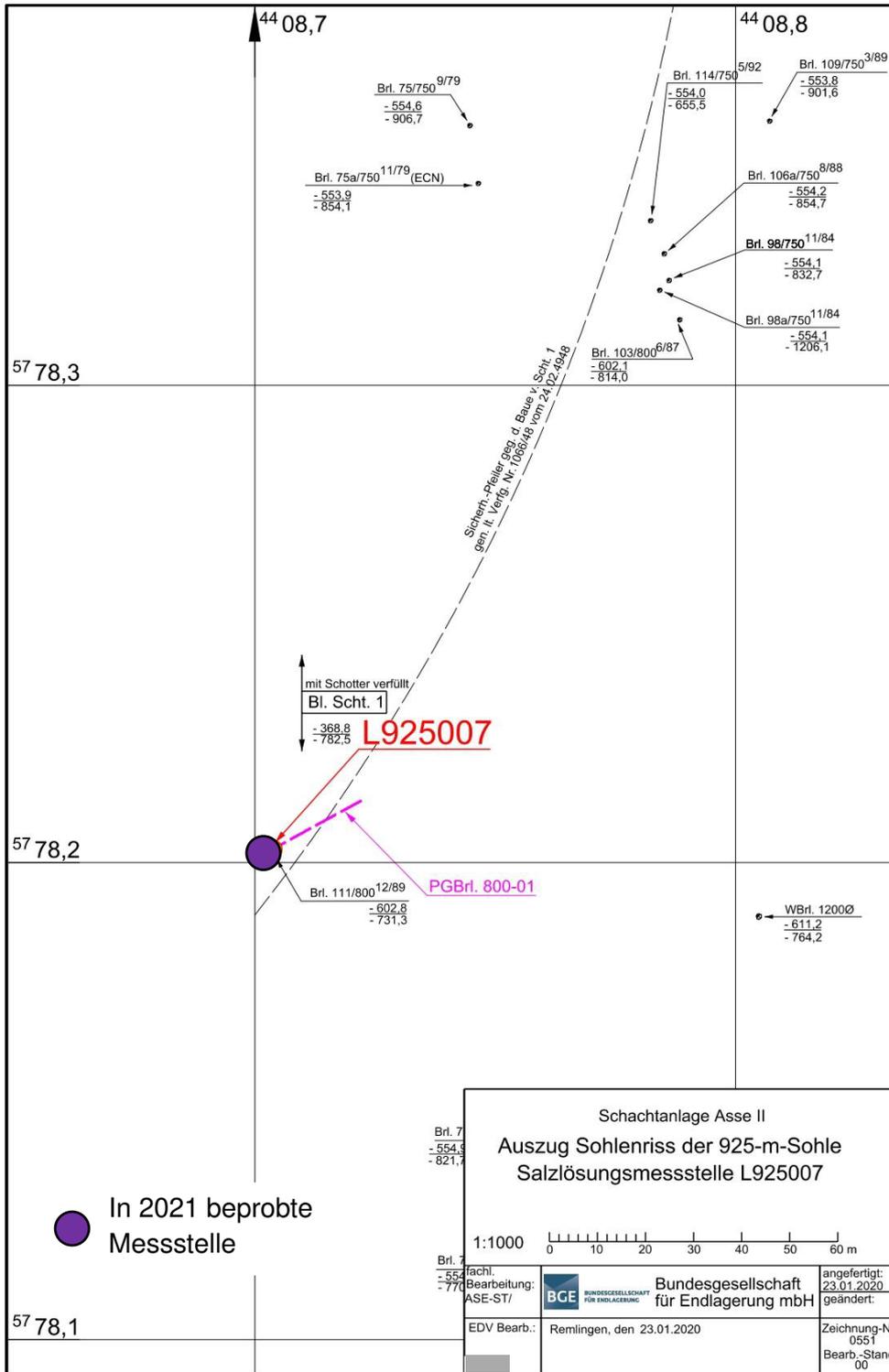


Abbildung 14: Messstelle auf der 925-m-Sohle

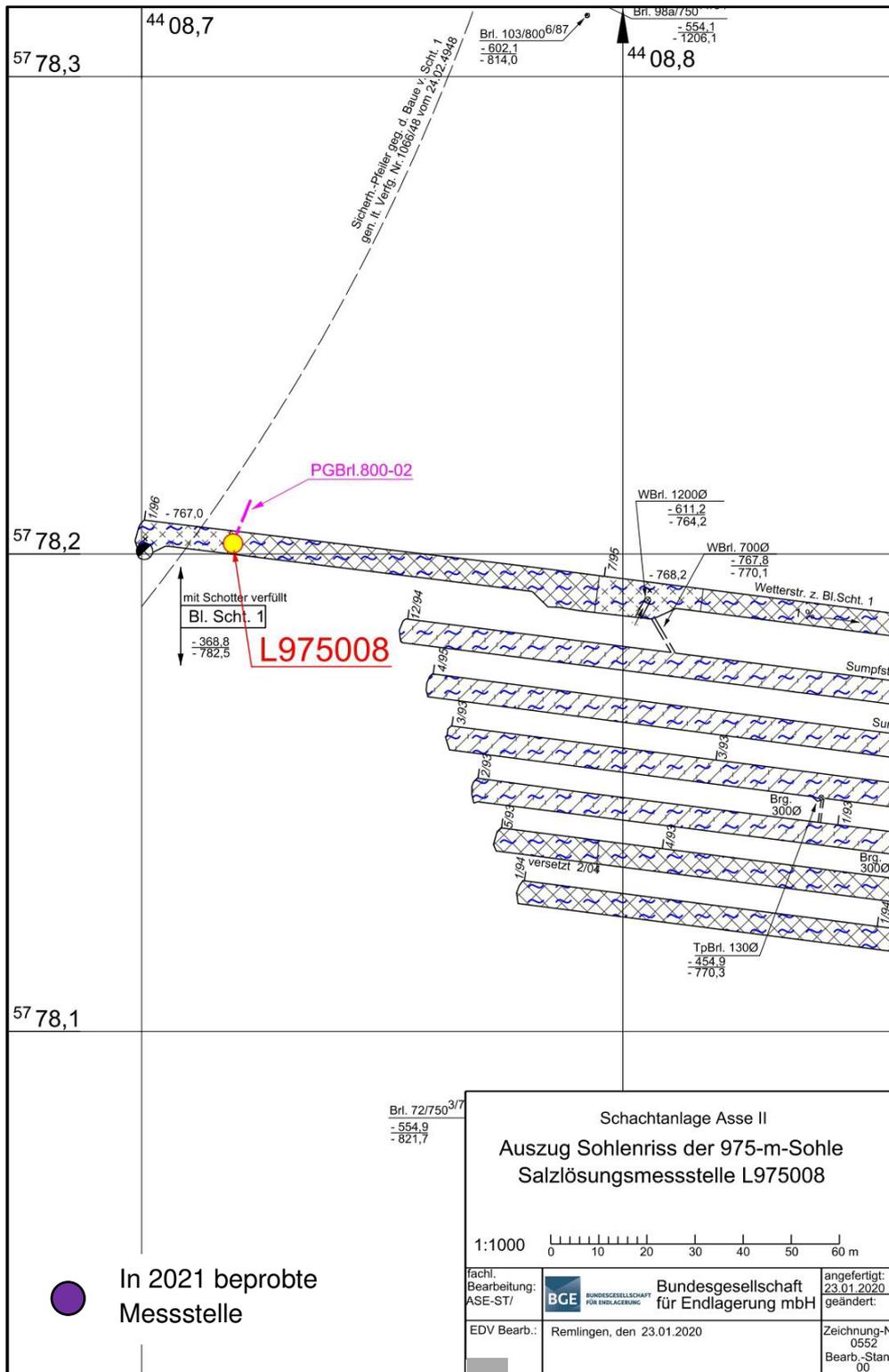


Abbildung 15: Messstelle auf der 975-m-Sohle (im Rahmen der Probenahmekampagne nicht beprobt)

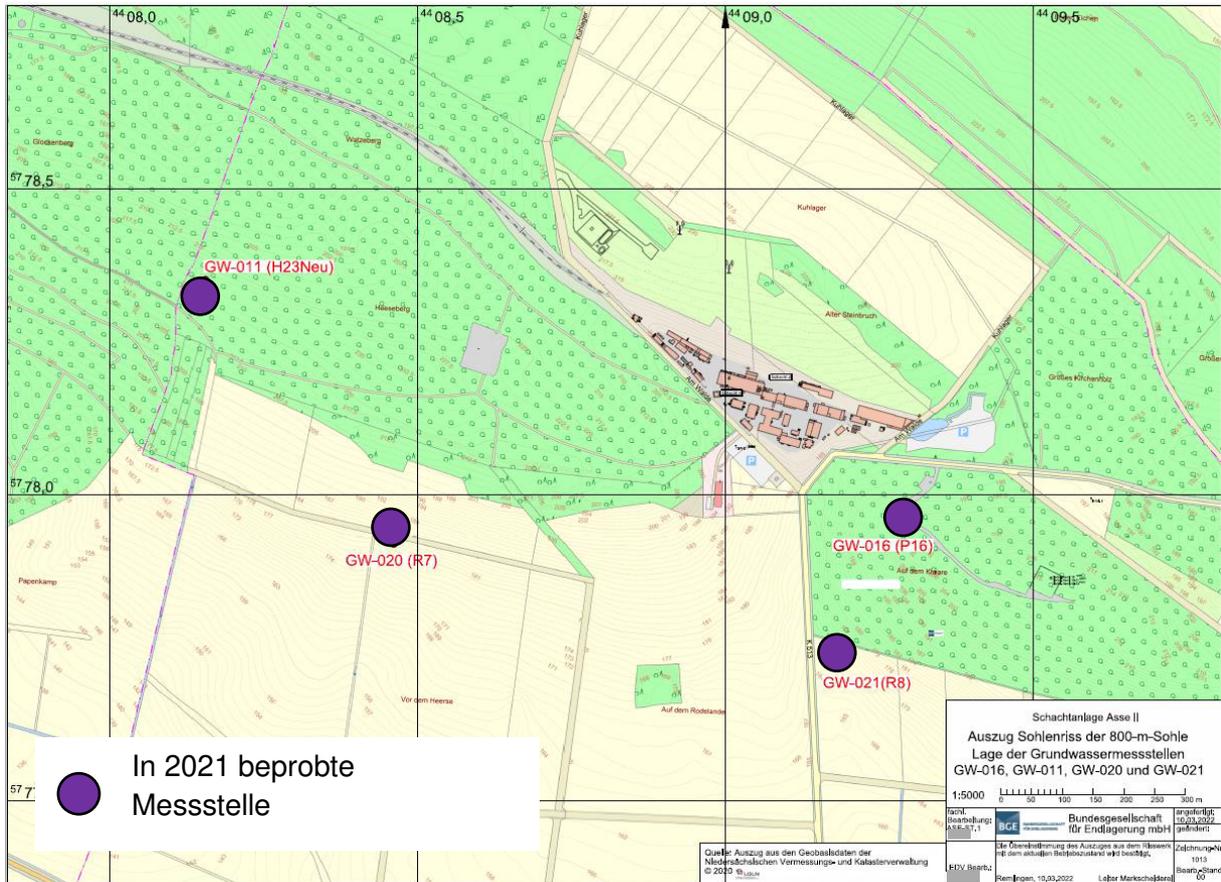


Abbildung 16: Grundwassermessstellen

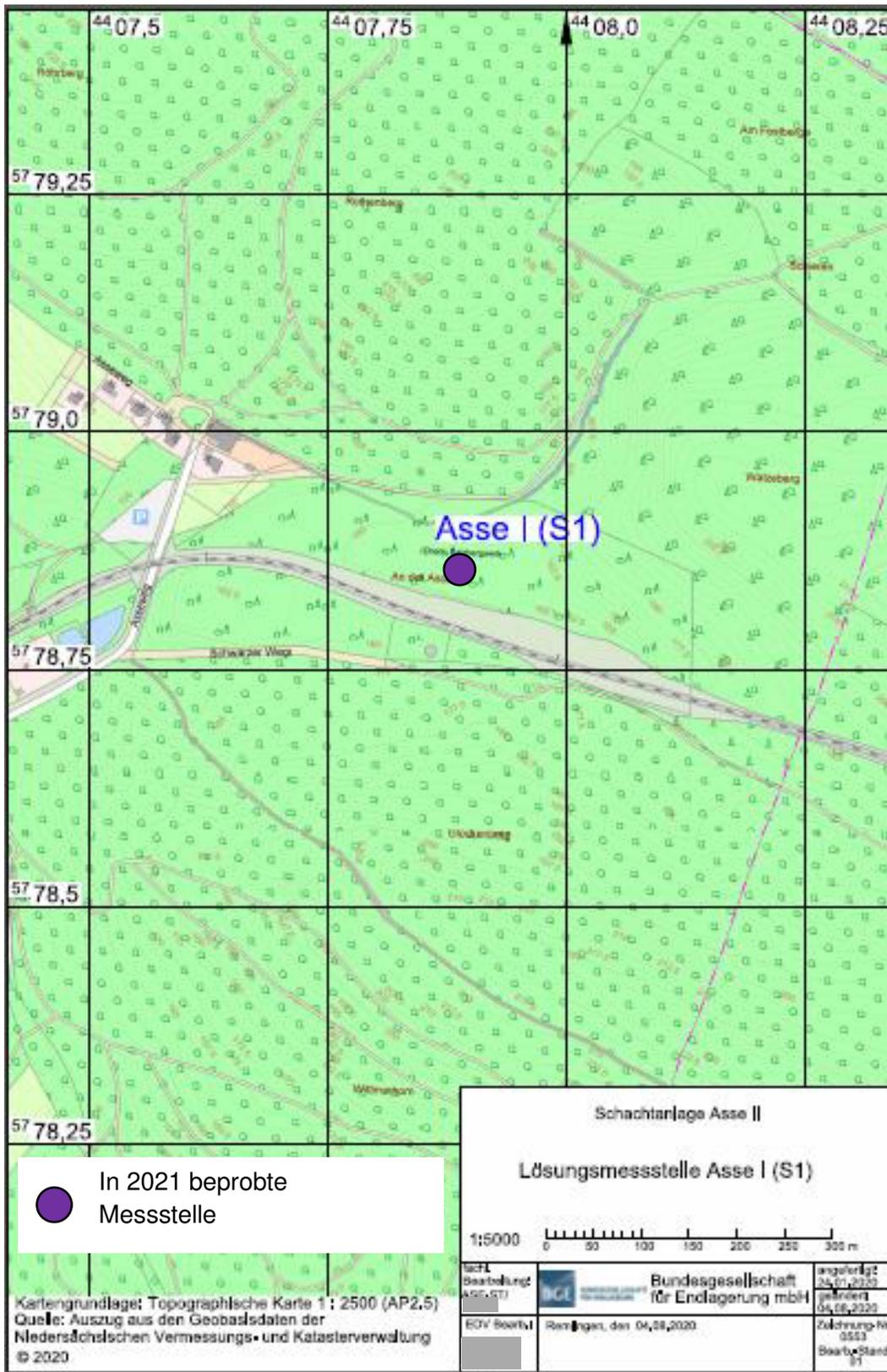


Abbildung 17: Messstelle in dem Schacht Asse 1

3.3 Radiologische Untersuchungen

Nach den in der Leistungsbeschreibung des AG [7] definierten Aufgaben sind die radiologischen Untersuchungen der Salzlösungen in akkreditierten Laboren, die über eine entsprechende Umgangsgenehmigung für radioaktive Stoffe verfügen, durchzuführen. Die im Zuge der Charakterisierungsmessungen zu ermittelnden Radionuklide sind unter Verwendung anerkannter Analyse- und Messverfahren nach aktuellem Stand von Wissenschaft und Technik zu bestimmen.

Die bislang durchgeführten Untersuchungen haben gezeigt, dass für die radioaktive Kontamination der Salzlösungen in der Schachtanlage Asse II kein einheitlicher Nuklidvektor festgelegt werden kann. Die Kontaminationssituation ist von den örtlichen Gegebenheiten abhängig und unterliegt, zumindest in einigen Bereichen der Grube, dynamischen, physikochemischen Prozessen. Es ist daher erforderlich, die Messverfahren mit möglichst niedrigen Nachweisgrenzen an die jeweilige Kontaminationssituation anzupassen. Die Messergebnisse werden benötigt, um Veränderungen in der radioaktiven Kontamination der Salzlösungen rechtzeitig zu erkennen und um belegen zu können, dass die Fokussierung der Routineüberwachung der Schachtanlage Asse II auf die Leitnuklide abdeckend ist.

Für die gammaspektrometrischen Untersuchungen sind hochauflösende Detektoren in einem Energiebereich von 10 keV bis 2 MeV zu verwenden. Hiermit sollen die Aktivitätskonzentrationen der natürlichen Radionuklide U-238, Ra-228, Th-228, Ra-224, Pb-210 und K-40 sowie der langlebigen künstlichen Radionuklide Co-60, Nb-94, Ag-108m, Sb-125, I-129, Ba-133, Cs-137, Eu-152, Eu-154, Am-241 und andere bereits nachgewiesene Nuklide mit niedrigen Erkennungsgrenzen und kleinen Messunsicherheiten in den Salzlösungen mit einer Dichte von bis zu 1,37g/cm³ ermittelt werden. Für eine weitere Bewertung der Messergebnisse ist eine komplette Auswertung der Gammaskpektren erforderlich. Hierbei soll für Cs-137 eine Nachweisgrenze von 0,1 Bq/l erreicht werden.

Darüber hinaus sollen radiochemische oder vergleichbare andere Verfahren zur Bestimmung der Aktivitätskonzentration der Radionuklide H-3, C-14_{gesamt}, C-14_{anorg}, Ni-63, Sr-90, Tc-99, Pb-210, Po-210, Ra-226, Ra-228, U-234, U-235, U-238, Th-228, Th-230, Th-232, Pu-238, Pu-239/240 und Am-241 angewendet werden. Es sind hierbei laborerprobte chemische Aufschlussverfahren für hochsalinare Salzlösungen anzuwenden, die sich durch ausreichende Repräsentativität der untersuchten Proben und durch abgesicherte Messwerte mit geringen Erkennungsgrenzen und Messunsicherheiten sowie hohe Belastbarkeit auszeichnen. Wegen der komplexen Probenmatrix (gesättigte Salzlösungen mit zum Teil sehr hohen Magnesiumgehalten, relativ hohen Kaliumkonzentrationen und teilweise hohen Cs-137-Aktivitätskonzentrationen) können bei schwierig zu messenden Nukliden auch Mehrfachanalysen bzw. der Einsatz alternativer Präparations- und Messverfahren erforderlich sein.

Zur Absicherung der angewendeten Messverfahren ist die Qualität der Messergebnisse nach folgenden Methoden zu prüfen und zu dokumentieren:

- Vergleich von gammaspektrometrischen und radiochemisch ermittelten Messwerten
- Doppelbestimmungen bei der Anwendung radiochemischer Verfahren
- Vergleichsmessungen mit anderen Messverfahren oder Laboren

Je nach angewandter Messmethode müssen für ausgewählte Nuklide über eine bestimmte Anzahl von Stichproben qualitätssichernde Messungen durchgeführt werden. In der Tabelle 2 sind die zu analysierenden Radionuklide und die verwendeten Bestimmungsmethoden aufgeführt. Die probenspezifische Ermittlung der Erkennungs- und Nachweisgrenzen erfolgt für jede Messung nach DIN ISO 11929.

Tabelle 2: Übersicht über die zu bestimmenden Radionuklide in den Salzlösungen der Schachtanlage Asse II

Radionuklid	Bestimmungsmethode
K-40	Gammaspektrometrie, Direktmessung
Co-60	Gammaspektrometrie, Direktmessung
Nb-94	Gammaspektrometrie, Direktmessung
Ag-108m	Gammaspektrometrie, Direktmessung
Sb-125	Gammaspektrometrie, Direktmessung
I-129	Gammaspektrometrie, Direktmessung
Ba-133	Gammaspektrometrie, Direktmessung
Cs-137	Gammaspektrometrie, Direktmessung
Eu-152	Gammaspektrometrie, Direktmessung
Eu-154	Gammaspektrometrie, Direktmessung
Ra-226	Gammaspektrometrie, Direktmessung und nach Mitfällung an Bariumsulfat, Messung der Rn-222-Folgeprodukte
Ra-228	Gammaspektrometrie, Direktmessung und nach Mitfällung an Bariumsulfat
Ra-224	Gammaspektrometrie, Direktmessung des Folgeprodukts Pb-212
Pb-210	Gammaspektrometrie, Direktmessung und nach Mitfällung an Bariumsulfat, Low-Level-Beta-Messung des Folgeprodukts Bi-210 nach spontaner Abscheidung an Ni-Scheiben, mehrfache zeitversetzte alphaspektrometrische Bestimmung des Folgeprodukts Po-210
Po-210	Mehrfache zeitversetzte Alphaspektrometrie nach spontaner Abscheidung an Ni-Scheiben
Th-232, Th-230, Th-228	Alphaspektrometrie nach Mitfällung und extraktionschromatographischer Trennung
U-238, U-235, U-234	Alphaspektrometrie nach Mitfällung und extraktionschromatographischer Trennung
Pu-238, Pu-239/240	Alphaspektrometrie nach Mitfällung und extraktionschromatographischer Trennung
Am-241	Alphaspektrometrie nach Mitfällung und extraktionschromatographischer Trennung
H-3	LSC nach Destillation
C-14 gesamt	LSC nach Pyrolyse, Absorption des $^{14}\text{CO}_2$ in Natronlauge und Fällung als Bariumcarbonat bzw. Absorption in Carbosorb
C-14 anorg.	LSC nach Austreiben mit Säure, Absorption des $^{14}\text{CO}_2$ in Natronlauge und Fällung als Bariumcarbonat bzw. Absorption in Carbosorb
Sr-90	LSC nach Mitfällung und extraktionschromatographischer Trennung
Tc-99	LSC nach Mitfällung und extraktionschromatographischer Trennung
Ni-63	LSC nach Mitfällung und extraktionschromatographischer Trennung

Die Tabellen 3 und 4 liefern einen Überblick über die Messstellen und die Spezifizierung der künstlichen und natürlichen Radionuklide, die in den Salzlösungen der Messstellen der Schachanlage Asse II und den Grundwasserproben zu analysieren sind.

Tabelle 3: Übersicht über die zu bestimmenden künstlichen Radionuklide in den Salzlösungen der Schachanlage Asse II und den Grundwasserproben

Lfd. Probe-Nr.	Datum der Probenahme	Messstelle Asse	Gamma	H-3	C-14		Ni-63	Sr-90	Tc-99	Pu-Iso	Am-241
					anorg	ges.					
GW1	14.09.2021	GWMS P16	x	x	x						
GW2	15.09.2021	Schacht 1	x	x	x						
GW3	16.09.2021	GWMS H23	x	x	x						
GW4	28.09.2021	GWMS R7	x	x	x						
GW5	28.09.2021	GWMS R8	x	x	x						
1	12.10.2021	P750084	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2	12.10.2021	P750071	x	x	x	x	x	x	x	x	x
3	12.10.2021	L925007	x	x	x	x	x	x		x	x
4	12.10.2021	P750006	x	x	x	x	x	x			
5	13.10.2021	SB3-490m	x	x							
6	13.10.2021	P490009	x	x							
7	13.10.2021	P725011	x	x							
8	13.10.2021	P725019	x	x							
9	13.10.2021	P725020	x	x							
10	13.10.2021	P750153	x	x							
11	13.10.2021	P750154	x	x							
12	13.10.2021	P750177	x	x							
13	13.10.2021	L800004	x	x							
14	13.10.2021	L800005	x	x							
15	14.10.2021	L658008	x	x	x	x		x			
16	14.10.2021	P725004	x	x							
17	14.10.2021	L725005	x	x							
18	14.10.2021	L725006	x	x							
19	14.10.2021	P725007	x	x							
20	14.10.2021	P725010	x	x							
21	14.10.2021	P750039	x	x							
22	14.10.2021	P750040	x	x							
23	14.10.2021	P750059	x	x							
24	14.10.2021	L658008-S1	x	x							
25	14.10.2021	P750148	x	x							
26	14.10.2021	P750185	x	x							
27	14.10.2021	P750189	x	x							
28	26.10.2021	P750043	x	x	x	x	x	x	x	x	x
29	27.10.2021	L750179	x	x							
30	27.10.2021	P750184	x	x							
		Analysen	35	35	11	6	5	6	3	4	4

Tabelle 4: Wie Tabelle 3, jedoch für die natürlichen Radionuklide

Lfd. Probe-Nr.	Datum der Probenahme	Messstelle Asse	Rn-222	Po-210	Pb-210	Ra-226	Ra-228	U-Iso.	Th-Iso.
GW1	14.09.2021	GWMS P16		x	x	x	x	x	
GW2	15.09.2021	Schacht 1		x	x	x	x	x	
GW3	16.09.2021	GWMS H23		x	x	x	x	x	
GW4	28.09.2021	GWMS R7		x	x	x	x	x	
GW5	28.09.2021	GWMS R8		x	x	x	x	x	
1	12.10.2021	P750084		x	x	x	x	x	x
2	12.10.2021	P750071		x	x	x	x	x	x
3	12.10.2021	L925007		x	x	x	x	x	x
4	12.10.2021	P750006							
5	13.10.2021	SB3-490m				x	x	x	
6	13.10.2021	P490009		x	x	x	x	x	
7	13.10.2021	P725011				x	x	x	x
8	13.10.2021	P725019		x	x	x	x	x	x
9	13.10.2021	P725020				x	x	x	x
10	13.10.2021	P750153		x	x	x	x	x	
11	13.10.2021	P750154		x	x	x	x	x	
12	13.10.2021	P750177		x	x	x	x	x	
13	13.10.2021	L800004		x	x	x	x	x	
14	13.10.2021	L800005		x	x	x	x	x	
15	14.10.2021	L658008	x	x	x	x	x	x	x
16	14.10.2021	P725004				x	x	x	
17	14.10.2021	L725005				x	x	x	
18	14.10.2021	L725006				x	x	x	x
19	14.10.2021	P725007				x	x	x	
20	14.10.2021	P725010				x	x	x	
21	14.10.2021	P750039							
22	14.10.2021	P750040		x	x	x	x	x	x
23	14.10.2021	P750059		x	x	x	x	x	x
24	14.10.2021	L658008-S1		x	x	x	x	x	x
25	14.10.2021	P750148							
26	14.10.2021	P750185		x	x	x	x	x	x
27	14.10.2021	P750189		x	x	x	x	x	x
28	26.10.2021	P750043		x	x	x	x	x	x
29	27.10.2021	L750179		x	x	x	x	x	x
30	27.10.2021	P750184		x	x	x	x	x	x
		Analysen	1	26	26	32	32	32	16

3.4 Chemische Untersuchungen

Die Qualität der chemischen Analysen der wässrigen Salzlösungen muss, wie die radiologischen Messungen, dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik entsprechen. Die Prüfberichte müssen gemäß den gültigen Gestaltungsrichtlinien des AG erstellt werden. Den Analyseprotokollen mit den gemessenen Parametern der Salzlösungen sind die Bestimmungsgrenzen¹ und die Messunsicherheiten der analysierten Komponenten beizufügen.

Bei den Probennahmen sollen standardmäßig ca. 250 ml Probenvolumen pro Messstelle genommen werden. Hierfür ist eine vollständige geochemische Analyse der Salzlösungen durchzuführen. In Ausnahmefällen können aufgrund eines sehr geringen Zulaufes an einigen Messstellen Probennahmen von nur 10 - 50 ml durchgeführt werden. In diesen Fällen wird in Absprache zwischen AG und AN festgelegt, welche Analysen für dieses reduzierte Probenvolumen noch möglich sind. Während der Probenentnahme sind durch den AG die nachfolgend aufgelisteten Parameter zu der wässrigen Salzlösung zu messen und dem AN zur Verfügung zu stellen

- in-situ-Dichte (g/cm^3),
- in-situ Temperatur ($^{\circ}\text{C}$),
- in-situ-Leitfähigkeit (mS/cm),
- in-situ pH-Wert
- in-situ-Viskosität ($\text{mPa}\cdot\text{s}$)

Zur Kontrolle der in-situ-Dichte sollen von den Salzlösungen im Labor die theoretischen Dichten unter Angabe der Labortemperatur ermittelt werden. Die zu analysierenden chemischen Parameter sind in der Tabelle 5 zusammengestellt.

Tabelle 5: Analyse von chemischen Parametern in Salzlösungen der Schachtanlage Asse II, sowie von Grundwasserproben

Probenanzahl	Zu analysierende chemische Parameter
35	Chemische Vollanalyse der Hauptkomponenten (Na, K, Mg, Ca, Sulfat, Chlorid) in mg/l, in mol/1000mol H_2O und in g/100g
35	Chemische Vollanalyse der Nebenkomponten (Bromid, NH_4^+ , Nitrat) in mg/l und in g/100g
35	Chemische Vollanalyse der Spurenbestandteile (Li, B, P, Al, Gesamt-Fe, Mn, Sr, Rb, Cs, Ba, Cr, Co, Cd, Cu, Ni, Zn, Pb, Si, Hg) in mg/l und in $\mu\text{g/g}$
35	Bestimmung der Dichte in g/cm^3 an Originallösungen im Überwachungsbe- reich
35	CO_2 , CO_3^{2-} , HCO_3^- durch Titration an Originallösungen
35	Bestimmung von Fe^{2+} , Fe^{3+} an Originallösungen
14	Chemische Analyse des Kalium-Hexacyanoferrat ($\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$) in mg/l
30	Berechnung der fiktiven Komponenten (NaCl , KCl , MgCl_2 , Na_2SO_4 , K_2SO_4 , MgSO_4 , $\text{Mg}_3\text{B}_8\text{O}_{15}$, CaSO_4 , CaCl_2 , H_2O) in g/l

¹ Die Bestimmungsgrenzen der chemischen Analysenergebnisse entsprechen in etwa der Nachweisgrenze bei den radiologischen Messungen.

4 Durchführung der Probenahme

Die Probenahmen erfolgten vom 12. bis 14.10.2021 gemäß den Empfehlungen der Arbeitsanweisungen für die Probeentnahme von salzhaltigen Lösungen in der Schachtanlage Asse II im Zusammenhang mit den Charakterisierungsmessungen [9]. An den Probenahmen waren Mitarbeiter der Schachtanlage Asse, des Bundesamtes für Strahlenschutz und der Firma IAF beteiligt.

Je nach Messstelle wurden die Proben durch Pumpen oder Schöpfen entnommen. An manchen Messstellen mussten aufgrund eines geringen Anfalls von Salzlösungen Sammelproben über einen längeren Zeitraum entnommen werden. In der Regel wurde zunächst eine Probe für die Eigenanalytik der Schachtanlage Asse II gebildet und daran anschließend die Probe für die Charakterisierungsmessungen. Im Rahmen der Probennahmen wurden die In-Situ-Parameter Dichte, pH-Wert, Leitfähigkeit, Viskosität und Temperatur bestimmt. Diese sind in der Tabelle 6 enthalten. Eine Fotodokumentation der Probenahme ist in dem Anhang A zusammengestellt.

Tabelle 6: Chemisch-physikalische Parameter der Grundwasser- und Salzlösungen bei der Probenahme

Lfd. Nr.	Datum der Probenahme	Entnahmestelle	Dichte [g/cm ³]	Leitfähigkeit [mS/cm]	pH-Wert	Temperatur Lösung [°C]	Viskosität [mPas]	Redoxspannung [mV]
GW1	14.09.2021	GWMS P16	1,0003	0,905	6,8	11,2	n.b.	394
GW2	15.09.2021	Schacht 1	1,0017	3,69	7,2	12,1	n.b.	465
GW3	16.09.2021	GWMS H23	1,0002	0,960	7,0	12,9	n.b.	376
GW4	28.09.2021	GWMS R7	1,2056	244	8,7	18,1	n.b.	254
GW5	28.09.2021	GWMS R8	1,0718	134,6	5,9	18,1	n.b.	333
1	12.10.2021	P750084	1,317	*	*	33	*	*
2	12.10.2021	P750071	1,315	*	*	34	*	*
3	12.10.2021	L925007	1,2997	108,8	4,275	37,7	7,3	184,8
4	12.10.2021	P750006	1,2620	145,0	6,772	34,7	4,3	186,9
5	13.10.2021	SB3-490m	1,2060	229,0	6,998	28,9	2,0	154,4
6	13.10.2021	P490009	1,2685	174,6	6,689	33,2	3,3	98,8
7	13.10.2021	P725011	1,2558	149,9	6,33	35,9	3,8	280,7
8	13.10.2021	P725019	1,2250	192,8	6,783	35,0	2,5	153,9
9	13.10.2021	P725020	1,2478	165,6	6,201	35,4	5,2	229,8
10	13.10.2021	P750153	1,2906	117,0	5,844	31,0	6,5	52,1
11	13.10.2021	P750154	1,3080	109,3	5,804	32,4	7,8	214,5
12	13.10.2021	P750177	1,3220	94,1	5,865	32,8	9,9	220,8
13	13.10.2021	L800004	1,3695	60,4	5,355	33,9	20,6	227,5
14	13.10.2021	L800005	1,3367	82,7	5,826	34,2	12,4	159,4
15	14.10.2021	L658008	1,2048	229,0	6,813	31,5	1,9	164,0
16	14.10.2021	P725004	1,2180	213,0	6,929	33,4	2,1	135,8
17	14.10.2021	L725005	1,3588	67,9	2,840	35,8	18,0	453,9
18	14.10.2021	L725006	1,2366	188,6	6,868	33,6	2,6	74,3
19	14.10.2021	P725007	1,2516	165,5	5,664	35,5	3,2	-88,4
20	14.10.2021	P725010	1,2830	127,4	5,679	35,4	5,4	140,4
21	14.10.2021	P750039	1,3310	83,9	5,928	28,6	12,8	168,1
22	14.10.2021	P750040	1,3531	68,9	5,785	29,2	17,8	168,8
23	14.10.2021	P750059	1,3003	116,5	6,033	32,1	7,0	8,5
24	14.10.2021	L658008-S1	1,2048	229,0	6,818	31,3	1,9	170,5
25	14.10.2021	P750148	1,3175	105,5	5,556	29,3	8,7	153,9
26	14.10.2021	P750185	1,2997	112,9	5,389	32,6	7,7	102,0
27	14.10.2021	P750189	1,3042	113,4	5,611	35,8	7,1	101,4
28	26.10.2021	P750043	1,2687	*	*	30,9	*	*
29	27.10.2021	L750179	1,3112	102,0	5,166	34,0	8,5	-175,9
30	27.10.2021	P750184	1,3258	90,4	4,585	33,7	11,0	189,9

* diese Parameter werden bei den stärker kontaminierten Proben turnusmäßig nicht bestimmt.

n.b.: nicht bestimmt

Während der 3-tägigen Probennahme wurden insgesamt 27 Salzlösungsproben entnommen. Die Salzlösungen wurden zunächst vor dem Abtransport im Untertage-Labor der Schachtanlage Asse II zwischengelagert. Den Probenlösungen für die radiochemischen Analysen wurde jeweils 10 Vol-% Wasser zugesetzt. Dies erfolgte unter dem Blickwinkel, dass bei der Verbringung nach Übertage in den flüssigen Proben keine Salzausfällungen zu besorgen sind. Jedoch für die Bestimmung von H-3 und für die chemischen Analysen wurden die erforderlichen Aliquote aus den Originallösungen entnommen. Die Aliquote für die Qualitätskontrollmessungen durch das BfS wurden auch untertage gebildet.

Die Probenahme von 3 Proben, die während der Kampagne nicht durchgeführt werden konnte, wurde nachfolgend am 26. und 27.10.2021 durch Mitarbeiter der Schachtanlage Asse II weitergeführt. Diese Proben wurden nach Zusatz von 10 Vol-% Wasser der IAF übermittelt.

Im Labor der IAF wurden für die Bestimmung von C-14 (anorganisch und gesamt) zunächst entsprechenden Probenaliquote entnommen und dann zur Stabilisierung alle verbleibenden Proben mit konzentrierter Salzsäure angesäuert.

Die 4 Grundwasserproben und die Probe aus dem Schacht 1 wurden bereits vor der Probenahmekampagne durch die Asse entnommen und an IAF übermittelt.

5 Messverfahren der chemischen und radiologischen Untersuchungen

5.1 Vorbemerkung

Gemäß der Leistungsbeschreibung des AG sind chemische und radiologische Untersuchungen der Salzlösungen durchzuführen. Die chemischen Analysen der Proben der Salzlösungen wurden durch die K-UTEC AG Salt Technologies und die Technische Universität Clausthal als Unterauftragnehmer durchgeführt. Die zu analysierenden Grundwasserproben wurden im Unterauftrag vom Ergo Umweltinstitut in Dresden bearbeitet. Die Messverfahren werden im Kapitel 5.2 kurz aufgelistet. Die radiologischen Untersuchungen wurden ausschließlich durch die IAF durchgeführt. Die angewendeten Messverfahren sind im Kapitel 5.3 zusammenfassend beschrieben.

5.2 Messverfahren zur chemischen Analyse

Zur chemischen Analyse wurden von der Firma K-UTEC die nachfolgend aufgelisteten Messverfahren eingesetzt.

- Flammenfotometrie: Na, K,
- Komplexometrische Bestimmung: Mg
- Potentiometrie: Chlorid
- Gravimetrie: Sulfat
- Volumetrie (DIN ISO 10693): Carbonat
- TOC/DOC-Analysator (DIN EN 1484-H 3): CO₂
- Photometrie (DIN 38506-E1): Fe(II/III)
- ICP-OES: Ca, Mn, Li, Sr, Al, Ba, Pb, Cd, Cr, Co, Cu, Ni, Zn, B, P
- Atomabsorptionsspektrometrie: Hg
- Destillation und Acidimetrie: Ammonium
- Photometrie: Nitrat
- Photometrie (DIN 38405-D13): Kaliumhexacyanoferrat

Die Messverfahren der TU Clausthal beinhalteten:

- Ionenchromatographie (IC) für die Elemente Na, K, Ca, Mg sowie für Bromid, Sulfat, Ammonium und Nitrat,
- ICP-MS für die Elemente Li, B, Al, Fe, Mn, Cu, Zn, Br, Rb, Sr, Cd, Cs, Ba, Pb, U, Si, Cr, Ni und Co und Phosphat

Das Ergo Umweltinstitut setzte folgende Analysenmethoden ein:

- ICP-MS für Al, As, Ba, Cd, Co, Cr, Ci, Fe, Ni, Pb, Rb, U, Zn
- ICP-OES für B, Ca, K, Li, Mg, Mn, Na, Si, Sr,
- Ionenchromatographie für Bromid, Chlorid, Nitrat, Sulfat, Jodid
- Fluoridsensitive Elektrode für Fluorid
- Volumetrie für Carbonat, freie Kohlensäure, Hydrogencarbonat, Basen- und Säurekapazität
- Spektrometrie/Photometrie: Nitrit, Ammonium, Phosphat
- TOC/DOC/TIC-Analysator (DIN EN 1484-H 3)

Eine Diskussion der Ergebnisse der chemischen Analysen wird im Kapitel 6 gegeben. Weitere Informationen zu den physikalisch-chemischen Messergebnissen und -verfahren sind in den Anhängen C, D und E enthalten.

5.3 Messverfahren zur radiologischen Analyse

5.3.1 Verfahren zur gammaspektrometrischen Bestimmung

Die IAF verfügt über eine Akkreditierung der DAkkS nach DIN ISO 17025 [10] zur Durchführung von gammaspektrometrischen Untersuchungen. Das speziell angewendete gammaspektrometrische Verfahren ist auch für die Bestimmung der Aktivitätskonzentrationen von künstlichen und natürlichen Radionukliden in salinaren Lösungen (Salzlösungen) geeignet. Die akkreditierten Messverfahren der IAF [10] zu gammaspektrometrischen und radiochemischen Untersuchungen sind in Übereinstimmung mit den in der Vergangenheit vom BfS benutzten Analysemethoden. Diese sind im Anhang C des BfS Berichts von 2015 [6] zur "Beprobung und Analyse von Salzlösungen und Grundwässern 2015 - Schachtanlage Asse II" dokumentiert worden (s.a. [7]).

Zur Erreichung der geforderten Nachweisgrenze betrug z.B. die Messdauer für Salzlösungen in der 0,45-Liter-Marinelli-Geometrie etwa 126000 Sekunden (35 Stunden). Außer den natürlichen Radionukliden U-238, Ra-228, Th-228, Ra-224 und Pb-210 sowie K-40 wurden in den Salzlösungen und den Grundwässern auch die langlebigen künstlichen Radionuklide Co-60, Nb-94, Ag-108m, Sb-125, I-129, Ba-133, Cs-137, Eu-152 und Eu-154 untersucht.

5.3.2 Radiochemische Messverfahren

Die Aktivitätskonzentrationen von

- H-3, C-14_{gesamt}, C-14_{anorg.}, Ni-63, Sr-90, Tc-99,
- Pb-210, Po-210, Ra-226, Ra-228,
- U-234, U-235, U-238,
- Th-228, Th-230, Th-232,
- Pu-238, Pu-239/Pu-240 und Am-241

wurden mit radiochemischen Messverfahren bestimmt. Die akkreditierten Messverfahren der IAF [10] sind im Wesentlichen in Übereinstimmung mit den in der Vergangenheit vom BfS benutzten Analysemethoden. Diese sind im Anhang C des BfS Berichts von 2015 [6] zur "Beprobung und Analyse von Salzlösungen und Grundwässern 2015 - Schachtanlage Asse II" dokumentiert worden (s.a. [7]). Für die Bestimmung der Radiumnuklide wurde die gammaspektrometrische Bestimmung nach Mitfällung an Bariumsulfat eingesetzt. Die Bestimmung von Pb-210 erfolgte durch eine gammaspektrometrische Direktmessung sowie auch über die Betamessung des Tochternuklids Bi-210 nach radiochemischer Abtrennung und zusätzlich noch über eine zeitversetzte Doppelbestimmung des Tochternuklids Po-210. Die Messzeiten variierten je nach Messverfahren und Aktivitätskonzentrationen der zu bestimmenden Radionuklide zwischen einigen Stunden und mehreren Tagen.

5.3.3 Qualitätssicherung

Die Qualitätssicherung der Messergebnisse erfolgte entsprechend der Akkreditierung der IAF [10] und beinhaltete nachfolgend aufgelisteten Punkte:

- Regelmäßige Analyse von Kontroll- und Blindproben zur Überwachung der Leistungsfähigkeit der eingesetzten Methoden,
- regelmäßige Wartungen und Funktionskontrollen der eingesetzten Analysengeräte
- Teilnahme an Ringversuchen und Laborvergleichsuntersuchungen,
- fortlaufende Ermittlung möglicher Fehlerquellen, sowohl technischer Art als auch bezüglich des QM-Systems (kontinuierlicher Verbesserungsprozess),
- rückverfolgbare Dokumentation für jede analysierte Probe,
- Vergleich von mit verschiedenen Methoden ermittelten Messwerten,
- Durchführung von Doppel- bzw. Mehrfachbestimmungen.

6 Ergebnisse der chemischen Analysen

6.1 Vorbemerkung zu den chemischen Analysen

Die chemischen Analysen der sehr gering bzw. gar nicht kontaminierten Proben, die niedriger als die in der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) [11] definierten Freigabewerte sind, erfolgten durch die Firma K-UTEC zwischen dem 28.10.2021 bis 12.01.2022. Die Ergebnisse sind in den Prüfberichten 21-1987-1, 21-1840-1 und 21-1841-1 enthalten und in dem Anhang C zusammengestellt.

Die 3 Proben mit erhöhter radioaktiver Kontamination wurden durch das Institut für Endlagerforschung der TU Clausthal von 26.11.2021 bis 15.12.2021 analysiert. Die Ergebnisse mit den Prüfprotokollen sind in dem Anhang D dokumentiert.

Die Analyse der Grundwasserproben erfolgte durch das Ergo Umweltinstitut vom 27.10.2021-03.11.2021, in Anhang E sind die entsprechenden Prüfberichte zusammengestellt.

Eine erste qualitative Überprüfung der Messwerte bei den Salzlösungen erfolgte durch die Ermittlung der jeweiligen Ionenbilanz. Der Ionenbilanzfehler der von der K-UTEC untersuchten Salzlösungen variierte nur zwischen -0,43 % und +0,42 %. Diese sehr geringen Abweichungen sind ein direkter Hinweis auf die ganzheitliche Bestimmung der einzelnen Komponenten einer Probe.

Für die drei stärker radioaktiv kontaminierten Proben, die von der TU Clausthal analysiert wurden, sind in den Prüfprotokollen keine Ionenbilanzfehler angegeben. Eine von IAF durchgeführte Überprüfung unter Einbeziehung der relevanten Kationen Na, Ka, Ca, Mg und Ammonium sowie der relevanten Anionen Chlorid, Sulfat, Bromid, Nitrat und Borat führte ebenfalls zu nur geringen Abweichungen von 1,4 % bis 1,9 %.

In den folgenden Kapiteln werden die Ergebnisse grafisch dargestellt. In Balkendiagrammen wird die zeitliche Entwicklung seit der Beprobung in 2017 dargestellt. Korrelationsdiagramme geben Hinweise auf generelle Veränderungen zur letzten Beprobung in 2019.

6.2 Dichtebestimmung der Salzlösungen

Die Dichten der Salzlösungen wurden in-situ während der Probenahme bestimmt. In der Abbildung 18 sind diese Messwerte aus den Beprobungen der Jahre 2021, 2019 und 2017 zusammengestellt. In der Abbildung 19 sind zum Vergleich die Messwerte von 2021 den von 2019 gegenübergestellt. Insgesamt unterscheiden sich die Messwerte für die Dichte zumeist nur sehr wenig. Jedoch bei der Probenahmestelle P750040 ist ein geringer Anstieg bis knapp 3% festzustellen. Dieser Anstieg ist auf eine Änderung der chemischen Zusammensetzung der Salzlösung zurückzuführen und wird in den folgenden Abschnitten noch genauer diskutiert.

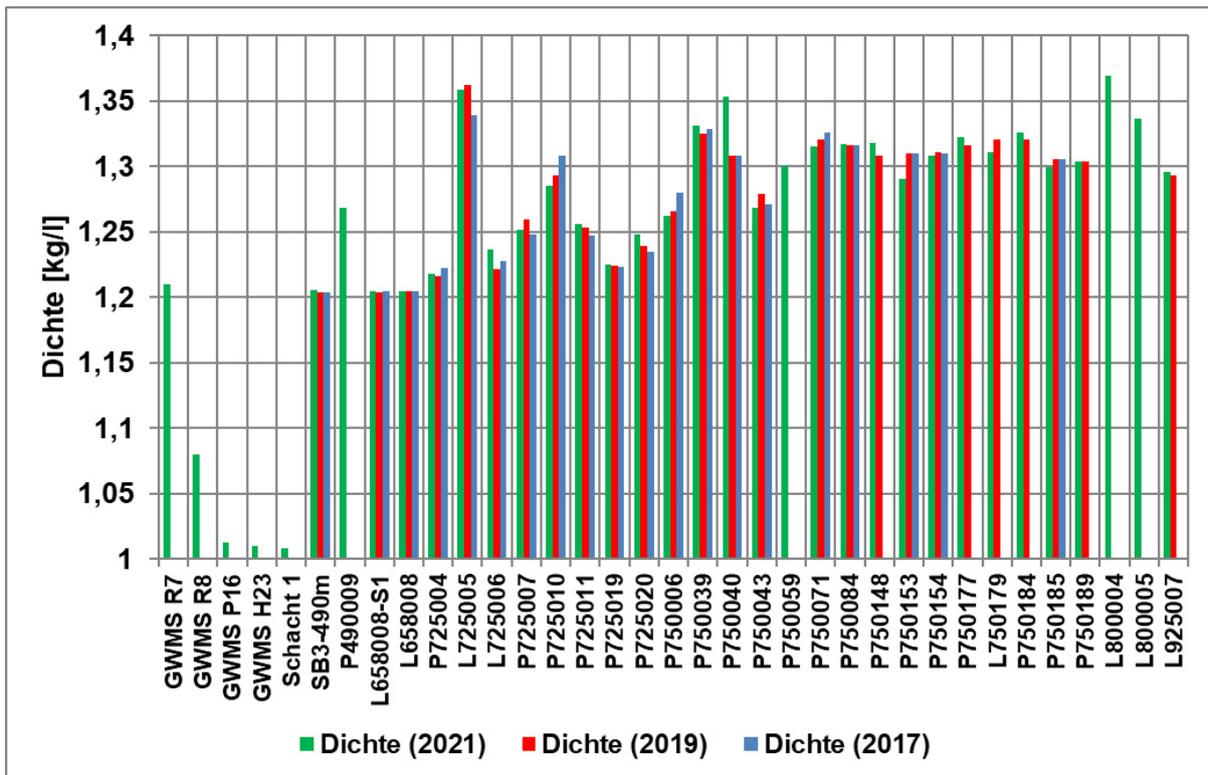


Abbildung 18: Vergleich der Dichten der Salzlösungen aus der Schachtanlage Asse II bei den Beprobungen von 2021, 2019 und 2017

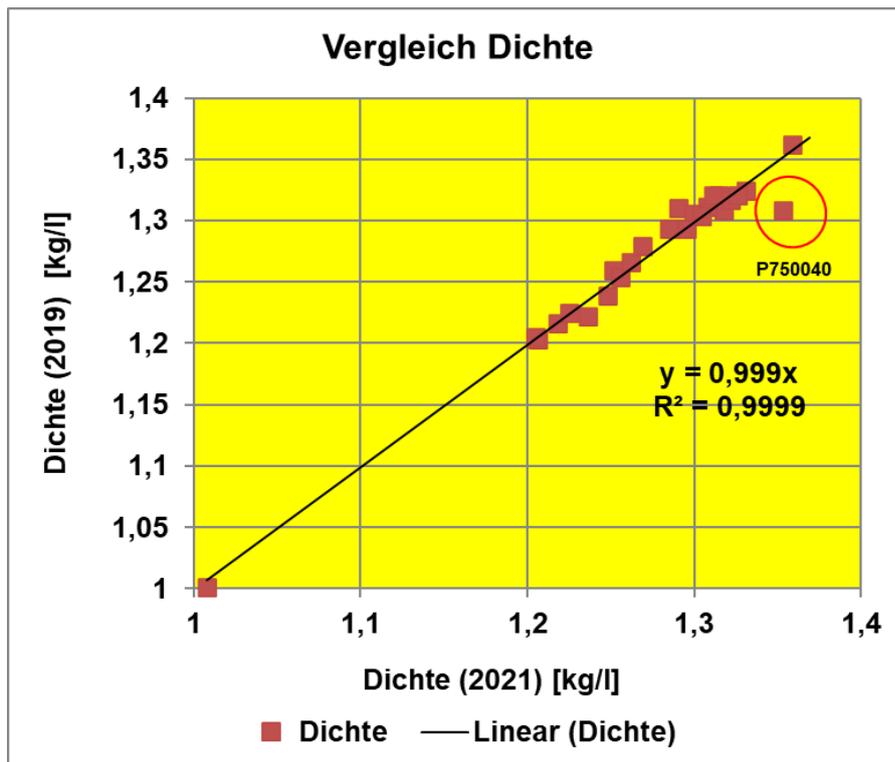


Abbildung 19: Vergleich der Dichte der Salzlösungen aus der Schachtanlage Asse II bei den Beprobungen von 2021 und 2019, wobei Messwertpaare mit merklichen Konzentrationsänderungen besonders gekennzeichnet sind.

6.3 Natrium

In der Abbildung 20 sind die Natriummesswerte aus den Beprobungen der Jahre 2021, 2019 und 2017 zusammengestellt und in der Abbildung 21 sind zum Vergleich die Messwerte der Jahre 2021 und 2019 gegeneinander aufgetragen. In der überwiegenden Anzahl der Fälle haben sich die Natriumkonzentrationen in den Messstellen in 2021, verglichen mit den der Vorjahre, kaum verändert. Lediglich bei Probe P725020 konnte ein deutlicher Rückgang der Natriumkonzentration von 66800 mg/l (2017) über 58200 mg/l (2019) auf nunmehr 37300 mg/l festgestellt werden. Der im gleichen Zeitraum auftretende kontinuierliche Anstieg der Magnesiumkonzentrationen (siehe Kapitel 6.5) deutet auf eine grundlegende Verschiebung der Mineralienzusammensetzung hin. Diese hängen möglicherweise mit Veränderungen in den jeweiligen Fassungsraten und den Verdunstungsprozessen zusammen, wodurch die damit verknüpften Löslichkeitsgleichgewichte der unterschiedlichen Salze mehr oder minder stark beeinflusst werden.

Bei der Probe P725007 setzte sich hingegen der rückläufige Trend der letzten Jahre (2021: 46000 mg/l, 2019: 45800 mg/l, 2017 64000 mg/l [7], 2015 81000 mg/l [6]) nicht fort.

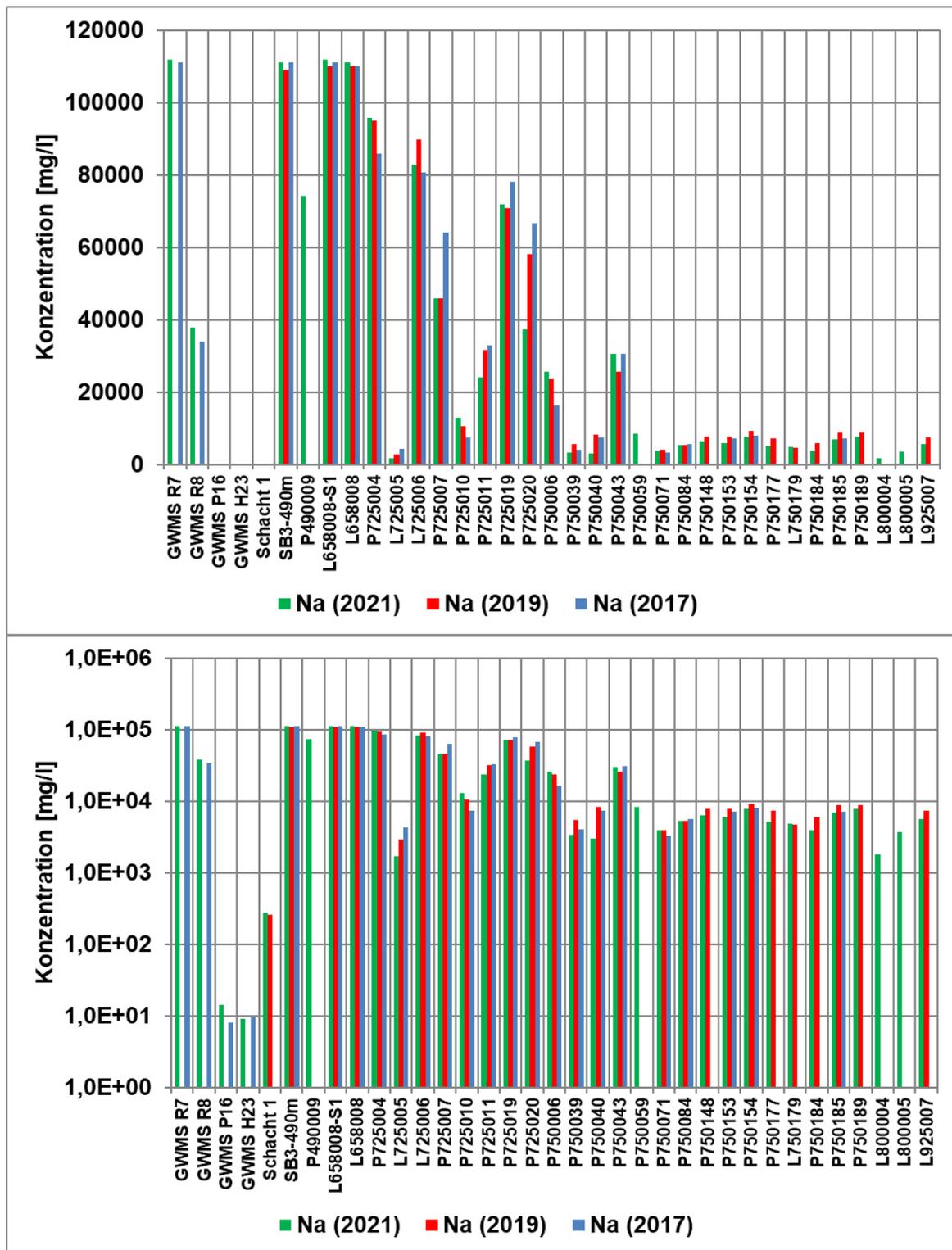


Abbildung 20: Natriumkonzentrationen der Salzlösungen aus der Schachtanlage Asse II bei den Beprobungen von 2021, 2019 und 2017

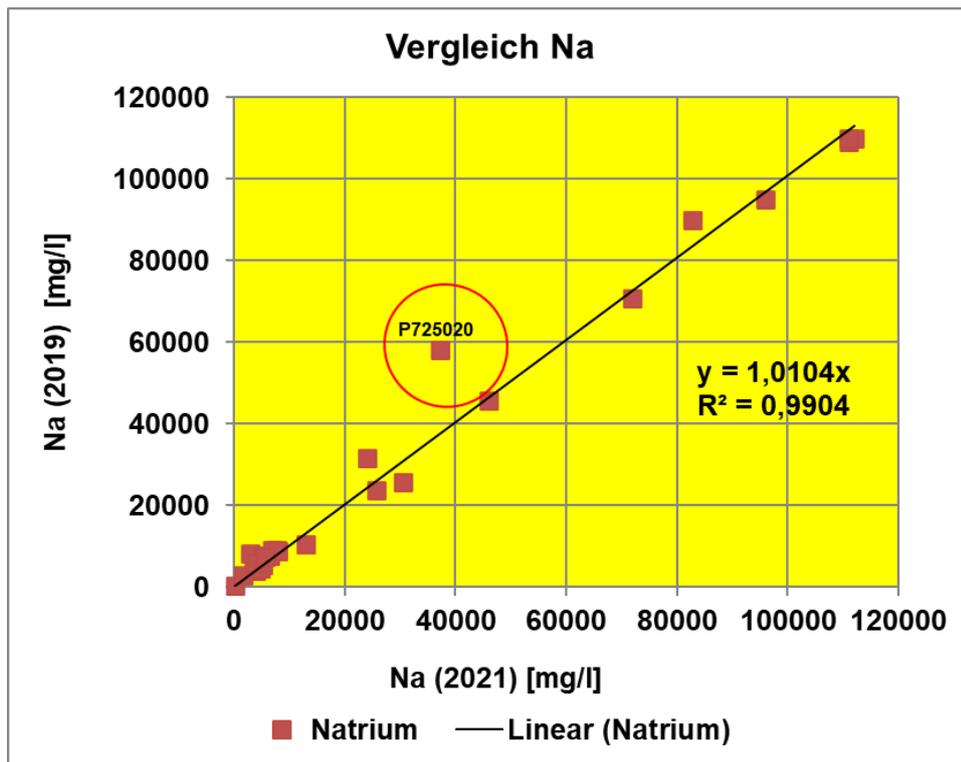


Abbildung 21: Vergleich der Natriumkonzentrationen der Salzlösungen aus der Schachtanlage Asse II bei den Beprobungen von 2021 gegenüber 2019, wobei Messwertpaare mit merklichen Konzentrationsänderungen besonders gekennzeichnet sind.

6.4 Kalium

In der Abbildung 22 sind die Kaliumkonzentrationen aus den Beprobungen der Jahre 2021, 2019 und 2017 zusammengestellt. In der Abbildung 23 sind die Messwerte der Jahre 2021 und 2019 gegeneinander aufgetragen. An den meisten Messstellen konnten bei den Kaliumkonzentrationen in 2021 insgesamt nur geringere Veränderungen gegenüber den Vorjahren festgestellt werden. Auffällig sind jedoch der deutliche Konzentrationsrückgang bei den Messstellen P750040 (-72%) und der leichte Rückgang bei Messstelle P750043 (-12%), während bei der Messstelle P750071 (+75%) ein starker Anstieg zu verzeichnen ist. Der Rückgang der Kaliumkonzentration an der Messstelle P750040 ist mit einem Anstieg der Magnesiumkonzentration verbunden (siehe Kapitel 6.5).

Die Messstellen P750043 und P750044 wurden zu einer Messstelle, die weiterhin mit P750043 bezeichnet wird, zusammengefasst. Die Kaliumkonzentration hat sich im Jahr 2021 mit 22000 mg/l wieder auf den Wert von 2017 (22100 mg/l) eingestellt. Der zwischenzeitliche Konzentrationsanstieg in 2019 hängt daher wahrscheinlich mit den baulichen Veränderungen zusammen.

Bei der Messstelle P750071 stehen dem starken Anstieg der Kaliumkonzentration nur moderate prozentuale Veränderungen bei den Konzentrationen der anderen Hauptionen entgegen (geringe Rückgänge bei der Mg- und Chlorid-Konzentration, moderater Anstieg bei der Sulfat-Konzentration, die Na-Konzentration bleibt praktisch unverändert).

Bei Messstelle L725005 wurde in den Jahren 2009 bis 2013 eine vergleichsweise konstante Kaliumkonzentration in der Größenordnung von ca. 1000 mg/l ermittelt. Im Jahr 2015 wurde ein sprunghafter Anstieg auf 30900 mg/l festgestellt. Seitdem nimmt die Konzentration wie-

der ab (4890 mg/l im Jahr 2017, 1490 mg/l im Jahr 2019) und hat mit 1150 mg/l wieder die ursprünglichen Werte erreicht. Die mutmaßliche Beeinflussung der Lösungszusammensetzung durch bauliche Veränderungen im Fassungssystem scheint damit nicht mehr gegeben zu sein.

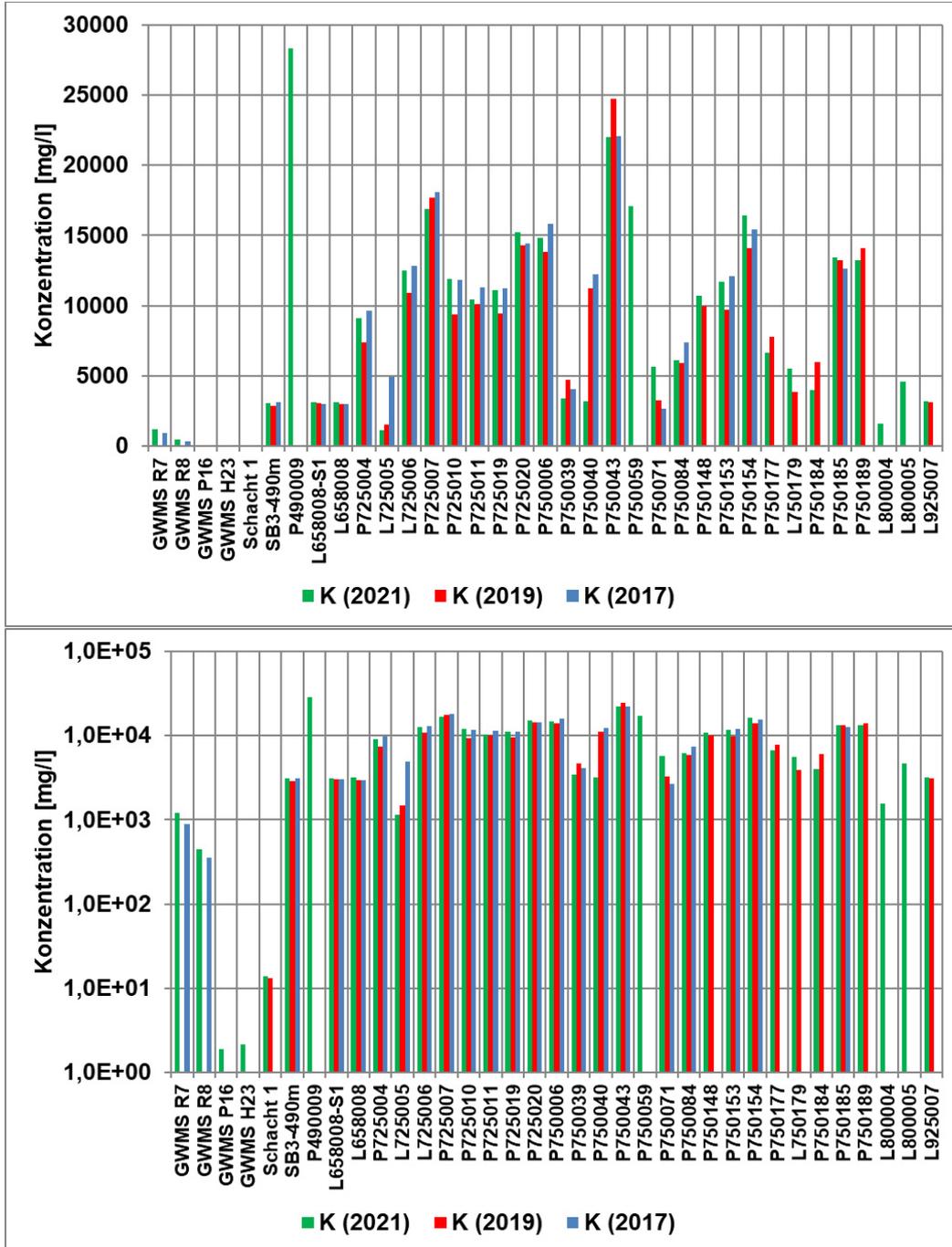


Abbildung 22: Vergleich der Kaliumkonzentrationen der Salzlösungen aus der Schachtanlage Asse II bei den Beprobungen von 2021, 2019 und 2017

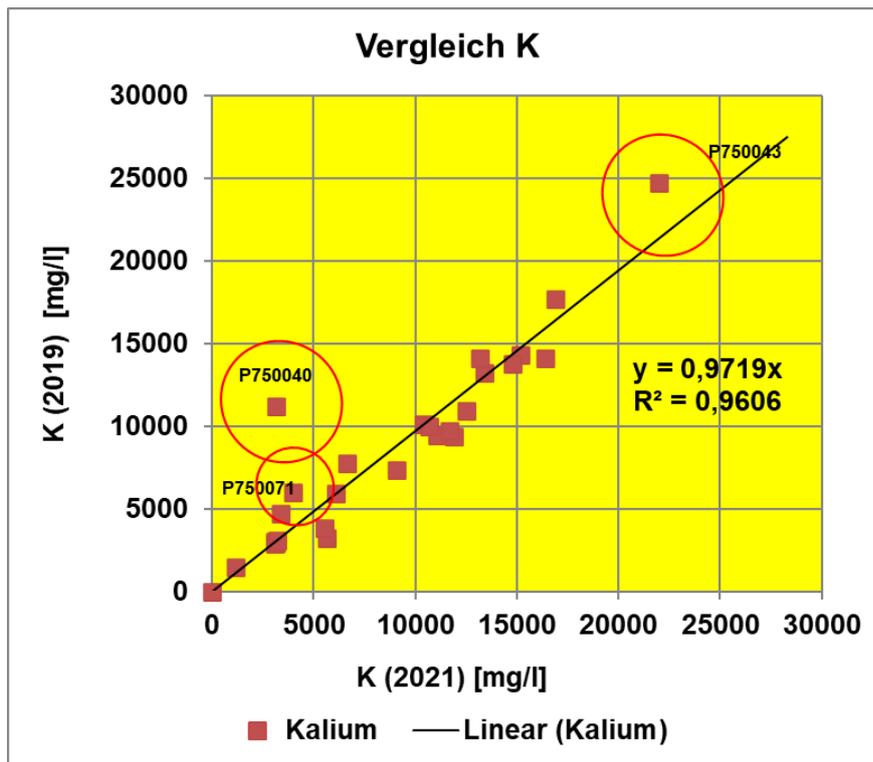


Abbildung 23: Vergleich der Kaliumkonzentrationen der Salzlösungen aus der Schachtanlage Asse II bei den Beprobungen von 2021 gegenüber 2019, wobei Messwertpaare mit merklichen Konzentrationsänderungen besonders gekennzeichnet sind.

6.5 Calcium

Die Calciumgehalte in den Wässern der Schachtanlage sind insgesamt verglichen mit den anderen Alkali- und Erdalkalimetallen gering. In der Abbildung 24 sind die Konzentrationen aus den Beprobungen der Jahre 2021, 2019 und 2017 zusammengestellt. In Abbildung 25 sind die Messwerte der Jahre 2021 und 2019 gegeneinander aufgetragen. Insgesamt sind keine größeren Veränderungen über die Jahre zu erkennen. Auffällig ist, dass die Ca-Konzentrationen der Grundwasserproben R7 und R8 deutlich höher sind als die der Wässer aus der Schachtanlage. Bei der Probe aus dem Schacht 1 ist gegenüber 2019 ein Rückgang in der Calciumkonzentration um etwa Faktor 2 (von 516 auf 263 mg/l) zu konstatieren. Die übrigen Hauptionen haben sich nicht signifikant verändert.

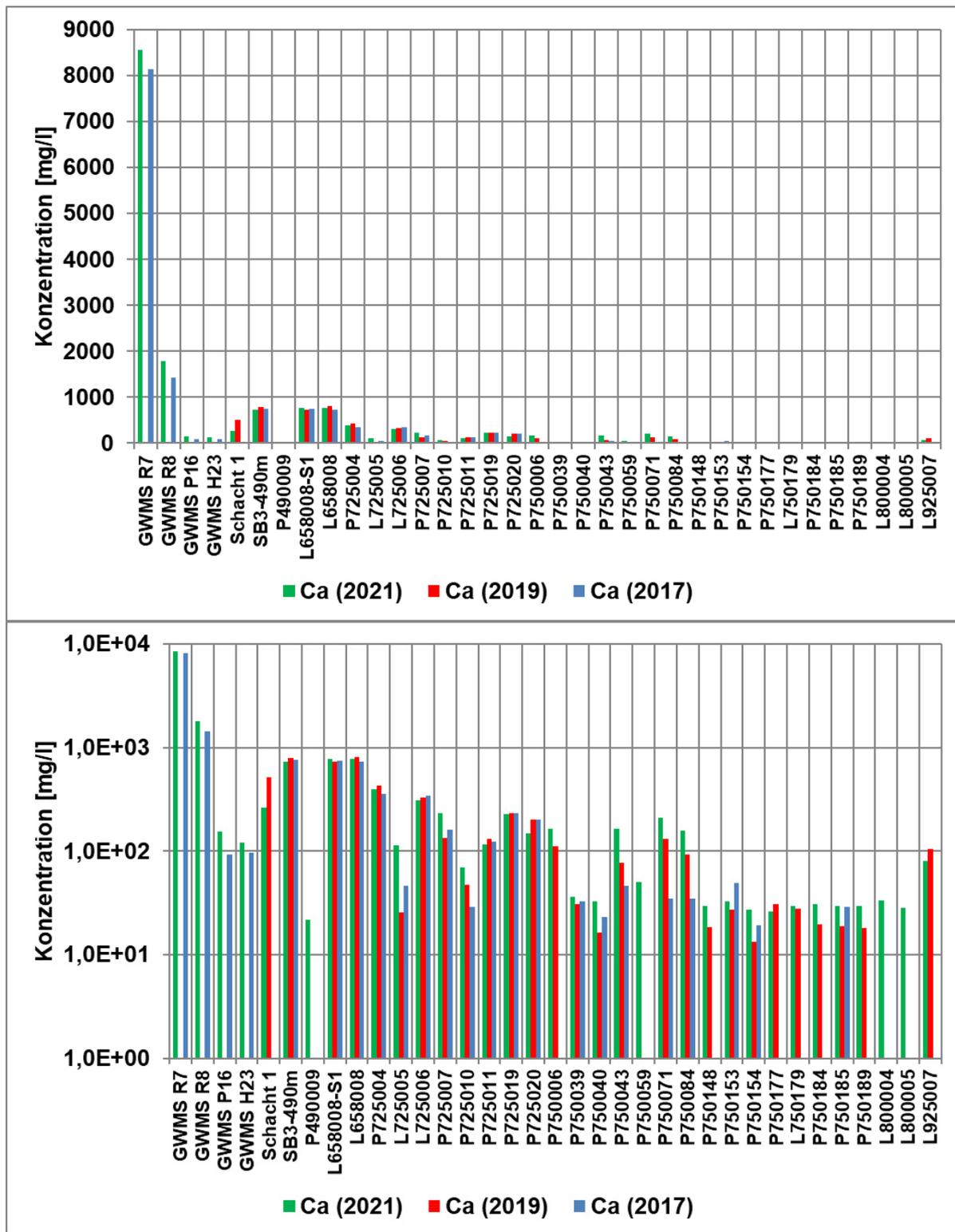


Abbildung 24: Vergleich der Calciumkonzentrationen der Salzlösungen aus der Schachtanlage Asse II bei den Beprobungen von 2021, 2019 und 2017

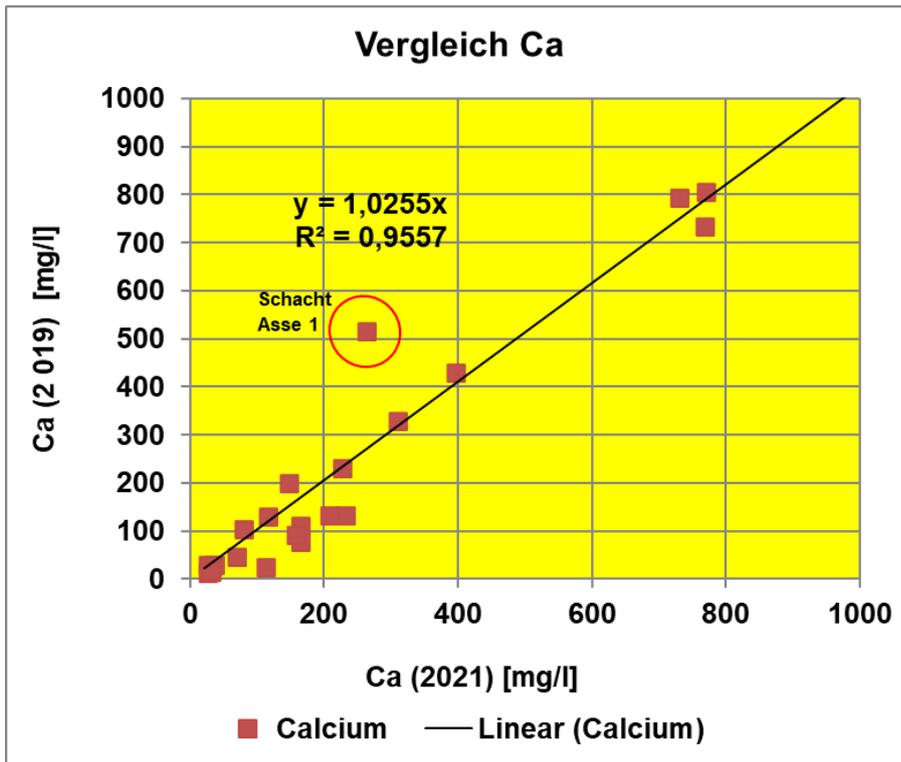


Abbildung 25: Vergleich der Calciumkonzentrationen der Salzlösungen aus der Schachtanlage Asse II bei den Beprobungen von 2021 gegenüber 2019.

6.6 Magnesium

In der Abbildung 26 sind die Magnesiumkonzentrationen aus den Beprobungen der Jahre 2021, 2019 und 2017 gegenübergestellt. In Abbildung 27 sind die Messwerte der Jahre 2021 und 2019 gegeneinander aufgetragen. Die Magnesiumkonzentrationen sind in 2021, verglichen mit denen aus 2019 und 2017, bei den meisten Probenahmestellen unverändert geblieben. Bei 2 Messstellen wurden in 2021 merkliche Konzentrationsanstiege von rund 34% (P725020) bzw. 22% (P750040) verzeichnet. Ein leichter Konzentrationsrückgang von 13% konnte auch bei Messstelle P750153 beobachtet werden. Bei P725020 ist dies mit einem Rückgang der Natriumkonzentration (siehe Kapitel 6.3) gekoppelt, bei P750040 mit einem Rückgang der Kaliumkonzentration (siehe Kapitel 6.4). Verdunstungseffekte und damit einhergehende Verschiebung von Löslichkeitsgleichgewichten können dafür ursächlich sein.

Bei Probe L725005 und L725007 scheint sich der seit 2015 bestehende zunehmende Trend in der Magnesiumkonzentrationsentwicklung nicht weiter zu entwickeln.

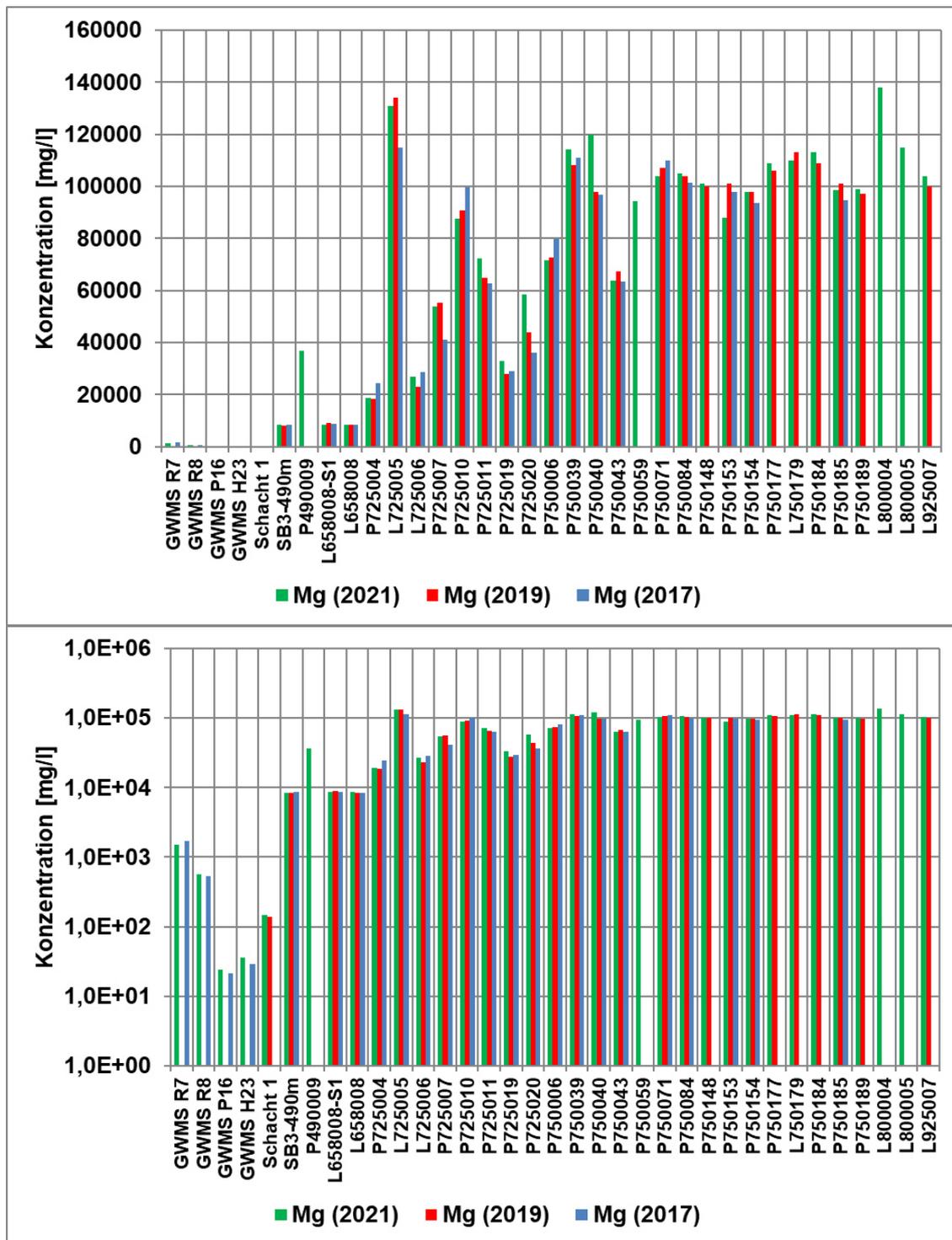


Abbildung 26: Vergleich der Magnesiumkonzentrationen der Salzlösungen aus der Schachtanlage Asse II bei den Beprobungen von 2021, 2019 und 2017

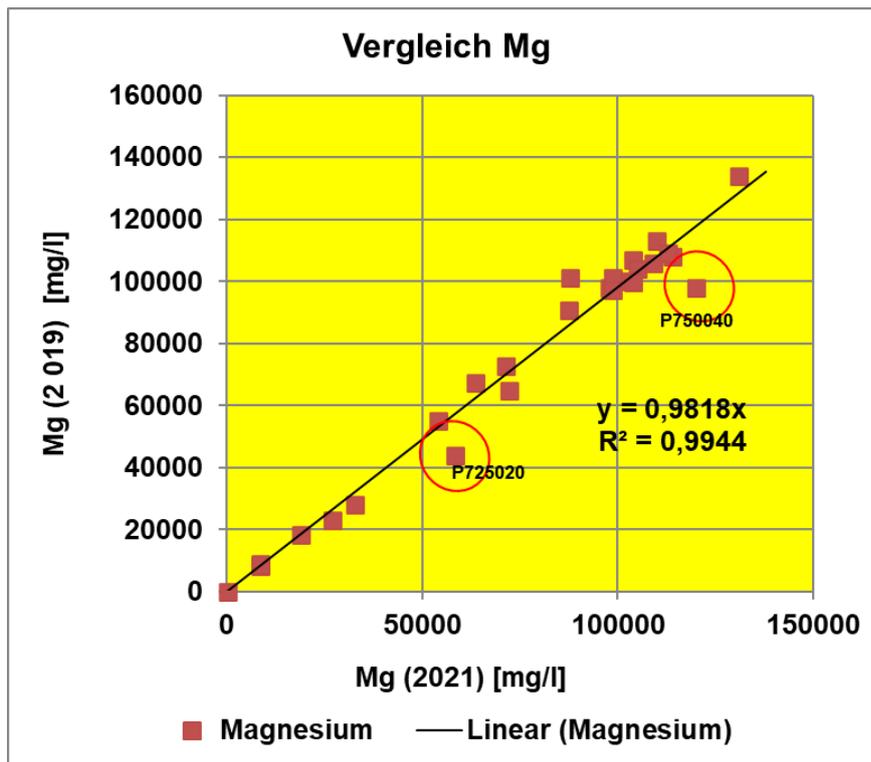


Abbildung 27: Vergleich der Magnesiumkonzentrationen der Salzlösungen aus der Schachtanlage Asse II bei den Beprobungen von 2021 gegenüber 2019, wobei Messwertpaare mit merklichen Konzentrationsänderungen besonders gekennzeichnet sind

6.7 Chlorid

In der Abbildung 28 sind die Chloridkonzentrationen aus den Beprobungen der Jahre 2021, 2019 und 2017 gegenübergestellt. In Abbildung 29 sind die Messwerte der Jahre 2021 und 2019 gegeneinander aufgetragen. Die Chloridkonzentrationen sind 2019, im Vergleich zu 2017, bei den meisten Probenahmestellen unverändert geblieben. Bei Messstelle P750040 wurde jedoch eine Zunahme der Chloridkonzentrationen um 16% festgestellt, was im Rahmen der in den vorigen Kapiteln beschriebenen Änderungen in Dichte und Kationenkonzentrationen auf eine grundlegende Änderung in der Lösungszusammensetzung der Messstelle hinweist. Bei Messstelle P750153 wurde ein Rückgang der Konzentration um 13% festgestellt, was mit dem Rückgang der Magnesiumkonzentration bei dieser Messstelle korreliert (siehe Kapitel 6.5).

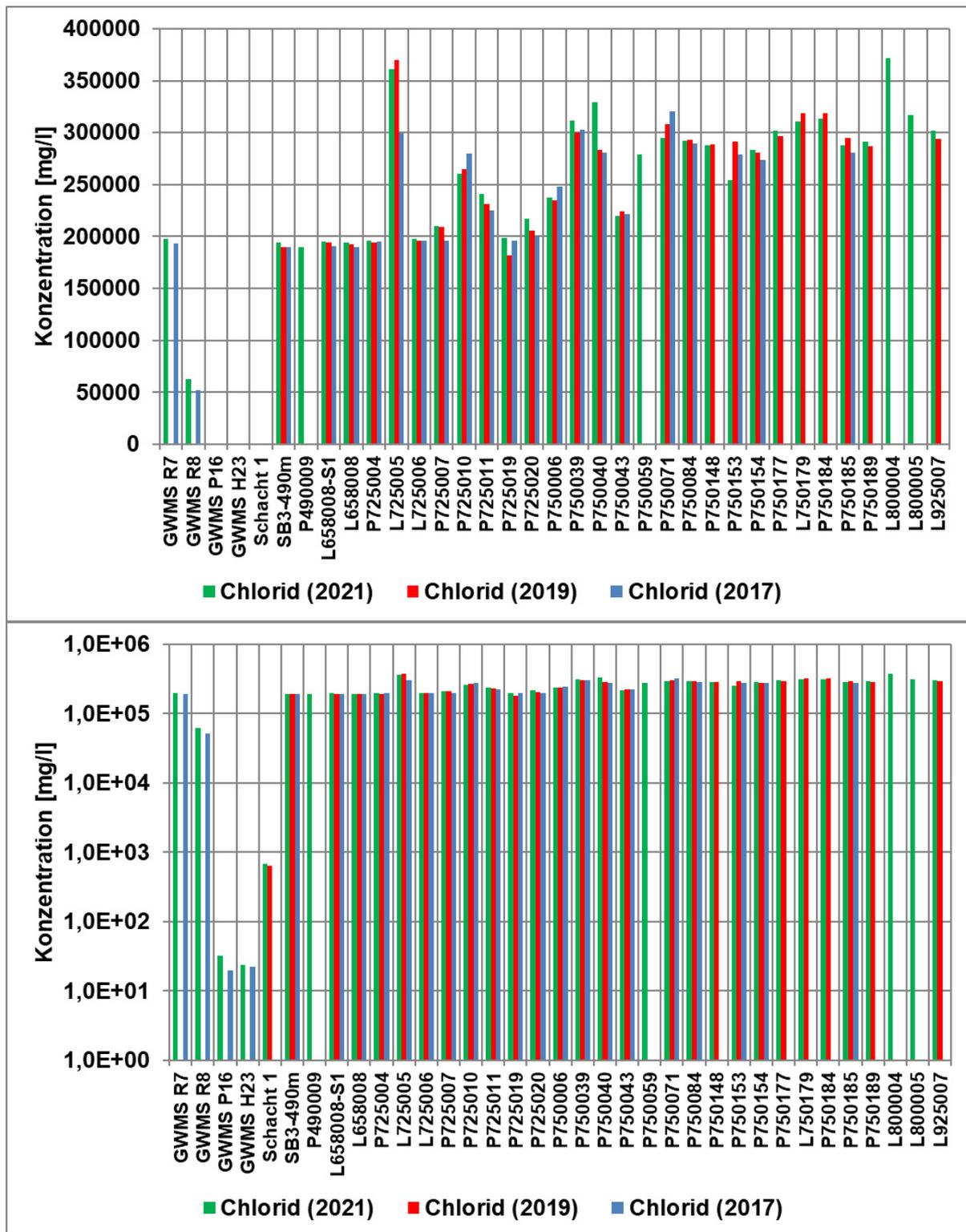


Abbildung 28: Vergleich der Chloridkonzentrationen der Salzlösungen aus der Schachtanlage Asse II bei den Beprobungen von 2021, 2019 und 2017

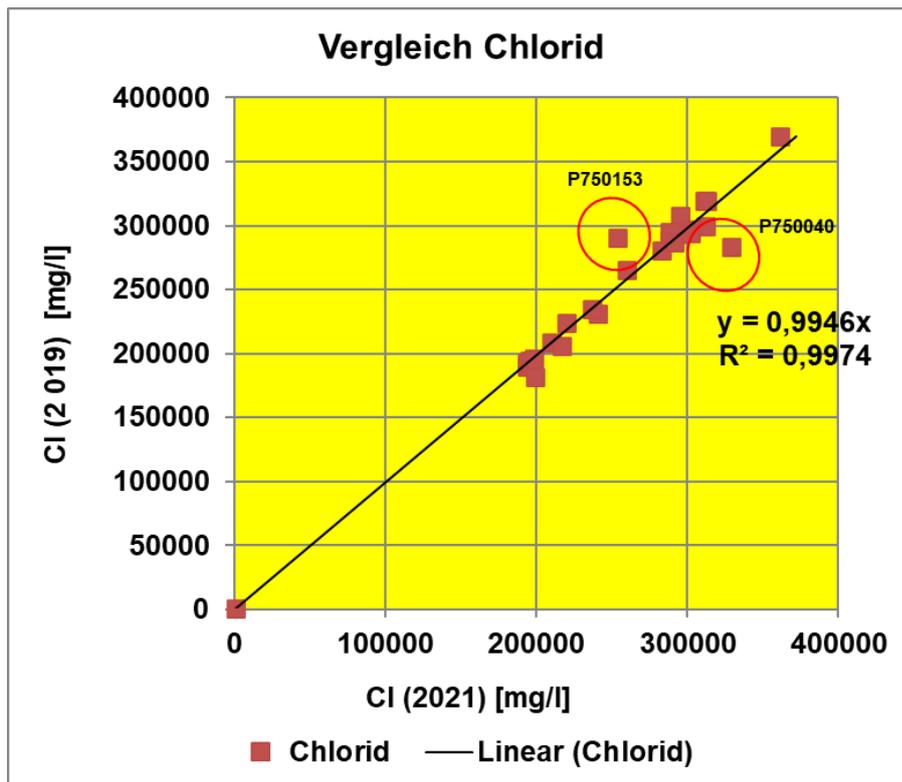


Abbildung 29: Vergleich der Chloridkonzentrationen der Salzlösungen aus der Schachtanlage Asse II bei den Beprobungen von 2021 gegenüber 2019, wobei Messwertpaare mit merklichen Konzentrationsänderungen besonders gekennzeichnet sind.

6.8 Sulfat

In der Abbildung 30 sind die Sulfatkonzentrationen aus den Beprobungen der Jahre 2021, 2019 und 2017 gegenübergestellt. In Abbildung 31 sind die Messwerte der Jahre 2021 und 2019 gegeneinander aufgetragen. Die gemessenen Sulfatkonzentrationen in 2021 sind im Vergleich zu den Vorjahren bei den meisten Probenahmestellen unverändert geblieben. Deutlichere Konzentrationsrückgänge sind bei den Messstellen P750043 (-26%) und P725007 (-14%) zu verzeichnen. Bei P750043 sind dies wahrscheinlich noch Auswirkungen der vor einigen Jahren erfolgten Zusammenlegung der Messstellen P750043 und P750044 zu einer neuen Messstelle, die weiterhin mit P750043 bezeichnet wurde. Bei P725007 hat sich die Sulfatkonzentration wieder dem Wert von 2017 angenähert (2021: 45000 mg/l, 2019: 51600 mg/l, 2017: 46300 mg/l).

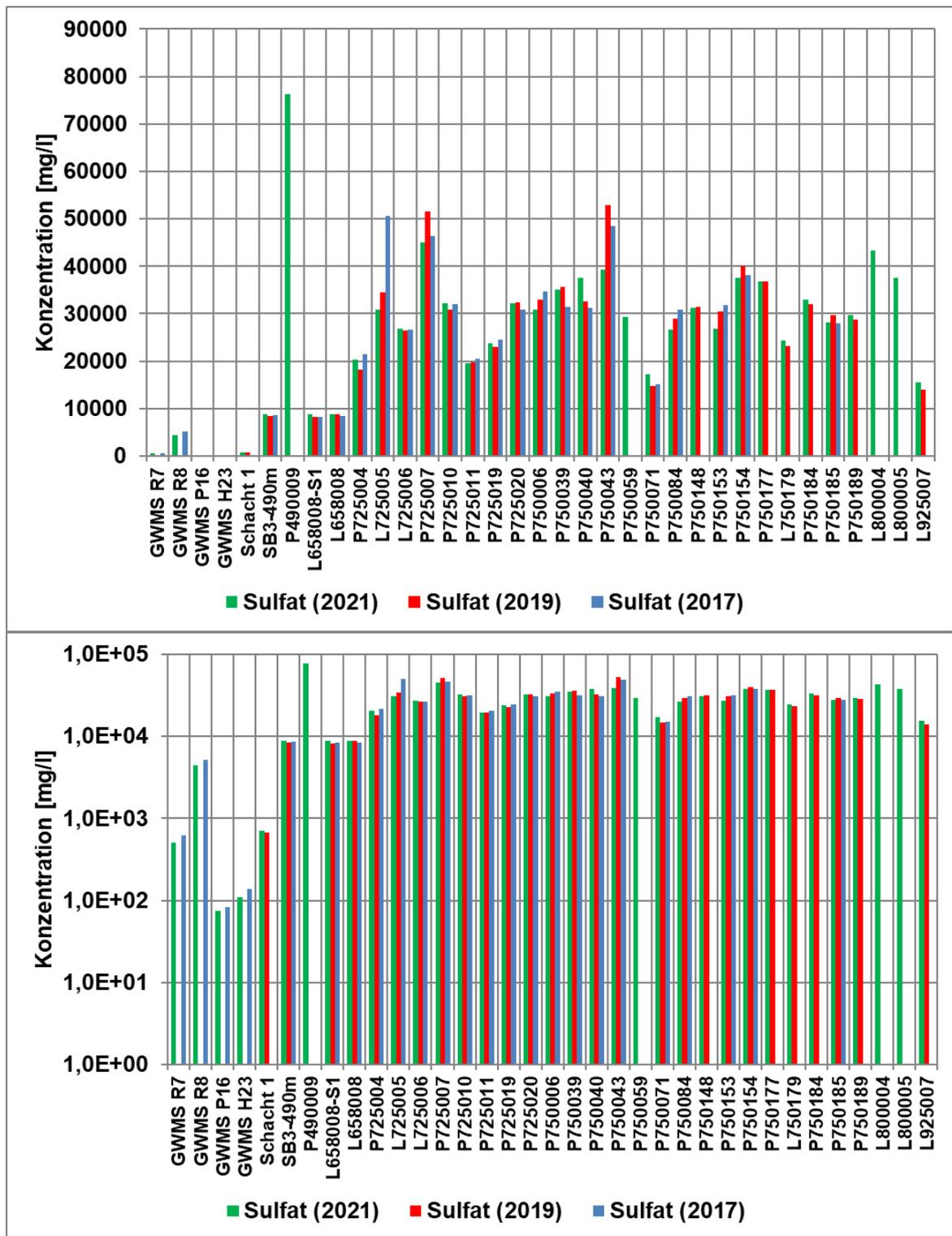


Abbildung 30: Vergleich der Sulfatkonzentrationen aus der Schachtanlage Asse II bei den Beprobungen von 2021, 2019 und 2017

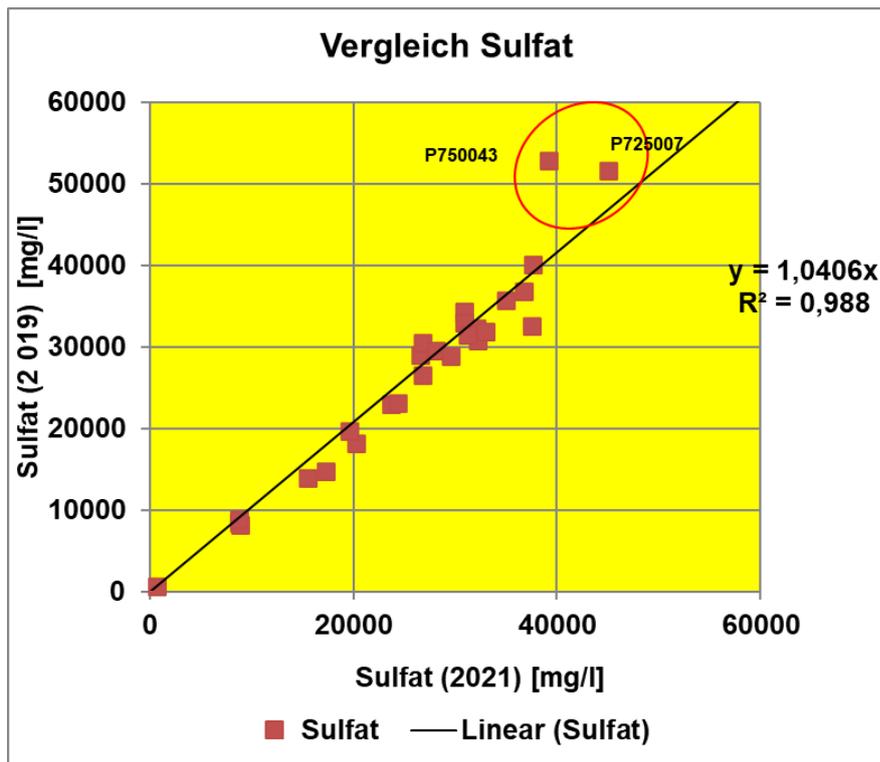


Abbildung 31: Vergleich der Sulfatkonzentrationen der Salzlösungen aus der Schachtanlage Asse II bei den Beprobungen von 2021 gegenüber 2019, wobei Messwertpaare mit merklichen Konzentrationsänderungen besonders gekennzeichnet sind

6.9 Ammonium

In der Abbildung 32 sind die Ammoniumkonzentrationen aus den Beprobungen der Jahre 2021, 2019 und 2017 gegenübergestellt. Hierbei ist zu beachten, dass nur für die Messstellen P750071, P750043 und P750084, die erhöhte radioaktive Konzentrationen aufweisen entsprechende Ergebnisse aus 2017 vorlagen. Für Messstelle P750071 konnten sowohl in 2021 als auch in 2019 und 2017 keine Messwerte oberhalb der Bestimmungsgrenze angegeben werden. Die bereits 2019 und 2017 festgestellten hohen Ammoniumkonzentrationen in der Probe P750043 wurden durch die Messungen in 2021 bestätigt. Die Ursachen für diesen Befund sollten u.E. durch weiterführende Recherchen geklärt werden.

Alle weiteren Proben sind durch vergleichsweise niedrige Ammoniumkonzentrationen charakterisiert, die sich auch 2021 gegenüber 2019 nicht wesentlich geändert haben.

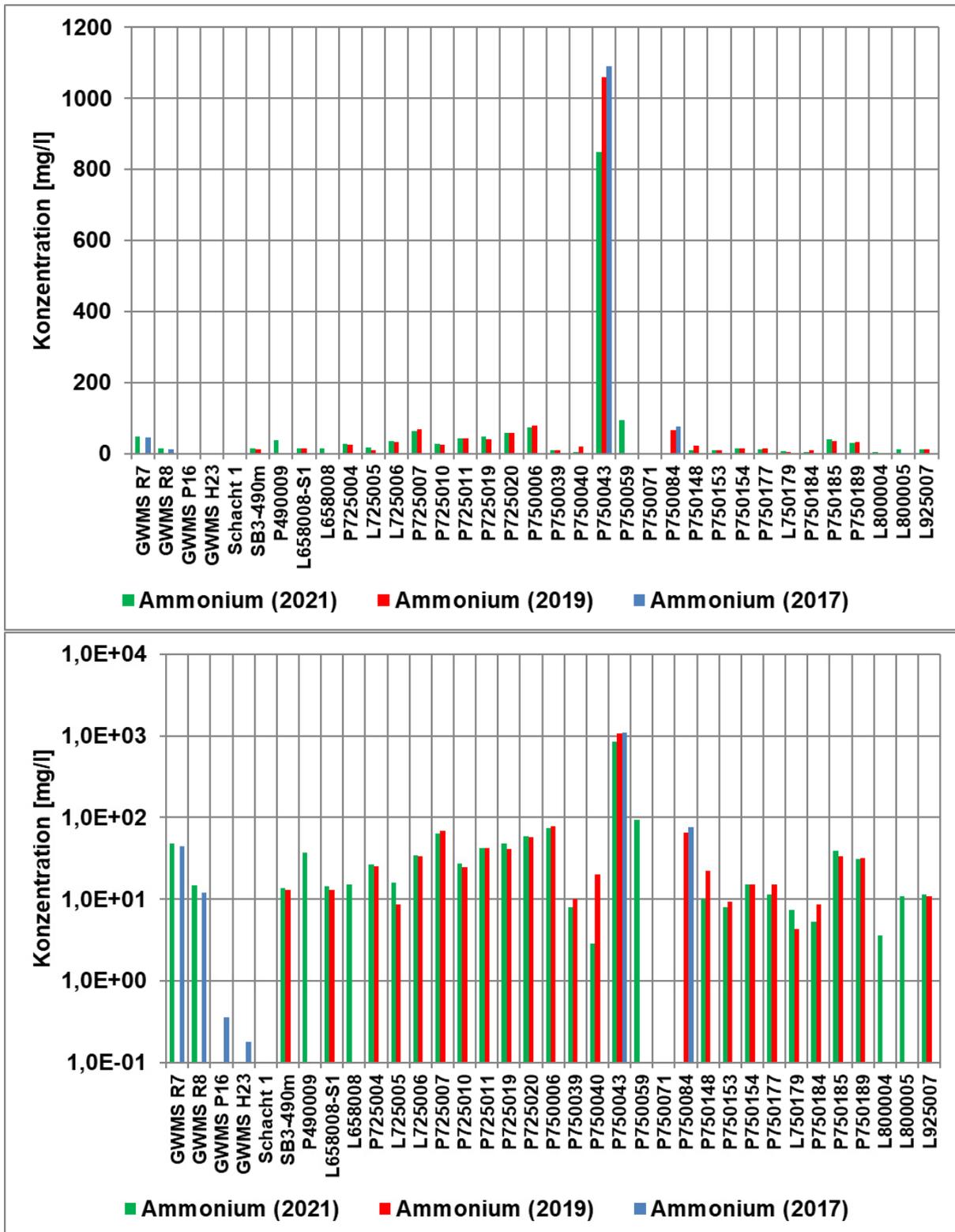


Abbildung 32: Vergleich der Ammoniumkonzentrationen der Salzlösungen aus der Schachtanlage Asse II bei den Beprobungen von 2021, 2019 und 2017

6.10 Nitrat

In der Abbildung 33 sind die Nitratkonzentrationen aus den Beprobungen der Jahre 2021, 2019 und 2017 gegenübergestellt. Auch hier lagen wie bei Ammonium nur für die Messstellen P750071, P750043 und P750084, die erhöhte radioaktive Konzentrationen aufweisen, entsprechende Ergebnisse aus 2017 vor. Die bereits 2019 und 2017 festgestellte hohe Nitratkonzentration bei der Probe P750084 wurde durch die Messungen in 2021 bestätigt. Bei Messstelle P725020 wurde eine merkliche Erhöhung der Nitratkonzentration von 362 mg/l in 2019 auf 532 mg/l in 2021 (+47%) festgestellt.

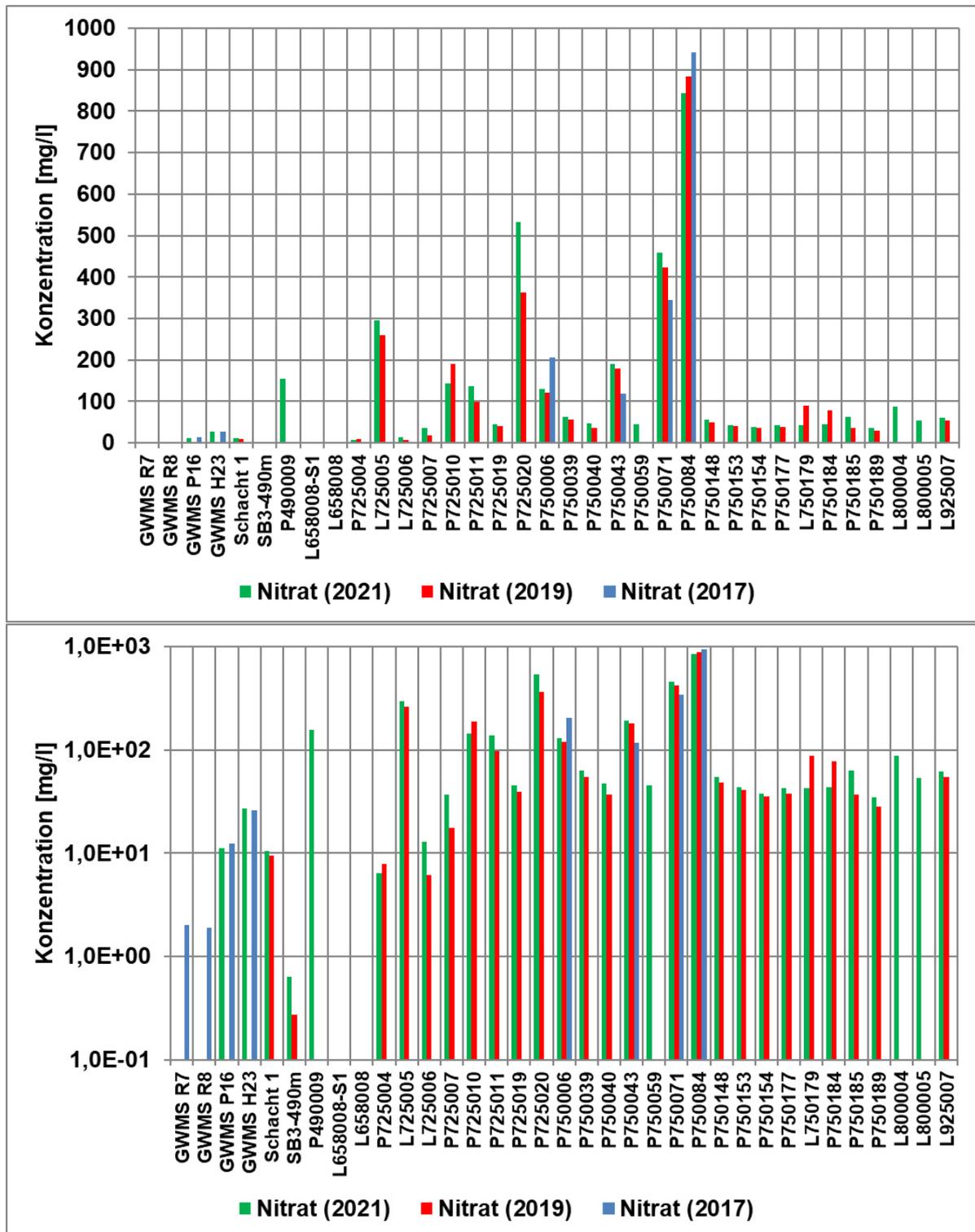


Abbildung 33: Vergleich der Nitratkonzentrationen der Salzlösungen aus der Schachtanlage Asse II bei den Beprobungen von 2021, 2019 und 2017

6.11 Ammonium-Stickstoff und Nitrat-Stickstoff

In der Abbildung 34 sind die Ammonium- und Nitrat-Messwerte aus 2021 zusammen dargestellt. Damit diese direkt miteinander verglichen werden können, erfolgte eine Umrechnung auf Ammonium-Stickstoff ($\text{NH}_4\text{-N}$) und Nitrat-Stickstoff ($\text{NO}_3\text{-N}$). In der Zutrittslösung L658008 sind gegenwärtig nur geringe Mengen von Stickstoffverbindungen nachweisbar. Auch in vielen anderen Proben wurden zumeist geringe Konzentrationen von Ammonium- oder Nitratstickstoff ermittelt. Erhöhte Konzentrationen von Stickstoffverbindungen wurden in den Proben P750043 und P750084 nachgewiesen, die auch durch sehr stark erhöhte H-3- und Cs-137-Aktivitätskonzentrationen (s. Ergebnisse in Kapitel 7.2) charakterisiert sind. Die Tatsache, dass Stickstoff in der Probe P750043 als Ammonium vorliegt, könnte auf reduktive Milieubedingungen hinweisen. In der Probe P750084 ist hingegen überwiegend Nitrat-Stickstoff vorhanden, was auf oxidative Milieubedingungen hindeutet. Bei den Grundwasserproben fällt der hohe Nitratwert an der Messstelle R7 auf.

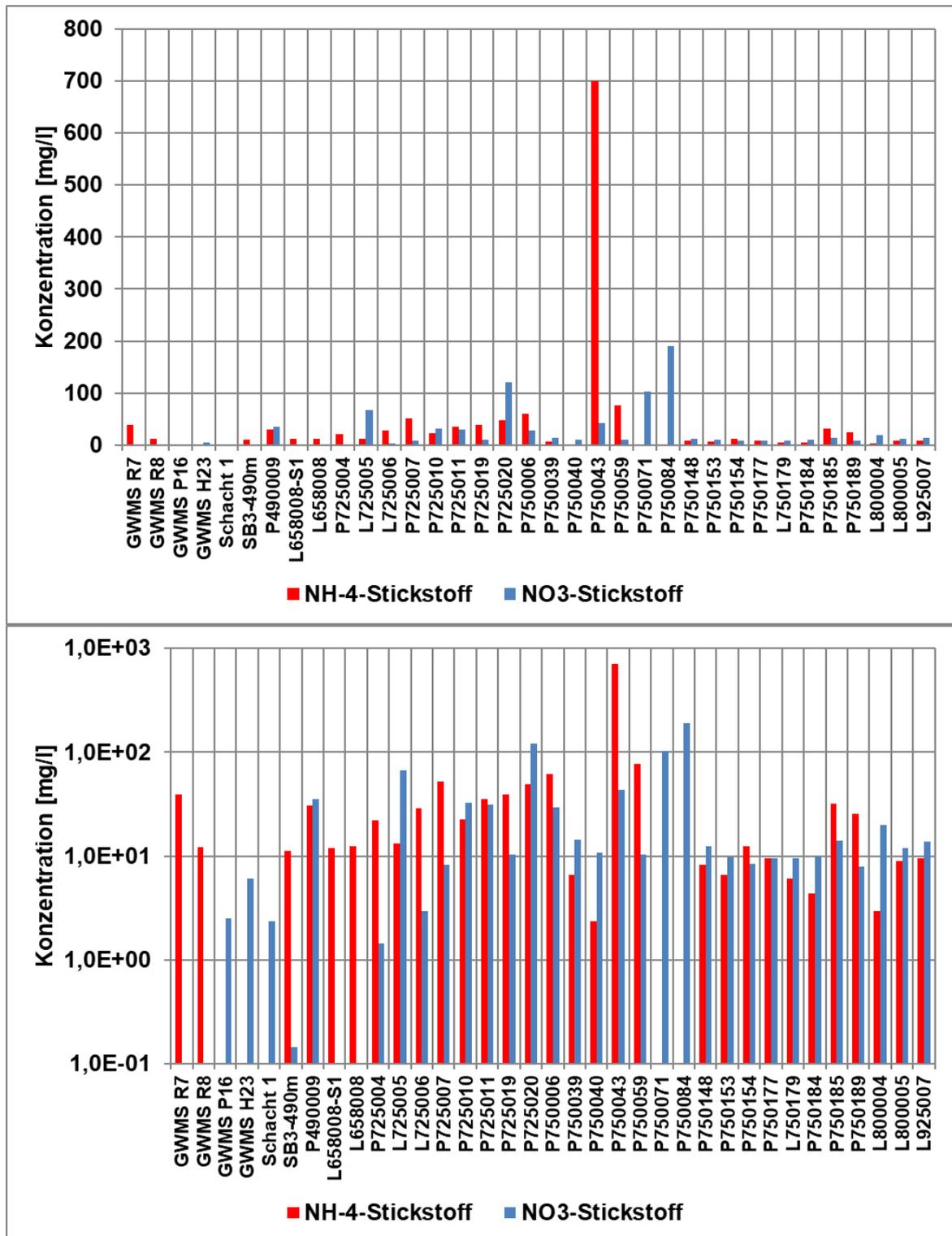


Abbildung 34: Ammonium-Stickstoff und Nitrat-Stickstoff-Messwerte aus der Charakterisierungs-
messung 2021

6.12 Eisen-II und Eisen-III

In der Abbildung 35 sind die Eisenkonzentrationen dargestellt, wobei die Balkenlänge die Gesamtgehalte darstellt und die farbigen Unterteilungen den Anteil der unterschiedlichen Oxidationsstufen (Fe-II/Fe-III) kennzeichnen. Deutliche Eisenkonzentrationen über 20 mg/l wurden in den Proben P75006, P750084, L725005, P725007, L750179 und P750184 und P750153 gemessen. In allen Fällen dominierte der Anteil von Fe(III). In den Proben P750071 und P750084, die auch durch erhöhte H-3- und Cs-137-Aktivitätskonzentrationen (s. Ergebnisse in Kapitel 7.2) charakterisiert sind, liegen keine Ergebnisse zu den Oxidationsstufen vor.

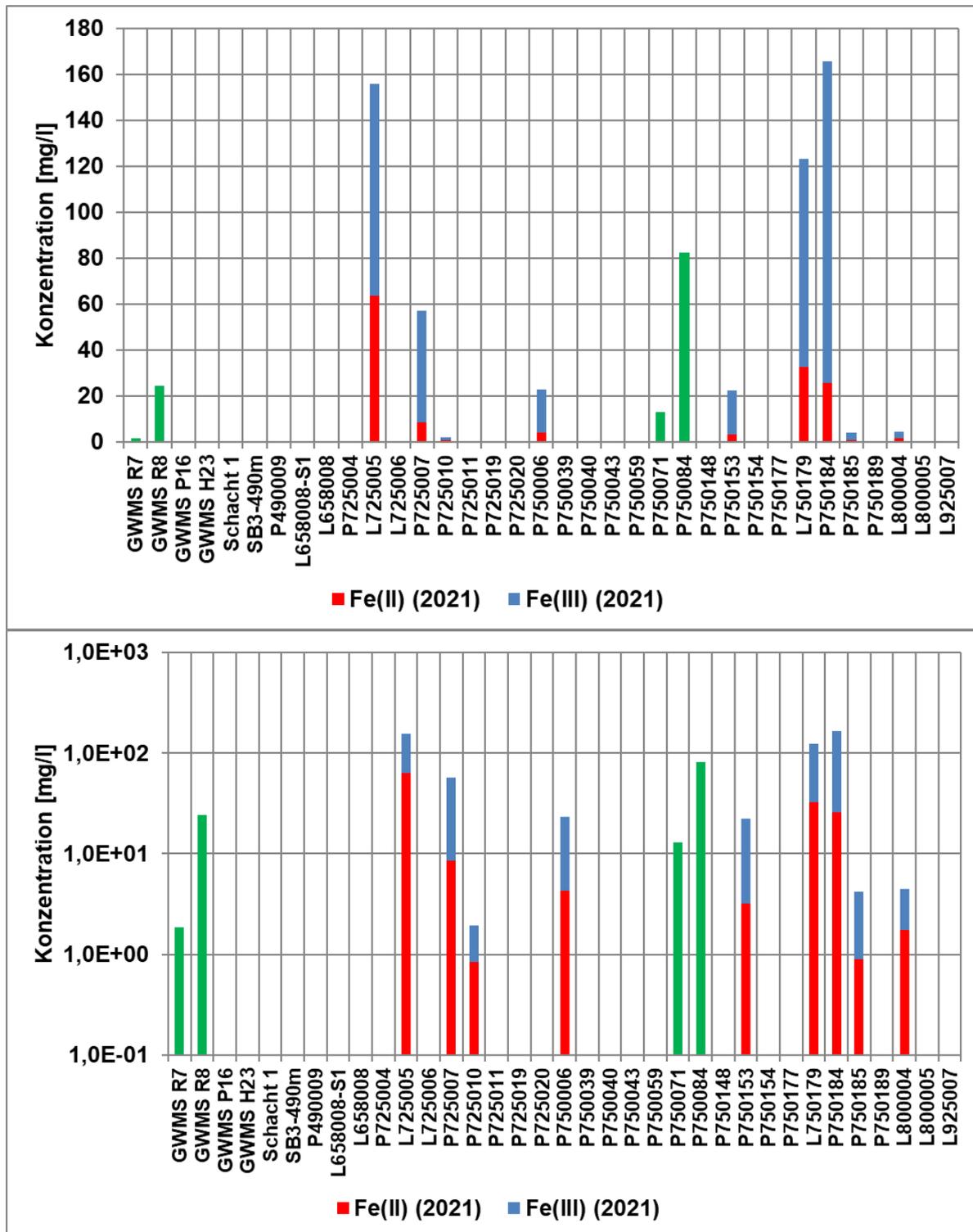


Abbildung 35: Eisen-II- und Eisen-III-Messwerte aus der Charakterisierungsmessung 2021, bei Grundwasserprobe, Probe P750071 und P750084 (grüner Balken) liegen keine Angaben zur Oxidationsstufe vor.

6.13 Kaliumhexacyanoferrat

In der Abbildung 35 sind die Kaliumhexacyanoferrat Messwerte von den Charakterisierungsmessungen 2021 und 2019 dargestellt. Die Bestimmungsgrenze von Kaliumhexacyanoferrat, das als Trennmittel eingesetzt wird, liegt bei 0,01 mg/l. Die 2021 durchgeführten 14 Messungen lieferten für 7 Probenahmestellen Messwerte, die zumeist an oder knapp über der Bestimmungsgrenze einzuordnen sind. Gegenüber 2019 sind keine signifikanten Änderungen zu erkennen. Am Messpunkt P490009 wurde ein etwas höherer Kaliumhexacyanoferrat Messwert von 0,38 mg/l nachgewiesen. 2019 konnte diese Messstelle jedoch nicht beprobt werden, so dass kein Vergleich mit 2019 möglich ist.

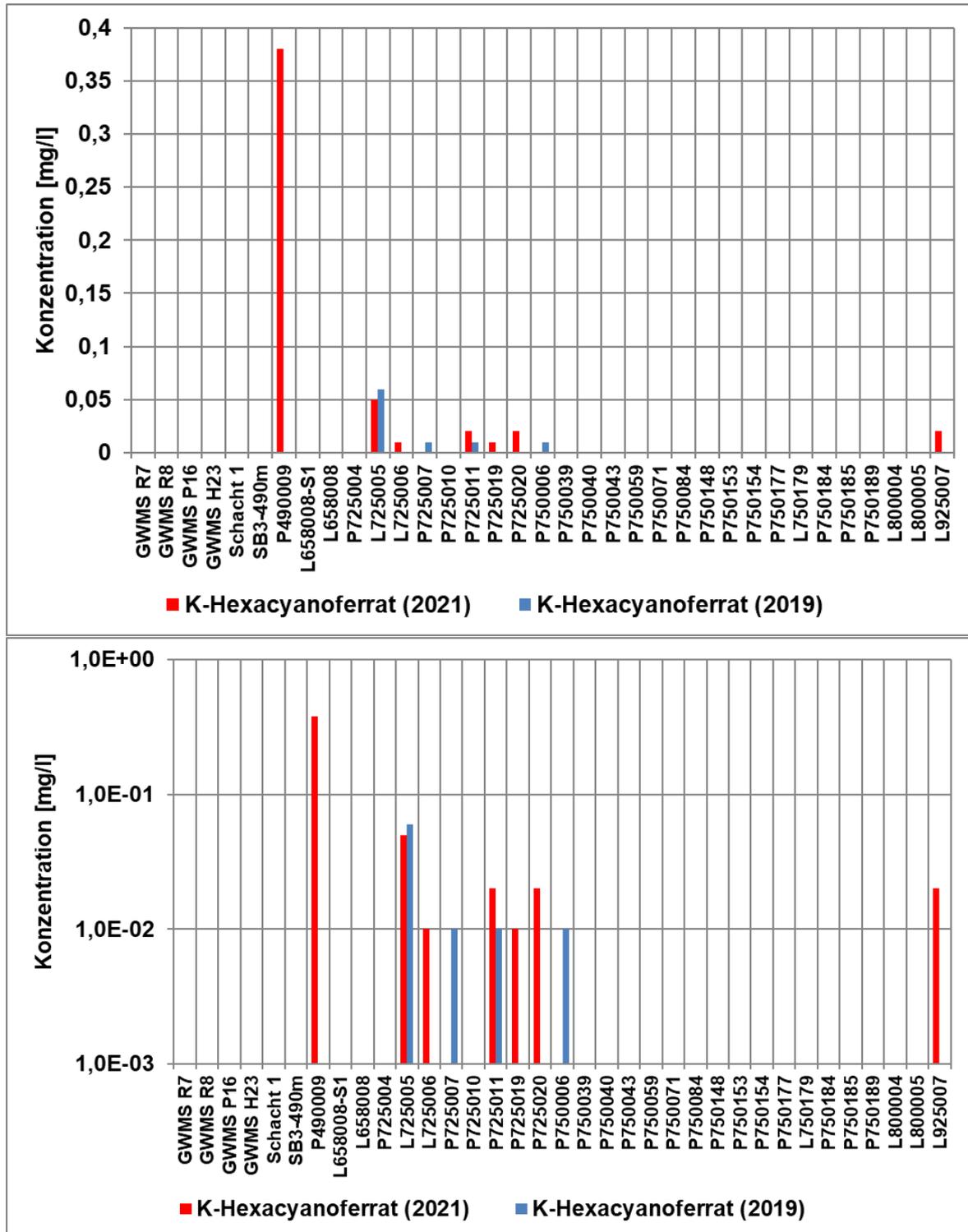


Abbildung 36: Kaliumhexacyanoferrat Messwerte aus der Charakterisierungsmessungen 2021 und 2019

6.14 Abschließende Diskussion der Ergebnisse der chemischen Analysen

Im Vergleich zu den Ergebnissen der Charakterisierungsmessung im Jahr 2021 haben sich die chemischen Zusammensetzungen sowie die Dichten der Salzlösungen an den meisten Messstellen praktisch nicht oder nur unwesentlich verändert. Wenn deutlichere Änderungen auftraten, sind diese möglicherweise auf Veränderungen in den jeweiligen Fassungsraten zurückzuführen, die auch die Verdunstungsprozesse und damit verknüpften Löslichkeitsgleichgewichte der unterschiedlichen Salze mehr oder minder stark beeinflussen.

Im Folgenden sollen vorrangig der zeitliche Verlauf der Konzentrationen bei den Messstellen P750071, P750043, P750084, an denen teils stark erhöhte radioaktive Salzlösungen auftreten, detaillierter diskutiert werden. Dazu werden auch noch die Ergebnisse der Charakterisierungsmessung von 2015 einbezogen.

Ergebnisse für Messstelle P75071 sind in der Abbildung 37 dokumentiert. In 2017 verringerten sich die Natrium- und Kaliumkonzentrationen, in 2019 waren sie jedoch wieder auf die Werte von 2015 angestiegen. In 2021 fällt der starke Anstieg der Kaliumkonzentration auf, wohingegen die Natriumkonzentration in etwa konstant geblieben ist. Bei der Mg- und Chloridkonzentration ist im zeitlichen Verlauf ein leicht abnehmender, bei der Sulfatkonzentration ein leicht zunehmender Trend zu verzeichnen. Es bleibt abzuwarten, ob sich zukünftig größere Veränderungen in der Lösungszusammensetzung manifestieren werden.

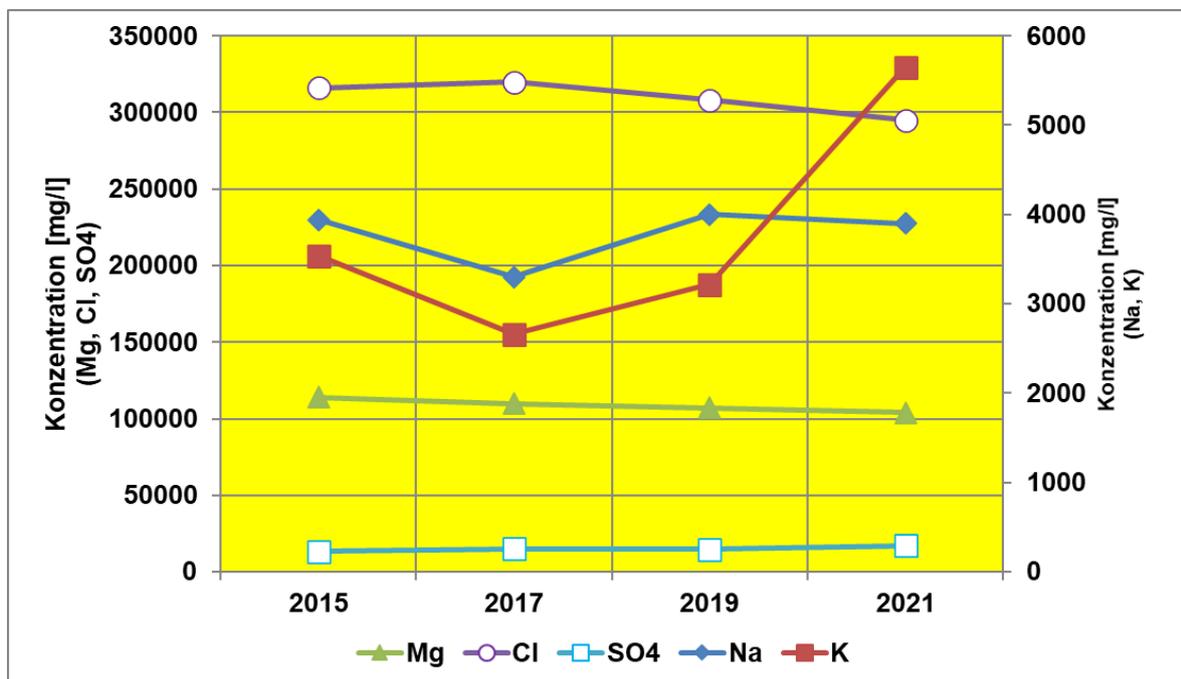


Abbildung 37: Zeitlicher Verlauf der Konzentrationen der Hauptionen bei Messstelle P750071

Bei Messstelle P750043 (s. Abbildung 38) war zwischen 2015 und 2019 eine Verringerung der Na-Konzentration zu beobachten. In 2021 stieg diese wieder an. Die Konzentrationen von Kalium, Magnesium, Chlorid und Sulfat verringerten sich etwas in 2021. Diese Veränderungen der Hauptionenkonzentration kann mit den baulichen Veränderungen im Jahr 2017 im Rahmen der Zusammenlegung der Messstellen P750044 und P750043 zur neuen Mess-

stelle P75043 zusammenhängen. Die in 2021 gemessene Ammoniumkonzentration an der Messstelle ist mit 850 mg/l weiterhin als sehr hoch zu charakterisieren (s. Abbildung 32).

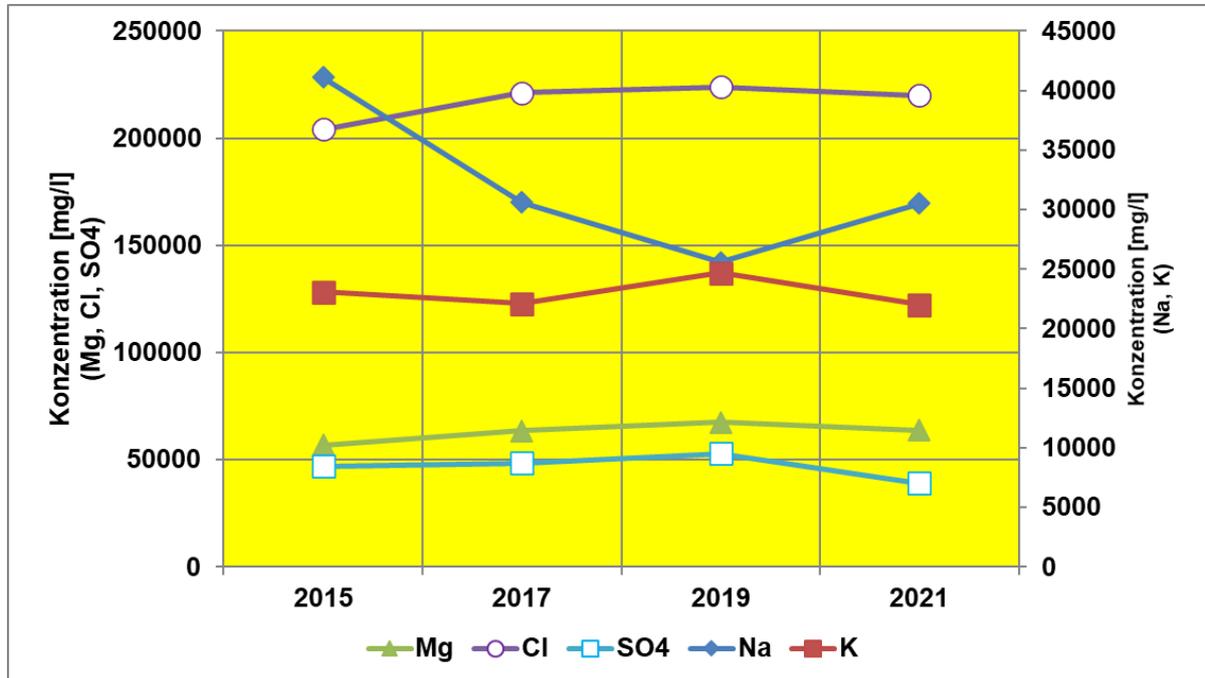


Abbildung 38: Zeitlicher Verlauf der Konzentrationen der Hauptionen bei Messstelle P750043

Die in den Proben von der Messstelle P750084 (s. Abbildung 39) ermittelten Konzentrationen der Hauptionen sind seit 2015 als nahezu unveränderlich zu charakterisieren. Eine Ausnahme bildet jedoch die Kaliumkonzentration in 2017, wobei ab 2019 wieder das Niveau von 2015 erreicht wurde. Die Salzlösungen von dieser Messstelle sind durch gleichbleibend hohe Nitratkonzentrationen (in 2021 843 mg/l) gekennzeichnet (s. Abbildung 33).

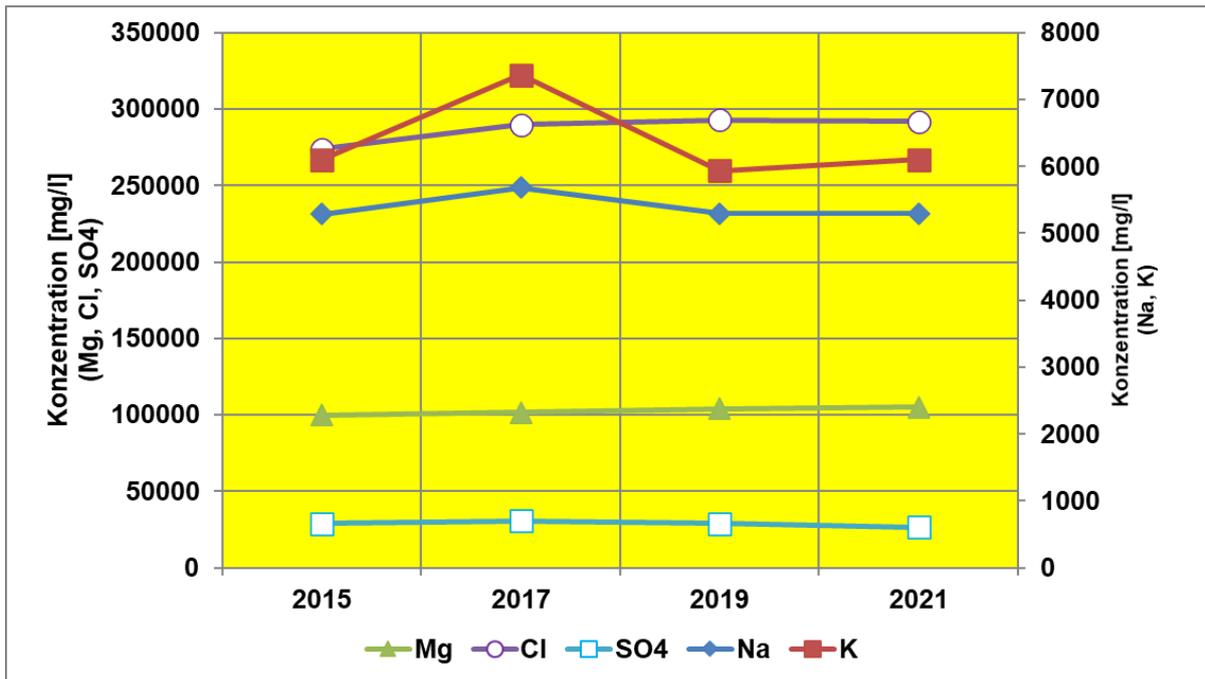


Abbildung 39: Zeitlicher Verlauf der Konzentrationen der Hauptionen bei Messstelle P750084

7 Ergebnisse der radiologischen Laboranalysen

7.1 Vorbemerkung zu den radiologischen Messergebnissen

Die Messergebnisse der radiologischen Messungen sind in dem Anhang B zusammengestellt. Die Tabellen enthalten auch die Nachweisgrenzen (NWG) der jeweiligen Messung. Für Messwerte $> \text{NWG}$ ist die erweiterte, kombinierte Standardmessunsicherheit mit einem Erweiterungsfaktor von $k=2$ (2σ) mit angegeben, was einem Vertrauensniveau von ca. 95 % entspricht. Die kombinierte Standardmessunsicherheit setzt sich zusammen aus der Unsicherheit, die durch die Zählstatistik bedingt ist, sowie aus den Unsicherheiten des Kalibrierfaktors und der chemischen Ausbeute.

Die NWG kennzeichnet den kleinsten Wert der Messgröße, zu dem die möglichen Messwerte höchstens mit einer Wahrscheinlichkeit β unterhalb des Wertes der Erkennungsgrenze liegen. Dieser kleinste Wert der Messgröße kann somit mit dem gewählten Messverfahren mit einer statistischen Sicherheit von $1 - \beta$ nachgewiesen werden. Eine besser verständliche Definition bezeichnet die Nachweisgrenze als den Wert der Messgröße, der zuverlässig gemessen werden kann.

Die jeweiligen Verfahrensbeschreibungen beinhalten die Diskussion zur Anwendbarkeit des Verfahrens, das Verfahrensprinzip, eine Beschreibung der radiochemischen Trennung, die Beschreibung des Messprinzips, die Berechnung der Analyseenergebnisse und deren Gesamtmessunsicherheit sowie die Berechnung erreichbarer Nachweisgrenzen. Die akkreditierten Messverfahren der IAF [10] zu gammaspektrometrischen Untersuchungen sind in Übereinstimmung mit den vom BfS benutzten Analysemethoden für die Gammaspektrometrie. Diese sind im Anhang C des BfS Berichts von 2015 [6] zur "Beprobung und Analyse von Salzlösungen und Grundwässern 2015 – Schachtanlage Asse II" dokumentiert worden (s.a. [7]).

7.2 Tabellarische Zusammenstellung der radiologischen Messwerte

Die radiologischen Messwerte für die Salzlösungen und Grundwasserproben sind im vollen Umfang in dem Anhang B zusammengestellt. Die nachfolgenden Tabellen 7 bis 13 enthalten Auszüge daraus und sind nach Möglichkeit so gruppiert, dass Zusammenhänge der Radioaktivitätsverteilungen auf die charakteristischen Radionuklide bestmöglich extrahiert werden können. In dem Kapitel 7.3 wird Diskussion der radiologischen Messergebnisse gegeben, wobei auch auf die Ergebnisse früherer Messungen mit eingegangen wird.

Tabelle 7: Zusammenstellung der relevanten Radionuklidkonzentrationen in Salzlösungen und in Grundwässern (H-3, C-14 und K-40), gemessen in Bq/l, eine vollständige Zusammenstellung aller Messwerte mit den entsprechenden Messunsicherheiten befindet sich in dem Anhang B

Entnahmestelle	H-3	C-14 gesamt	C-14 anorganisch	K-40
GWMS R7	< NWG	n.a.	< NWG	40,1
GWMS R8	< NWG	n.a.	< NWG	14,5
GWMS P16	0,57	n.a.	< NWG	< NWG
GWMS H23	0,44	n.a.	< NWG	< NWG
Schacht 1	0,52	n.a.	< NWG	< NWG
SB3	< NWG	n.a.	n.a.	90,0
P490009	252	n.a.	n.a.	840
L658008-S1	< NWG	n.a.	n.a.	94,8
L658008	< NWG	< NWG	< NWG	93,1
P725004	44	n.a.	n.a.	283
L725005	102	n.a.	n.a.	29,9
L725006	51	< NWG	0,072	385
P725007	1830	n.a.	n.a.	524
P725010	150	n.a.	n.a.	380
P725011	500	n.a.	n.a.	320
P725019	49	n.a.	n.a.	342
P725020	3190	n.a.	n.a.	498
P750006	8530	2,56	< NWG	437
P750039	31	n.a.	n.a.	97,8
P750040	37	n.a.	n.a.	85,8
P750043	964000	192	6,5	681
P750059	30	n.a.	n.a.	515
P750071	6040	3,5	0,61	179
P750084	335000	42,3	1,35	173
P50148	< NWG	n.a.	n.a.	323
P750153	7,3	n.a.	n.a.	349
P750154	< NWG	n.a.	n.a.	474
P750177	12	n.a.	n.a.	193
L750179	< NWG	n.a.	n.a.	182
P750184	20	< NWG	< NWG	136
P750185	4,8	n.a.	n.a.	411
P750189	3,2	n.a.	n.a.	479
L800004	68	n.a.	n.a.	29,4
L800005	71	n.a.	n.a.	132
L925007	857	< NWG	< NWG	81,3

n.a.: nicht analysiert

Tabelle 8: Wie Tabelle 7, jedoch für Co-60, Sr-90, Tc-99 und Cs-137

Entnahmestelle	Co-60	Sr-90	Tc-99	Cs-137
GWMS R7	< NWG	n.a.	n.a.	< NWG
GWMS R8	< NWG	n.a.	n.a.	< NWG
GWMS P16	< NWG	n.a.	n.a.	< NWG
GWMS H23	< NWG	n.a.	n.a.	< NWG
Schacht 1	< NWG	n.a.	n.a.	< NWG
SB3	< NWG	n.a.	n.a.	< NWG
P490009	< NWG	n.a.	n.a.	< NWG
L658008-S1	< NWG	n.a.	n.a.	< NWG
L658008	< NWG	< NWG	n.a.	< NWG
P725004	< NWG	n.a.	n.a.	< NWG
L725005	< NWG	n.a.	n.a.	< NWG
L725006	< NWG	n.a.	n.a.	< NWG
P725007	< NWG	n.a.	n.a.	1,6
P725010	< NWG	n.a.	n.a.	< NWG
P725011	< NWG	n.a.	n.a.	< NWG
P725019	< NWG	n.a.	n.a.	< NWG
P725020	< NWG	n.a.	n.a.	1,5
P750006	< NWG	< NWG	n.a.	0,19
P750039	< NWG	n.a.	n.a.	< NWG
P750040	< NWG	n.a.	n.a.	< NWG
P750043	< NWG	< NWG	< NWG	6980
P750059	< NWG	n.a.	n.a.	< NWG
P750071	< NWG	< NWG	1,8	9930
P750084	0,71	< NWG	14,5	94400
P750148	< NWG	n.a.	n.a.	< NWG
P750153	< NWG	n.a.	n.a.	< NWG
P750154	< NWG	n.a.	n.a.	< NWG
P750177	< NWG	n.a.	n.a.	< NWG
L750179	< NWG	n.a.	n.a.	< NWG
P750184	< NWG	n.a.	n.a.	< NWG
P750185	< NWG	n.a.	n.a.	< NWG
P750189	< NWG	n.a.	n.a.	< NWG
L800004	< NWG	n.a.	n.a.	< NWG
L800005	< NWG	n.a.	n.a.	< NWG
L925007	< NWG	< NWG	n.a.	0,52

n.a.: nicht analysiert

Tabelle 9: Wie Tabelle 7, jedoch für Ni-63, Pu-238, Pu-239/240 und Am-241

Entnahmestelle	Ni-63	Pu-238	Pu-239/240	Am-241
GWMS R7	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
GWMS R8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
GWMS P16	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
GWMS H23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Schacht 1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
SB3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
P490009	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
L658008-S1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
L658008	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
P725004	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
L725005	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
L725006	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
P725007	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
P725010	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
P725011	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
P725019	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
P725020	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
P750006	< NWG	n.a.	n.a.	n.a.
P750039	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
P750040	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
P750043	23,1	0,0014	0,0019	0,012
P750059	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
P750071	194	0,0028	0,00088	0,0016
P750084	837	< NWG	< NWG	0,0010
P750148	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
P750153	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
P750154	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
P750177	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
L750179	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
P750184	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
P750185	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
P750189	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
L800004	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
L800005	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
L925007	< NWG	< NWG	< NWG	< NWG

n.a.: nicht analysiert

Tabelle 10: Wie Tabelle 7, jedoch für Pb-210, Po-210, Ra-224, Ra-226 und Ra-228

Entnahmestelle	Pb-210	Po-210	Ra-224	Ra-226	Ra-228
GWMS R7	0,131	0,0518	< NWG	11,0	0,435
GWMS R8	< NWG	0,006	< NWG	0,939	0,060
GWMS P16	0,0068	0,0052	n.a.	0,011	0,0076
GWMS H23	< NWG	0,0015	n.a.	0,015	< NWG
Schacht 1	< NWG	0,0028	n.a.	0,0070	< NWG
SB3	n.a.	n.a.	n.a.	0,234	0,524
P490009	0,082	0,023	n.a.	< NWG	< NWG
L658008-S1	0,047	0,0026	1,44	0,239	0,540
L658008	0,048	< NWG	2,05	0,242	0,558
P725004	n.a.	n.a.	n.a.	0,010	< NWG
L725005	n.a.	n.a.	n.a.	< NWG	< NWG
L725006	n.a.	n.a.	n.a.	< NWG	< NWG
P725007	n.a.	n.a.	n.a.	0,0083	< NWG
P725010	n.a.	n.a.	n.a.	0,0077	< NWG
P725011	n.a.	n.a.	n.a.	0,011	< NWG
P725019	0,043	< NWG	n.a.	0,025	< NWG
P725020	n.a.	n.a.	n.a.	< NWG	< NWG
P750006	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
P750039	n.a.	n.a.	n.a.	< NWG	0,021
P750040	0,358	0,037	n.a.	0,012	< NWG
P750043	2,10	0,454	n.a.	< NWG	< NWG
P750059	6,54	< NWG	n.a.	< NWG	< NWG
P750071	0,738	0,042	n.a.	< NWG	0,031
P750084	2,60	0,137	n.a.	< NWG	< NWG
P750148	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
P750153	0,437	0,057	n.a.	0,016	< NWG
P750154	0,344	< NWG	n.a.	< NWG	< NWG
P750177	0,401	< NWG	n.a.	0,0072	< NWG
L750179	0,350	0,050	n.a.	0,023	< NWG
P750184	1,40	1,44	n.a.	0,032	< NWG
P750185	3,69	< NWG	n.a.	0,017	0,028
P750189	1,24	< NWG	< NWG	0,010	0,049
L800004	3,21	1,13	< NWG	< NWG	< NWG
L800005	0,383	< NWG	n.a.	< NWG	< NWG
L925007	1,32	0,710	n.a.	0,016	0,113

n.a.: nicht analysiert

Tabelle 11: Wie Tabelle 7, jedoch für Th-232, Th-230 und Th-228

Entnahmestelle	Th-232	Th-230	Th-228
GWMS R7	n.a.	n.a.	n.a.
GWMS R8	n.a.	n.a.	n.a.
GWMS P16	n.a.	n.a.	n.a.
GWMS H23	n.a.	n.a.	n.a.
Schacht 1	n.a.	n.a.	n.a.
SB3	n.a.	n.a.	n.a.
P490009	n.a.	n.a.	n.a.
L658008-S1	< NWG	< NWG	0,012
L658008	< NWG	< NWG	< NWG
P725004	n.a.	n.a.	n.a.
L725005	n.a.	n.a.	n.a.
L725006	< NWG	< NWG	< NWG
P725007	n.a.	n.a.	n.a.
P725010	n.a.	n.a.	n.a.
P725011	< NWG	< NWG	< NWG
P725019	< NWG	< NWG	< NWG
P725020	< NWG	< NWG	< NWG
P750006	n.a.	n.a.	n.a.
P750039	n.a.	n.a.	n.a.
P750040	< NWG	< NWG	0,0095
P750043	< NWG	< NWG	< NWG
P750059	< NWG	< NWG	< NWG
P750071	< NWG	0,0094	0,009
P750084	< NWG	0,015	0,012
P750148	n.a.	n.a.	n.a.
P750153	n.a.	n.a.	n.a.
P750154	n.a.	n.a.	n.a.
P750177	n.a.	n.a.	n.a.
L750179	< NWG	0,0041	0,0106
P750184	< NWG	0,011	0,0078
P750185	< NWG	< NWG	0,0065
P750189	< NWG	< NWG	0,0056
L800004	n.a.	n.a.	n.a.
L800005	n.a.	n.a.	n.a.
L925007	< NWG	< NWG	0,064

n.a.: nicht analysiert

Tabelle 12: Wie Tabelle 7, jedoch für U-238, U-235 und U-234

Entnahmestelle	U-238	U-235	U-234
GWMS R7	< NWG	< NWG	< NWG
GWMS R8	< NWG	< NWG	< NWG
GWMS P16	0,025	0,0010	0,052
GWMS H23	0,021	0,00090	0,055
Schacht 1	0,150	0,0070	0,442
SB3	0,006	< NWG	0,010
P490009	0,055	< NWG	0,061
L658008-S1	0,005	< NWG	0,016
L658008	0,005	< NWG	0,011
P725004	0,031	< NWG	0,051
L725005	0,032	< NWG	0,045
L725006	0,039	< NWG	0,042
P725007	0,022	< NWG	0,029
P725010	0,012	< NWG	0,017
P725011	0,033	< NWG	0,053
P725019	0,068	0,0030	0,120
P725020	0,074	0,0030	0,113
P750006	n.a.	n.a.	n.a.
P750039	n.a.	n.a.	n.a.
P750040	0,017	< NWG	0,026
P750043	0,0070	< NWG	0,0079
P750059	0,012	< NWG	0,022
P750071	0,007	< NWG	0,013
P750084	0,021	< NWG	0,022
P750148	n.a.	n.a.	n.a.
P750153	0,023	< NWG	0,048
P750154	0,015	< NWG	0,014
P750177	0,017	< NWG	0,017
L750179	0,012	< NWG	0,025
P750184	0,035	< NWG	0,107
P750185	0,010	< NWG	0,045
P750189	0,008	< NWG	0,015
L800004	0,042	< NWG	0,076
L800005	0,037	< NWG	0,038
L925007	0,099	0,0040	0,097

n.a.: nicht analysiert

Tabelle 13: Wie Tabelle 7, jedoch für Ra-228 und Th-228.

Entnahmestelle	Ra-228	Th-228
GWMS R7	0,435	n.a.
GWMS R8	0,060	n.a.
GWMS P16	0,0076	n.a.
GWMS H23	< NWG	n.a.
Schacht 1	< NWG	n.a.
SB3	0,524	n.a.
P490009	< NWG	n.a.
L658008-S1	0,540	0,012
L658008	0,558	< NWG
P725004	< NWG	n.a.
L725005	< NWG	n.a.
L725006	< NWG	< NWG
P725007	< NWG	n.a.
P725010	< NWG	n.a.
P725011	< NWG	< NWG
P725019	< NWG	< NWG
P725020	< NWG	< NWG
P750006	n.a.	n.a.
P750039	0,021	n.a.
P750040	< NWG	0,0095
P750043	< NWG	< NWG
P750059	< NWG	< NWG
P750071	0,031	0,009
P750084	< NWG	0,012
P750148	n.a.	n.a.
P750153	< NWG	n.a.
P750154	< NWG	n.a.
P750177	< NWG	n.a.
L750179	< NWG	0,0106
P750184	< NWG	0,0078
P750185	0,028	0,0065
P750189	0,049	0,0056
L800004	< NWG	n.a.
L800005	< NWG	n.a.
L925007	0,113	0,064

n.a.: nicht analysiert

7.3 Diskussion der radiologischen Messergebnisse

7.3.1 Vorbemerkung zu den aliquotierten Proben

In allen Proben ist K-40 in mehr oder minder großen Aktivitätskonzentrationen durch radiologische Messungen nachgewiesen worden. Da das natürliche Kalium zu 0,012% aus dem radioaktiven Isotop K-40 besteht, sind die jeweiligen Analysenergebnisse besonders gut geeignet zu überprüfen, ob die Aliquotierung des Probenmaterials für die chemischen und radiologischen Untersuchungen im Jahre 2021 zu keinen sichtlichen Diskrepanzen geführt hat. In der Abbildung 40 sind die entsprechenden Ergebnisse dargestellt. Es ist zu erkennen, dass die Ergebnisse der jeweiligen Messmethoden sehr gut übereinstimmen, so dass damit auch die Repräsentativität der aliquotierten Proben nachgewiesen ist.

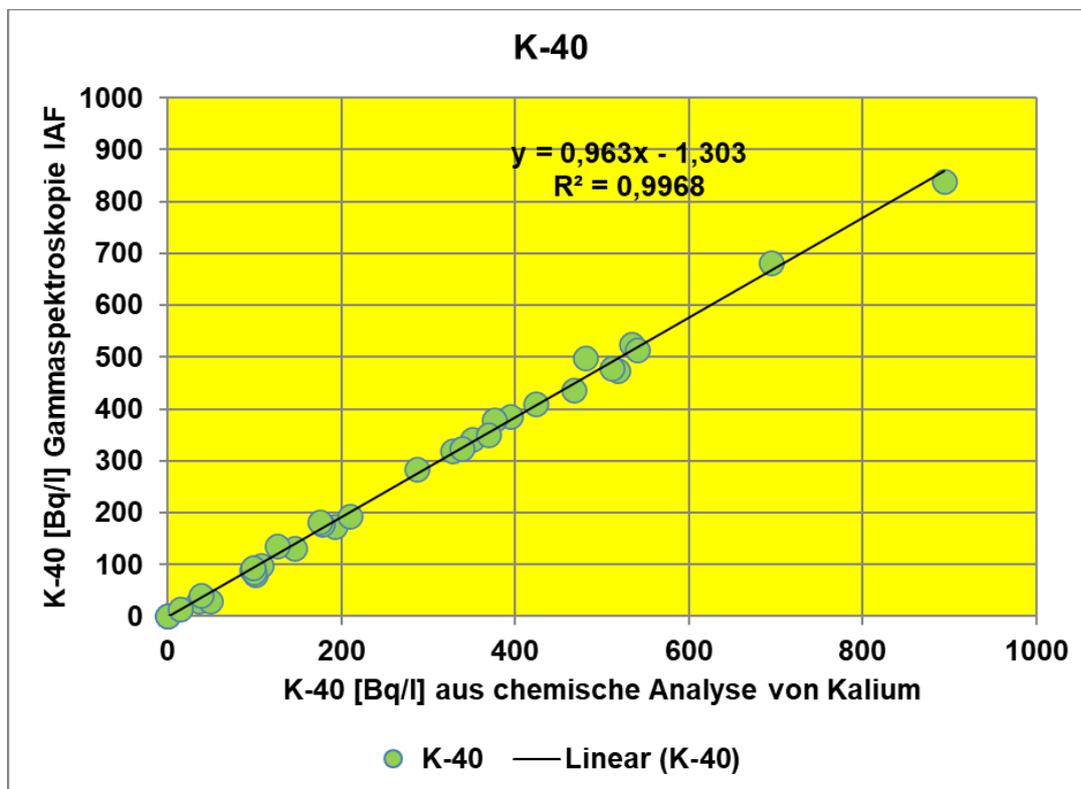


Abbildung 40: Vergleich der mit der gammaspektrometrischen Methode bestimmten K-40-Aktivitätskonzentration in den untersuchten Proben mit den aus der chemischen Analyse folgenden K-40 Konzentration aus der Bestimmung der K-Konzentration bei Berücksichtigung, dass Kalium 0,012% des radioaktiven Isotop K-40 enthält.

In der Abbildung 41 sind in den ausgewählten Proben für die Qualitätssicherung die jeweiligen Ergebnisse von IAF und BfS [12] (s. Anhang F) für K-40 miteinander verglichen. Die sehr gute Übereinstimmung der entsprechenden K-40-Aktivitätskonzentrationen bedeutet, dass auch bei Analysen von weiteren Radionukliden von einem übereinstimmenden Probenmaterial auszugehen ist.

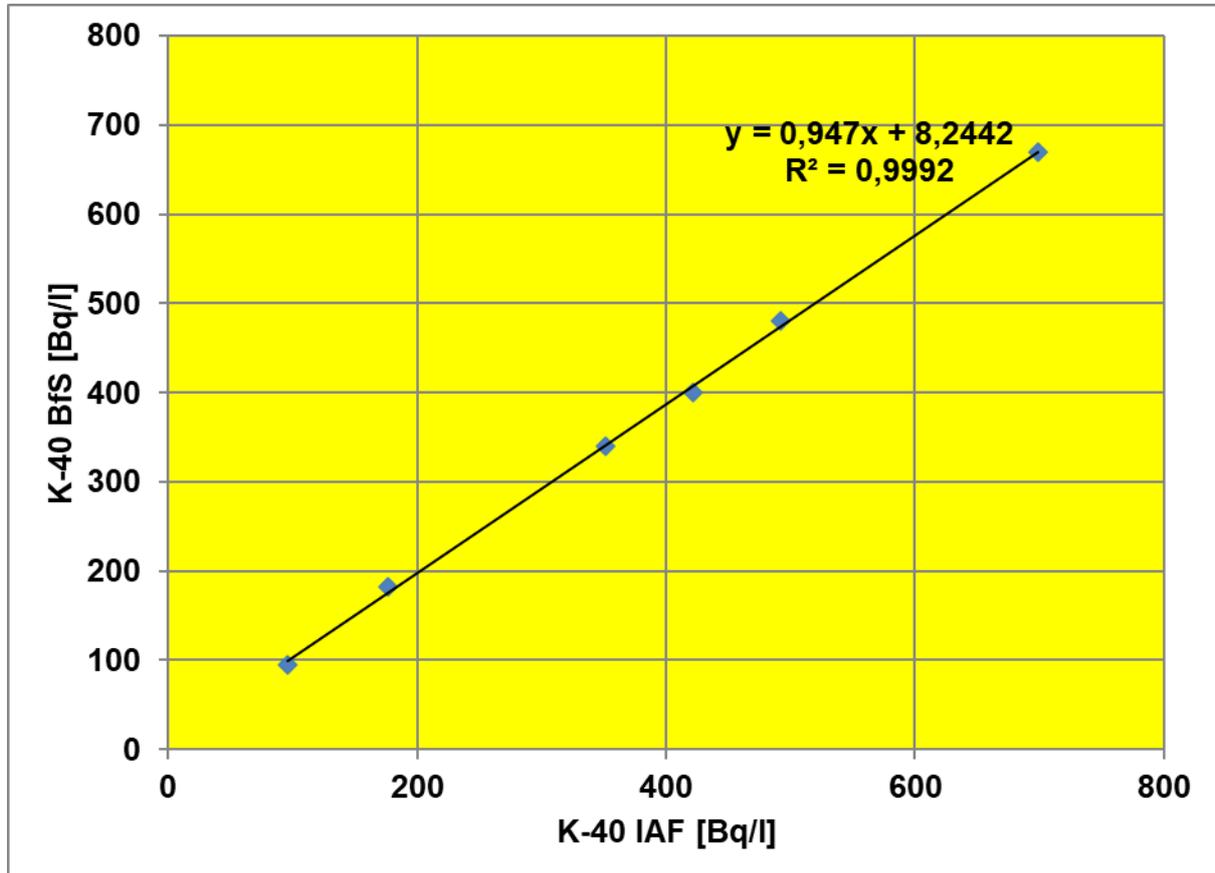


Abbildung 41: Vergleich der von IAF und BfS im Rahmen der Qualitätssicherung 2021 ausgewählten Proben (s. Anhang F) bestimmten Aktivitätskonzentrationen von K-40

In der Abbildung 42 sind die im Jahre 2021 bestimmten K-40-Aktivitätskonzentrationen mit den in 2019 bestimmten Werten verglichen. Das Korrelationsdiagramm dokumentiert, dass trotz guter Übereinstimmung im generellen Trend, an einzelnen Messstellen geringe Abweichungen der K-40-Aktivitätskonzentrationen festzustellen sind. Das scheint, wie bereits in Kapitel 6.4 (Kalium) diskutiert, auf mehr oder minder geringe chemische Veränderungen in den Salzlösungen an einigen Messstellen hinzudeuten.

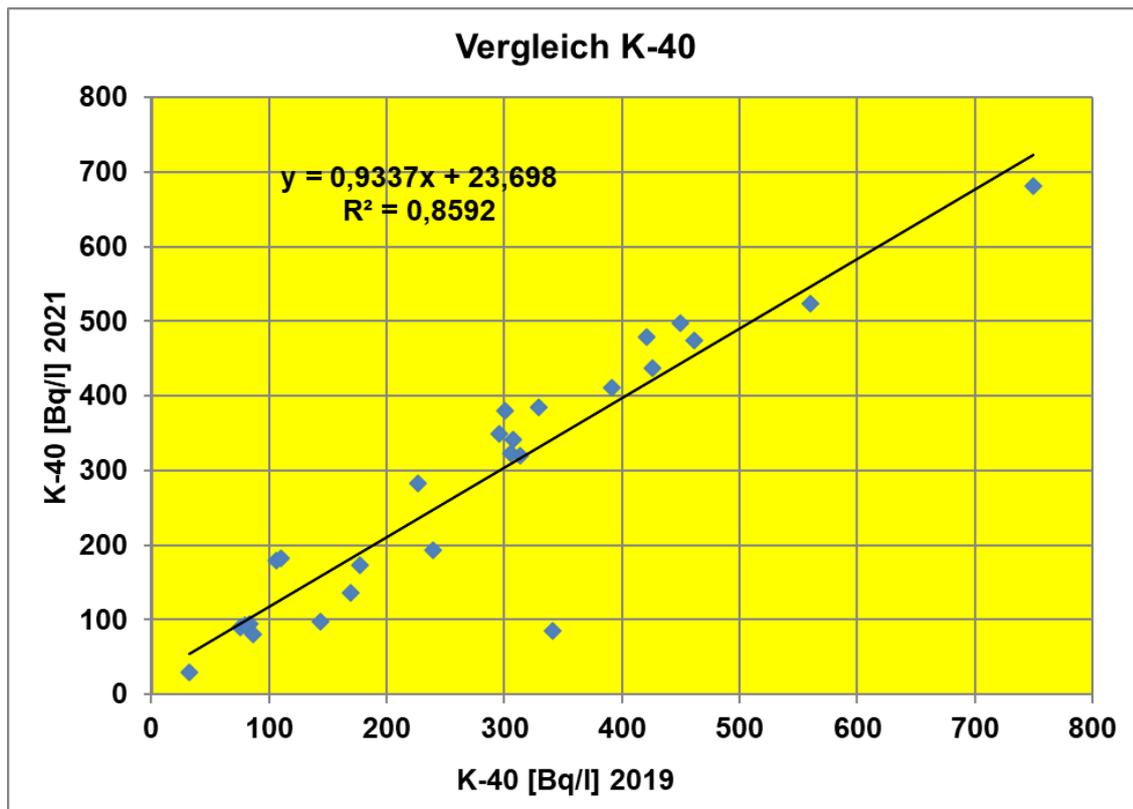


Abbildung 42: Vergleich der im Jahre 2021 und 2019 bestimmten K-40-Aktivitätskonzentrationen

In der Abbildung 43 sind die früheren Messergebnisse der K-40-Aktivitätskonzentrationen bis 2011, soweit sie vorlagen, grafisch dargestellt. Es ist zu erkennen, dass im Verlauf der Zeit auch an einigen anderen Messstellen die K-40-Aktivitätskonzentrationen stark variierten, jedoch der allgemeine Trend der Messwerte an jedem Messpunkt mehr oder weniger deutlich erkennbar erhalten bleibt.

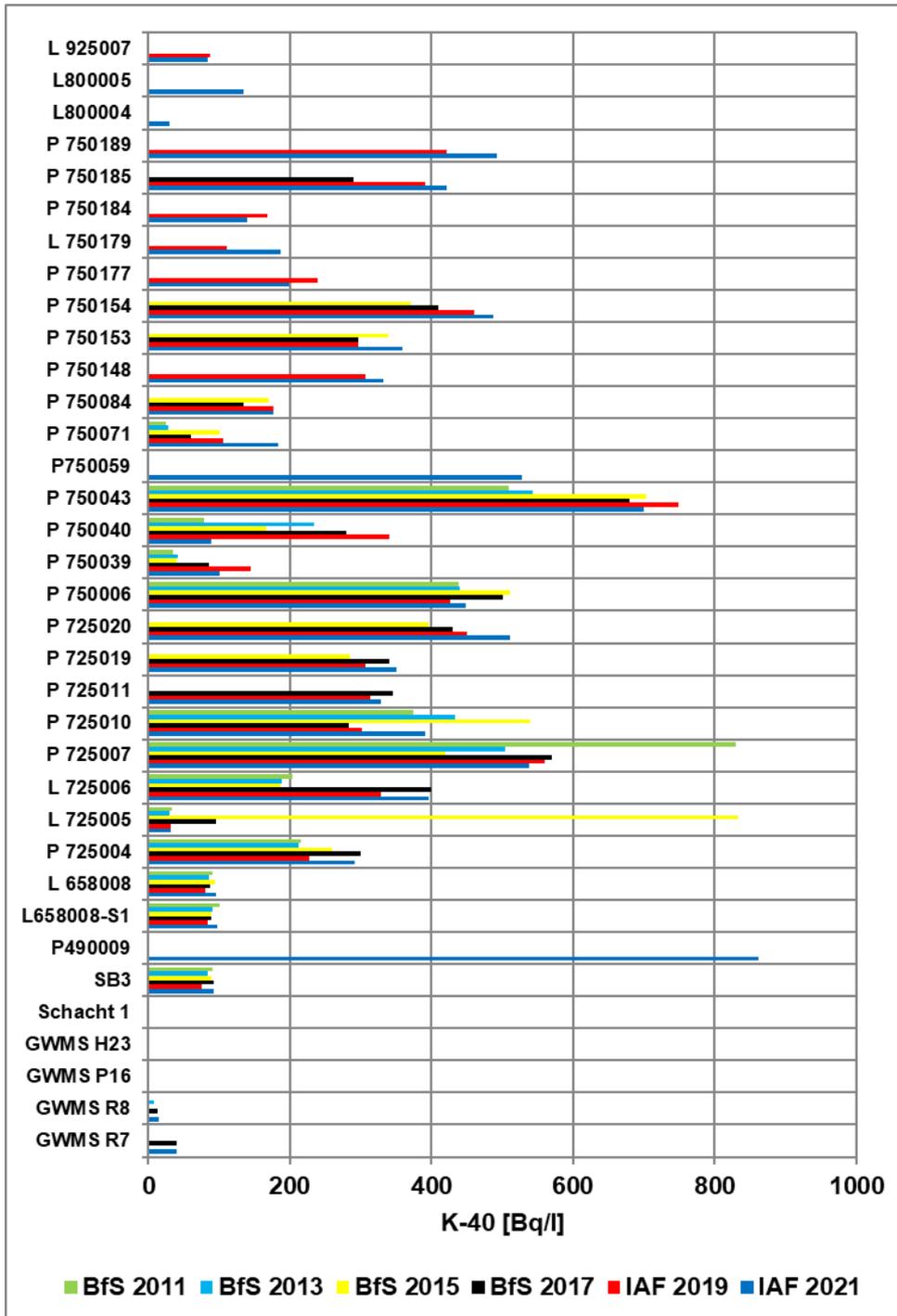


Abbildung 43: Zusammenstellung der Messergebnisse für K-40 ab 2011

7.3.2 Künstliche Radionuklide

7.3.2.1 Cs-137

In der Abbildung 44 sind die im Jahre 2021 bestimmten Cs-137-Aktivitätskonzentrationen mit den in 2019 bestimmten Werten verglichen. Das Korrelationsdiagramm dokumentiert im Mittel eine Abnahme der Cs-137-Aktivität an den Probenahmestellen. Die Abnahme ist deutlich größer als die durch den radioaktiven Zerfall von etwa 5%.

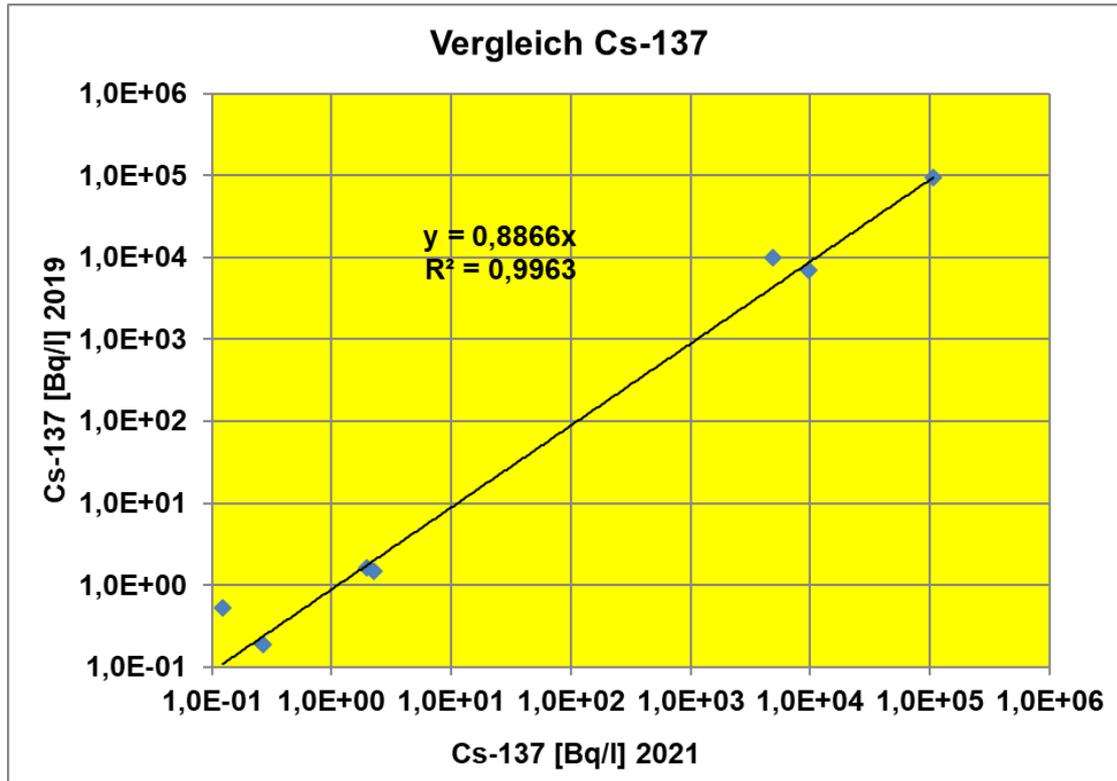


Abbildung 44: Vergleich der im Jahre 2021 und 2019 bestimmten Cs-137-Aktivitätskonzentrationen.

In den Grundwasserproben und der Probe von Schacht 1 wurden für Cs-137 keine Messwerte oberhalb der Nachweisgrenzen von rund 0,1 Bq/l ermittelt. An 7 von 35 Messstellen konnte Cs-137 in den jeweiligen Proben nachgewiesen werden.

In der Abbildung 45 sind alle vorliegenden Messergebnisse der Cs-137-Aktivitätskonzentrationen bis 2011 grafisch dargestellt (logarithmische Darstellung). Die höchsten Konzentrationen weisen die drei stärker kontaminierten Lösungen P750043, P750071 und P750084 auf. Bei den anderen Messstellen wurden Cs-137-Aktivitätskonzentrationen von bis wenigen Bq/l ermittelt.

Für die im Fokus stehenden drei stärker radioaktiv kontaminierten Messstellen wurde der zeitliche Verlauf der Cs-137-Aktivitätskonzentrationen in Abbildung 46 zur besseren Verdeutlichung detaillierter dargestellt. Die höchsten Cs-137-Aktivitätskonzentrationen wurden an der Messstelle P750084 gemessen. In 2021 wurde eine Cs-137-Aktivitätskonzentration von 94,4 kBq/l in 2021 ermittelt, was ungefähr den Ergebnissen der letzten Jahre entspricht. Auch die Vergleichsmessung von 2021 des BfS zur Qualitätssicherung [12] (s. Anhang F) ist in sehr guter Übereinstimmung mit dem von IAF analysierten Wert (BfS: 100 kBq/l). Bei

Messstelle P750043 ist seit 2013 ein abnehmender Trend zu beobachten, zuletzt von 9700 Bq/l in 2019 auf 6980 Bq/l in 2021 (BfS-Vergleichsmessung: 6960 Bq/l, s. [12]). Bei Probe P750071 ist der Trend hingegen zunehmend, zuletzt stieg die Cs-137-Aktivitätskonzentration von 4930 Bq/l in 2019 auf 9930 Bq/l in 2021 an.

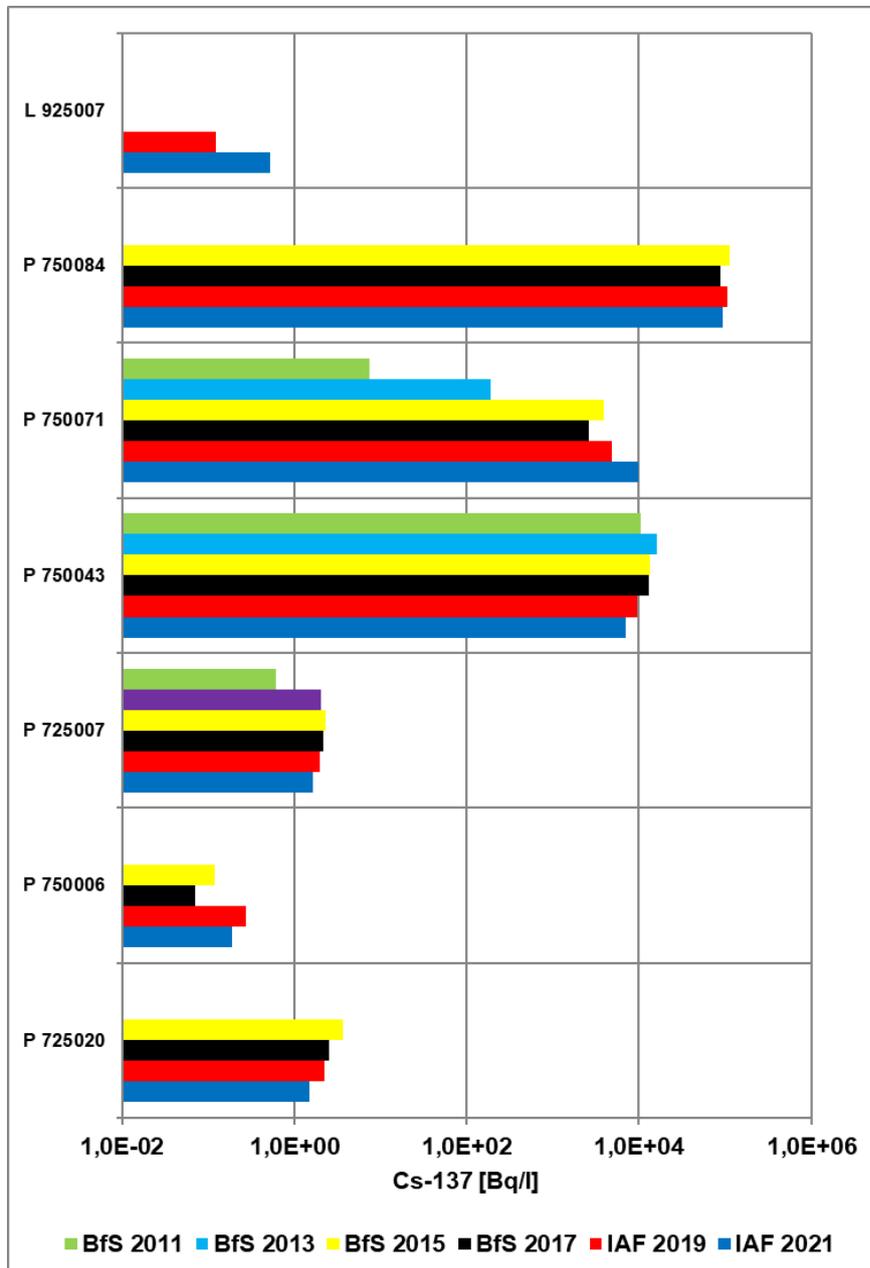


Abbildung 45: Zusammenstellung der Messergebnisse für Cs-137 ab 2011

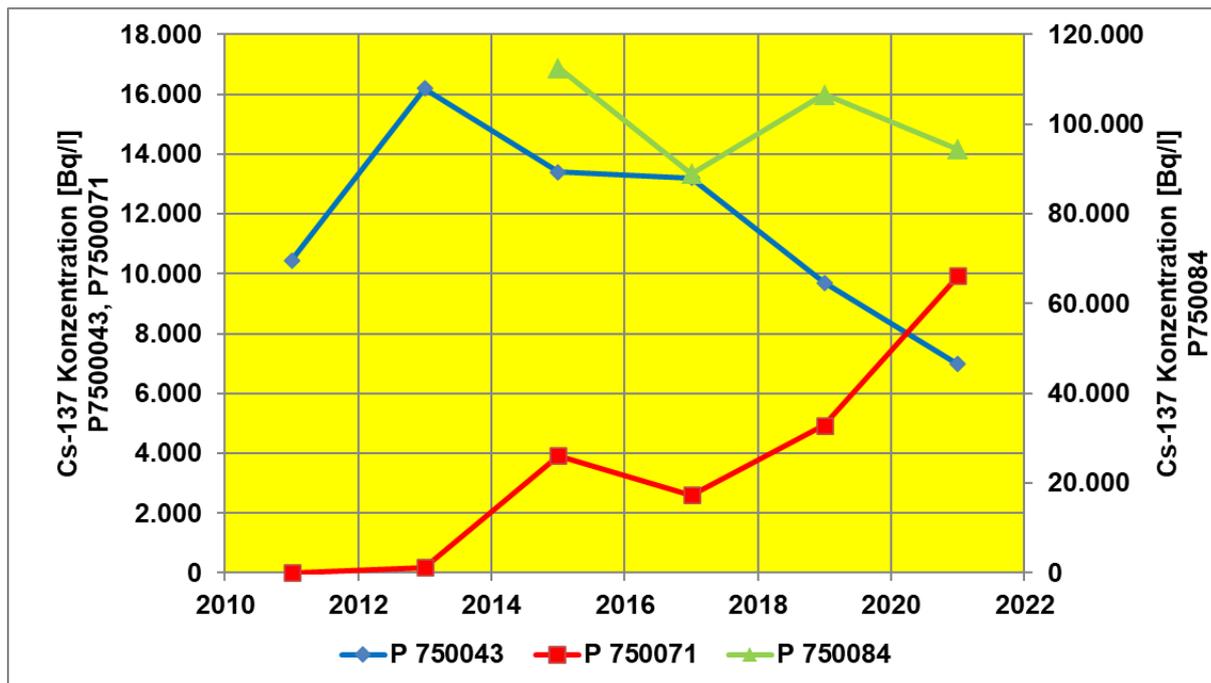


Abbildung 46: Zeitlicher Verlauf der Cs-137-Aktivitätskonzentrationen der drei stärker kontaminierten Messstellen P750043, P750071 und P750084

7.3.2.2 H-3

Tritium (H-3) liegt in Form von tritiiertem Wasser vor und kann deshalb als ungestörter Tracer sehr gut zur Beurteilung von Fließwegen durch radioaktiv kontaminierte Bereiche verwendet werden.

In der Abbildung 47 werden die im Jahre 2021 bestimmten H-3-Aktivitätskonzentrationen mit denen in 2019 ermittelten Werten verglichen. Das Korrelationsdiagramm dokumentiert im Mittel eine Abnahme der H-3-Aktivität an den Probenahmestellen. Diese Abnahme ist größer als die durch den radioaktiven Zerfall von etwa 11%.

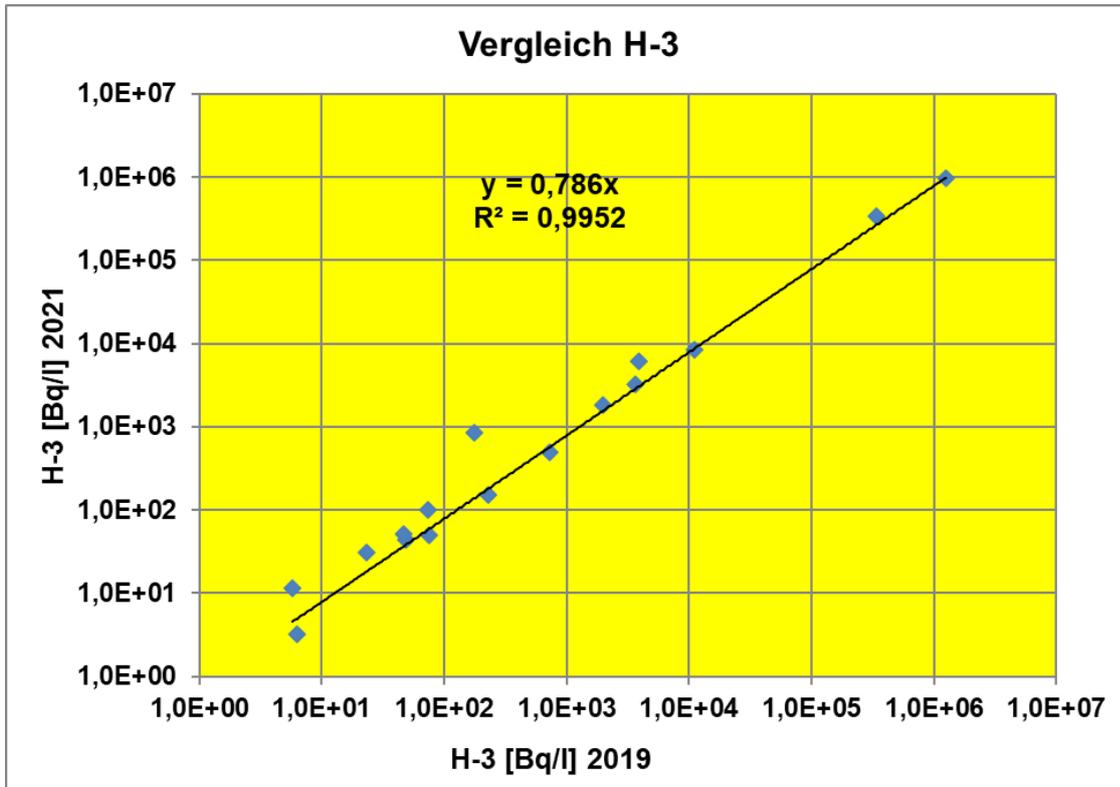


Abbildung 47: Vergleich der im Jahre 2021 bestimmten H-3-Aktivitätskonzentrationen mit den in 2019 bestimmten Werten.

Üblicherweise wurde die H-3-Aktivitätskonzentration mittels LSC-Messung nach Destillation ermittelt. Hierbei resultiert eine Nachweisgrenze von etwa 2 Bq/l. Bei den Grundwasserproben P16, H23 und von Schacht 1 wurde abweichend das Verfahren der elektrolytischen Aufkonzentrierung eingesetzt, wodurch eine Verbesserung der Nachweisgrenze auf etwa 0,1 Bq/l erreicht wird. Während bei den Messungen der anderen Grundwässer keine Messwerte oberhalb der Nachweisgrenzen erreicht wurden, konnten durch die Messung nach elektrolytischer Aufkonzentrierung bei den Proben P16, H23 und von Schacht 1 Messergebnisse im Bereich von 0,5 Bq/l ermittelt werden. Solche Werte sind typisch für Grund- und Oberflächenwässer und auf das natürlicherweise in der Atmosphäre gebildetem Tritium zurückzuführen.

An 27 von 35 Messstellen konnte H-3 in den Proben nachgewiesen werden. In der Abbildung 48 sind alle vorliegenden Messergebnisse der H-3-Aktivitätskonzentrationen bis 2011 grafisch dargestellt (logarithmische Darstellung). Die höchsten Aktivitätskonzentrationen im Bereich von einigen kBq/l bis zu 1 MBq/l weisen die drei stärker kontaminierten Lösungen P750043, P750071 und P750084 sowie Messstelle P750006 auf. Auch bei Messstellen auf der 725 m Sohle und bei Messstelle L925007 sind höhere H-3-Aktivitätskonzentrationen festzustellen.

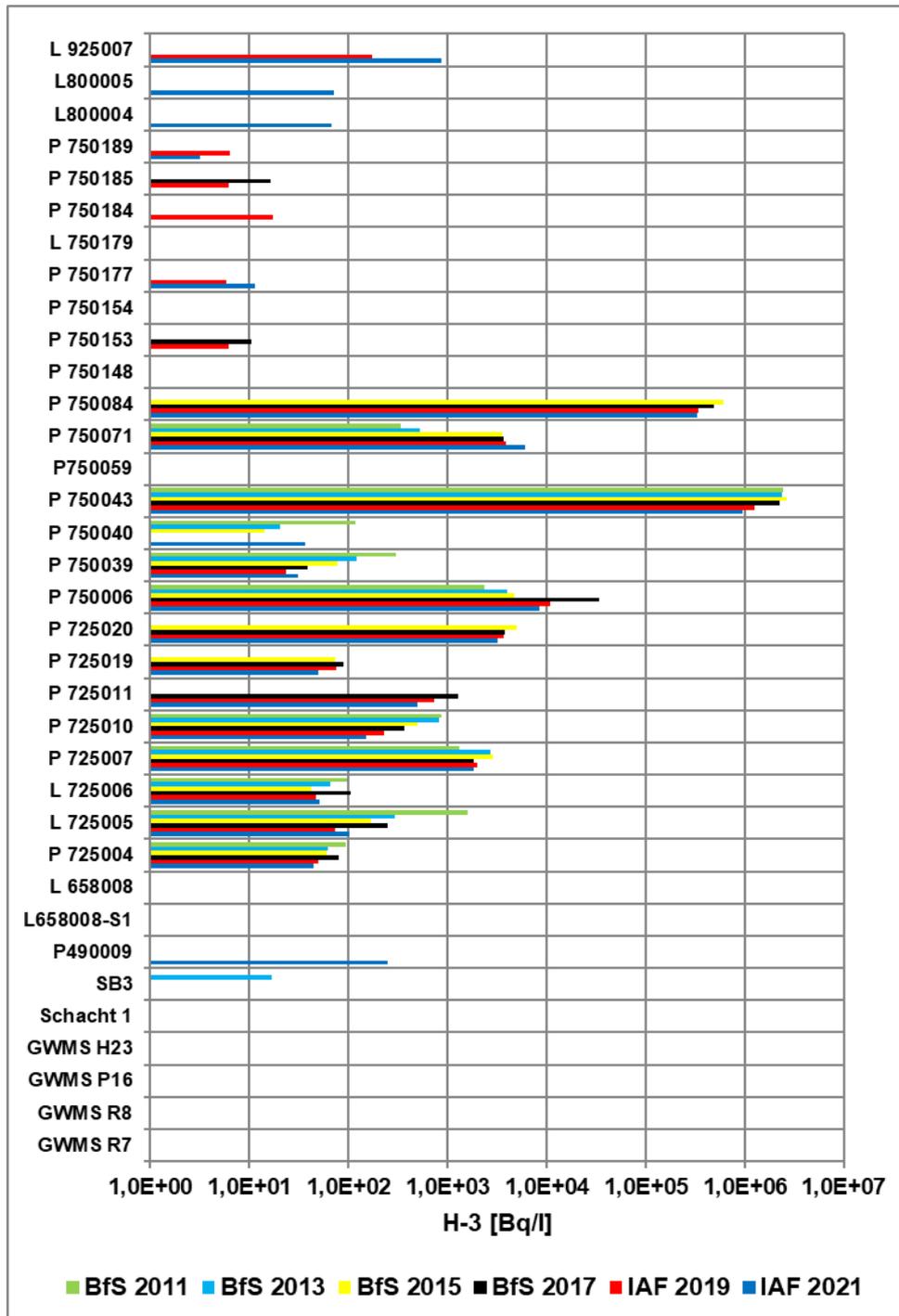


Abbildung 48: Zusammenstellung der Messergebnisse für H-3 ab 2011

Für die drei stärker radioaktiv kontaminierten Messstellen wurde der zeitliche Verlauf der H-3-Aktivitätskonzentrationen in Abbildung 49 zur besseren Verdeutlichung detaillierter dargestellt. In der Probe der Messstelle P750043, die die höchste H-3-Aktivitätskonzentration mit 0,96 MBq/l aufweist, wurde ein um 13% niedrigerer Wert als 2019 festgestellt. Insgesamt setzt sich aber der abnehmende Trend aus den letzten Jahren fort. Da sich die Abnahme im gleichen Maße auch beim Cs-137 zeigt, kann hier von einer insgesamt verminderten Beeinflussung durch eine radioaktive Quelle ausgegangen werden. In der Probe von der Messstel-

le P750084, die die zweithöchste H-3-Aktivitätskonzentration von 0,34 MBq/l aufweist, wurde ein vergleichbar hoher Wert wie in 2019 ermittelt: Der moderat abnehmende Trend der Vorjahre scheint sich damit zunächst nicht fortzusetzen. Eine Vergleichsmessung des BfS liefert für diese Messstelle mit 0,33 MBq/l eine sehr gute Übereinstimmung (siehe Anhang F). Bei Probe P750071 liegt die H-3-Aktivitätskonzentration mit 6040 Bq/l zwar deutlich niedriger als bei den anderen 2 kontaminierten Messstellen, es ist jedoch nach einer gewissen Plateaubildung wieder ein starker Anstieg der H-3-Aktivitätskonzentration festzustellen. Dies geht mit einem Anstieg bei der Cs-137-Aktivitätskonzentration einher und ist daher auf eine verstärkte Beeinflussung durch eine radioaktive Quelle bedingt.

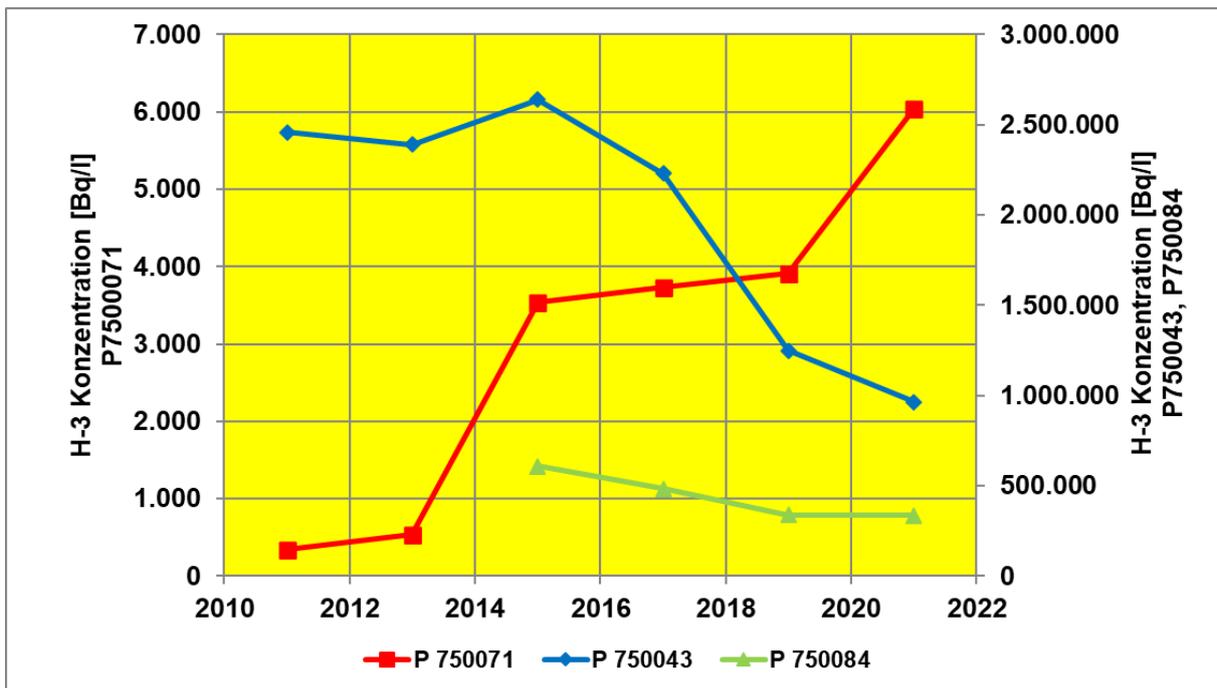


Abbildung 49: Zeitlicher Verlauf der H-3-Aktivitätskonzentrationen der drei stärker kontaminierten Messstellen P750043, P750071 und P750084

Es ist generell zu bemerken, dass sich die angegebenen H-3-Aktivitätskonzentrationen der IAF immer auf die der jeweiligen Destillate beziehen. Die Salzlösungen werden oftmals unverdünnt destilliert und die H-3-Aktivitätskonzentration des Destillats nach Zugabe von Szintillator mit Hilfe der LSC Technik gemessen. Auch die Messwerte des AG im Rahmen der Überwachungsmessungen beruhen auf diesem Verfahren. Die so bestimmten H-3 Aktivitätskonzentrationen stellen somit eine konservative Abschätzung, d.h. geringe Überschätzung, der tatsächlich auf die Ausgangslauge zu beziehenden Aktivitätskonzentrationen dar. In [13] ist eine Quantifizierung dieser Überschätzung dokumentiert, wobei bei einem Bezug auf das Destillatvolumen die tatsächlich in der originalen hochsalinaren CaCl_2 Salzlösung mit einer Dichte von 1,39 g/ml vorhandene H-3 Aktivitätskonzentrationen im Extremfall bis zu 23% und bei einer MgCl_2 Salzlösung mit einer Dichte von 1,29 g/ml bis zu 16% überschätzt werden können. Wird jedoch die Salzlösung vor der Destillation im Verhältnis 1:5 verdünnt und die resultierende H-3 Aktivitätskonzentration des Destillats unter Berücksichtigung der Verdünnung korrigiert, kann die tatsächliche H-3 Aktivitätskonzentration in der Ausgangslösung reproduziert werden.

7.3.2.3 Weitere Ergebnisse der gammaspektrometrischen Analyse für ausgewählte künstliche Radionuklide

Im Ergebnis der gammaspektrometrischen Analysen der Salzlösungen konnte von den ausgewählten künstlichen Radionukliden Co-60, Nb-94, Ag-108m, Sb-125, I-129, Ba-133, Eu-152 und Eu-154 nur Co-60 in der Probe von der Messstelle P750084 mit 0,71 Bq/l nachgewiesen werden. Dies ist in guter Übereinstimmung mit dem Messwert von 0,64 Bq/l des BfS aus der Vergleichsmessung von 2021 zur Qualitätssicherung [12] (s. Anhang F). Es kann geschlussfolgert werden, dass die tendenzielle Abnahme der Co-60-Aktivitätskonzentration sich somit fortsetzt (2019: 1,05 Bq/l, 2017: 1,8 Bq/l, 2015: 3,82 Bq/l, siehe Abbildung 50). Die sich manifestierende Abnahme ist jedoch größer als aus dem radioaktiven Zerfall von Co-60 (Halbwertszeit: 5,3 a) zu erwarten ist. Bei allen weiteren 34 Messstellen ist die Co-60-Aktivitätskonzentration immer geringer als die jeweilige Nachweisgrenze.

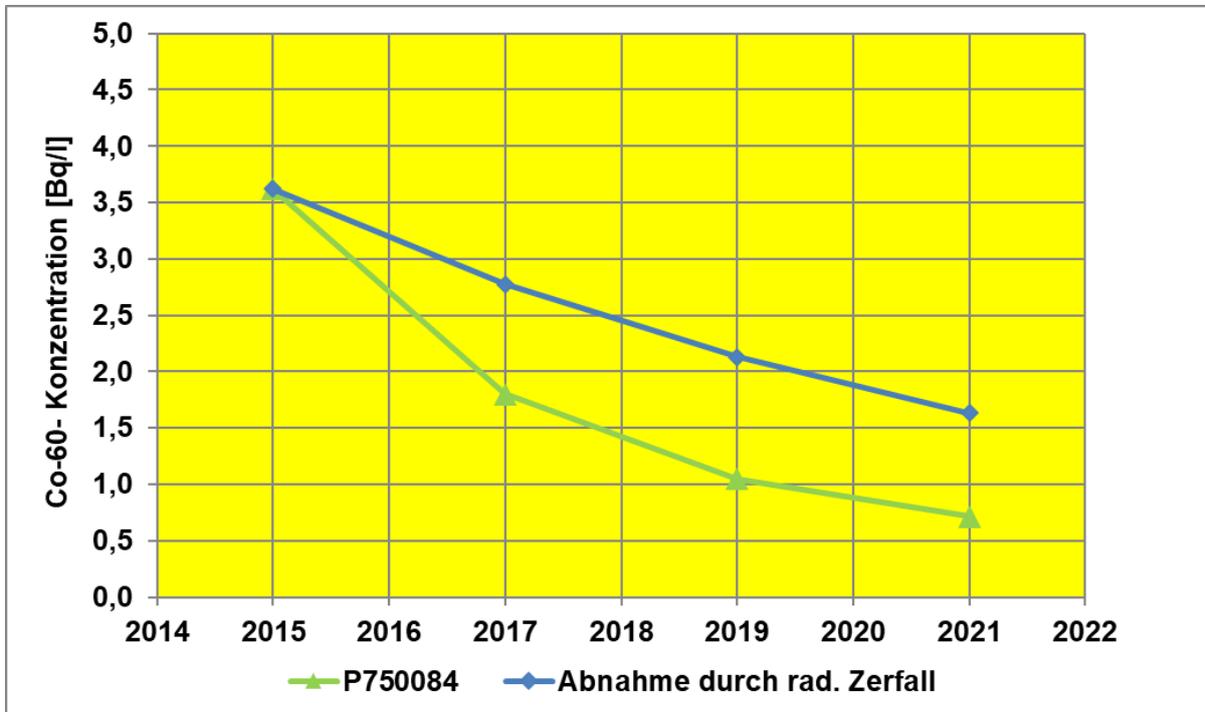


Abbildung 50: Zeitlicher Verlauf der Co-60-Aktivitätskonzentrationen bei Messstelle P750084

7.3.2.4 Ergebnisse für künstliche Radionuklide nach radiochemischer Präparation

Gemäß Leistungsbeschreibung sind einige Radionuklide nach radiochemischer Präparation zu bestimmen, wobei teils umfangreiche Laborarbeiten erforderlich waren. Im Sinne einer hohen Qualitätssicherung wurden deshalb für einige Proben Mehrfach-Bestimmungen durchgeführt. Dies geschah auch unter dem Blickwinkel des Sammels von entsprechenden Erfahrungen für eine angepasste Vorgehensweise bei der Bearbeitung des teils sehr komplizierten Probenmaterials.

Für die nach radiochemischer Präparation zu bestimmenden Radionuklide wurden durch das BfS [12] (s. Anhang F) Vergleichsmessungen im Sinne der Qualitätssicherung durchgeführt. Es wurden ausnahmslos die Ergebnisse von IAF bestätigt.

Tabelle 14: Anzahl der zu bestimmenden künstlichen Radionuklide nach radiochemischer Präparation

Sr-90	Ni-63	Tc-99	Am-241	Pu-238	Pu-239/240	C-14 (anorg.)	C-14 (gesamt)
6	5	3	4	4	4	11	6

7.3.2.4.1 Sr-90

Trotz eines hohen Mess- und Präparationsaufwands konnte das Radionuklid Sr-90 in allen 6 Proben nicht nachgewiesen werden. Es wurden lediglich sehr niedrige Erkennungs- bzw. Nachweisgrenzen erreicht (s. Ergebnisse in der Tabelle 8). Auch bei der Vergleichsmessung zur Qualitätssicherung wurde 2021 durch das BfS [12] (s. Anhang F) nur eine Nachweisgrenze angegeben.

7.3.2.4.2 Tc-99

Die Bestimmung von Tc-99 ist auf Grund der komplizierten Probenmatrix sehr aufwendig und deshalb mit erhöhten Unsicherheiten bis 50% behaftet. Es konnte jedoch in 2 der 3 untersuchten Proben Tc-99 eindeutig nachgewiesen werden. In der Abbildung 51 sind alle bisher vorliegenden Messergebnisse der Tc-99-Aktivitätskonzentrationen grafisch dargestellt. Die höchste Tc-99-Aktivitätskonzentration stammt von der Probe der Messstelle P750084 (s. Ergebnisse in der Tabelle 8). Der Messwert ist mit 14,5 Bq/l etwas geringer als der von 2019. Bei den Vergleichsmessungen zur Qualitätssicherung wurde 2021 durch das BfS [12] (s. Anhang F) ein Wert von 25,9 Bq/l bestimmt. Bei Probe P750071 wurde eine Aktivitätskonzentration von 1,8 Bq/l ermittelt.

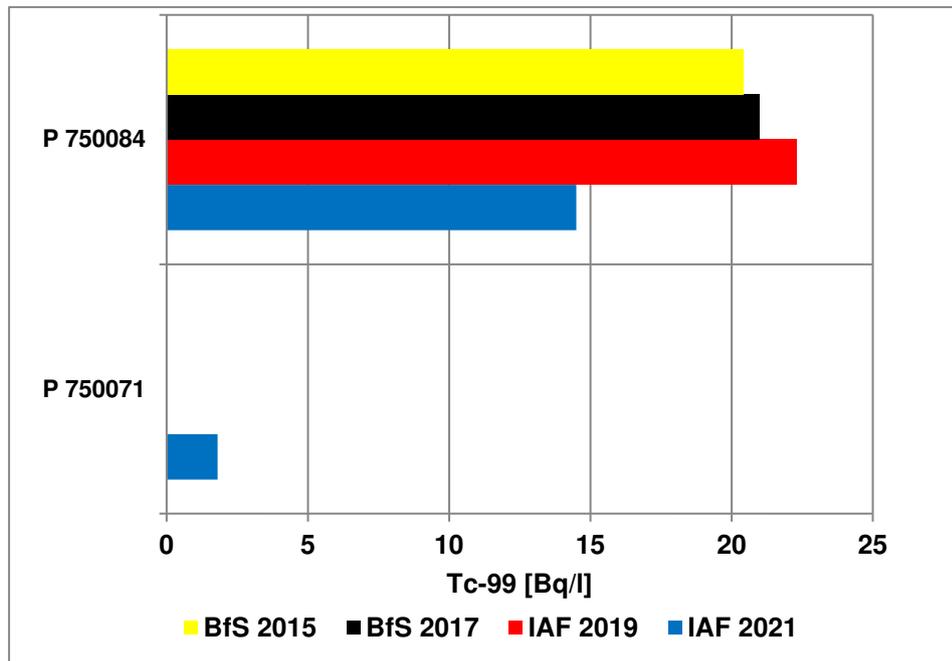


Abbildung 51: Vergleich der im Jahre 2021 von IAF bestimmten Tc-99-Aktivitätskonzentrationen mit früheren Werten.

7.3.2.4.3 Ni-63

Die Bestimmung der Ni-63-Aktivitätskonzentrationen erfolgt routinemäßig erst seit der letzten Charakterisierungsanalyse in 2019. Wie zuvor wurde in 3 der 5 der zu untersuchenden Proben Ni-63 nachgewiesen (s. Ergebnisse in Tabelle 9. In der Abbildung 52 werden die im Jahre 2021 bestimmten Ni-63-Aktivitätskonzentrationen mit denen in 2019 ermittelten Werten verglichen. Alle bisher ermittelten Messergebnisse sind in der Abbildung 53 graphisch dargestellt.

Die sehr hohe Ni-63-Aktivitätskonzentration von 837 Bq/l in der Probe von der Messstelle P750084 wurde auch durch die Ergebnisse der Vergleichsmessung des BfS mit 832 Bq/l bestätigt. Sie erreicht damit das Niveau von 2019 (867 Bq/l). Bei Messstelle P750071 ist der gemessene Ni-63-Wert mit 194 Bq/l etwas größer als der von 2019 mit 123 Bq/l. Dieser Befund liegt im Trend der für diese Messstelle bei H-3 und Cs-137 ermittelten Zunahmen der jeweiligen Aktivitätskonzentrationen im Vergleich zur letzten Probenahmekampagne in 2019. Bei Messstelle P750043 wurde ein Messwert von 23,1 Bq/l ermittelt, welcher ebenfalls im Rahmen der Messunsicherheiten mit dem durch das BfS ermittelten Wert von 20,7 Bq/l übereinstimmt [12] (s. Anhang F).

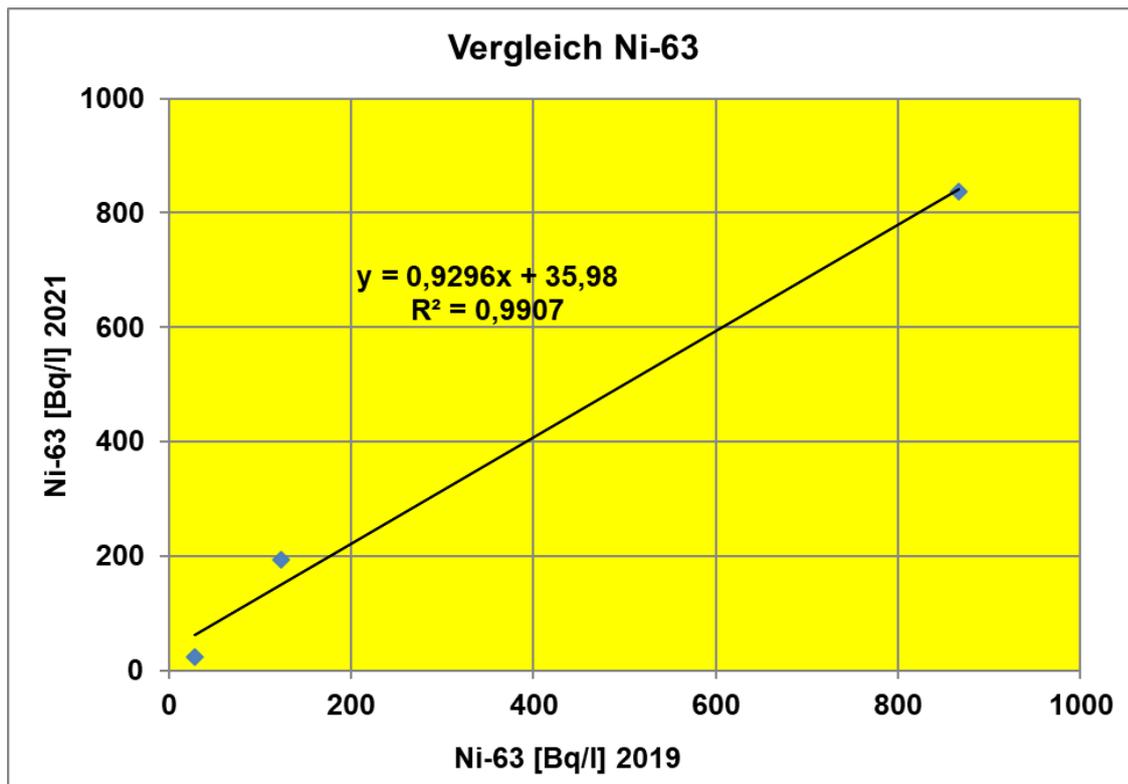


Abbildung 52: Vergleich der im Jahre 2021 bestimmten Ni-63-Aktivitätskonzentrationen mit den in 2019 bestimmten Werten.

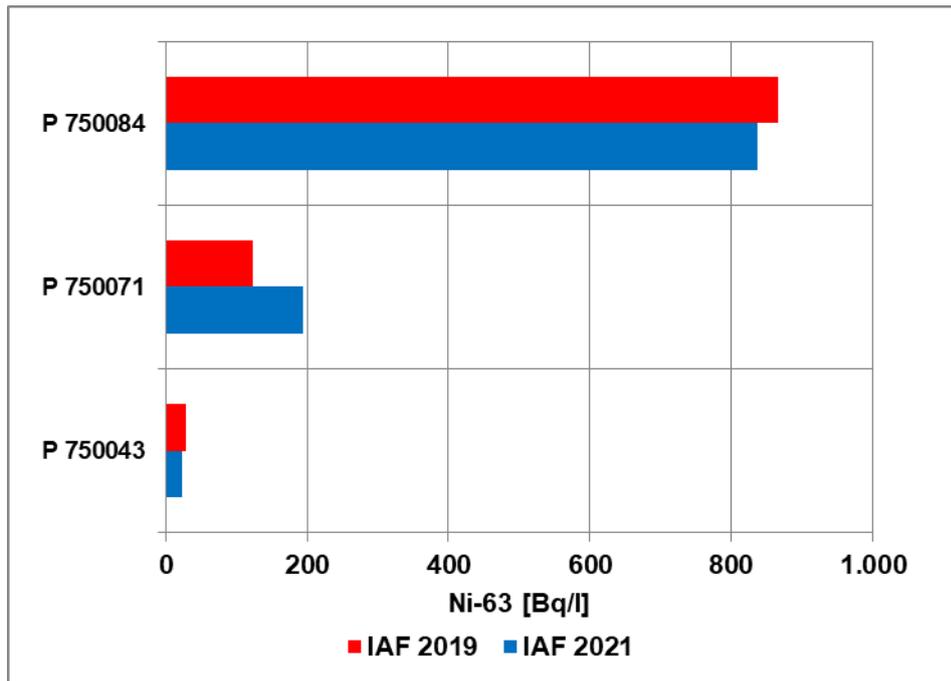


Abbildung 53: Vergleich der im Jahre 2021 von IAF bestimmten Ni-63-Aktivitätskonzentrationen mit früheren Werten.

7.3.2.4.4 Am-241

In 3 der 4 zu untersuchenden Proben von den Messstellen (P750071, P750043, P750084) wurde mit einem hohen Mess- und Präparationsaufwand Am-241 auf einem sehr niedrigen Niveau nachgewiesen (1,0 - 12,0 mBq/l (s. Ergebnisse in Tabelle 9 und graphische Darstellung in der Abbildung 54). Die höchste Am-241-Aktivitätskonzentration resultierte von der Messstelle P750043, wo auch im Jahr 2019 der höchste Am-241-Messwert ermittelt wurde. Im Rahmen der Messungen zur Qualitätssicherung [12] (s. Anhang F) wurde durch das BfS ein Messwert von 15,3 mBq/l ermittelt, was als gute Übereinstimmung mit dem von IAF erhaltenen Wert zu bewerten ist. Erhöhte Messunsicherheiten von 34% in 2019 und 152% in 2021 sind bei der Bewertung der Ergebnisse bei Probe P750084 zu berücksichtigen. Bei früheren Messungen (2017 und 2015) wurde für die Proben von den Messstellen P750043 und P750084 für Am-241 nur niedrige Nachweisgrenzen angegeben.

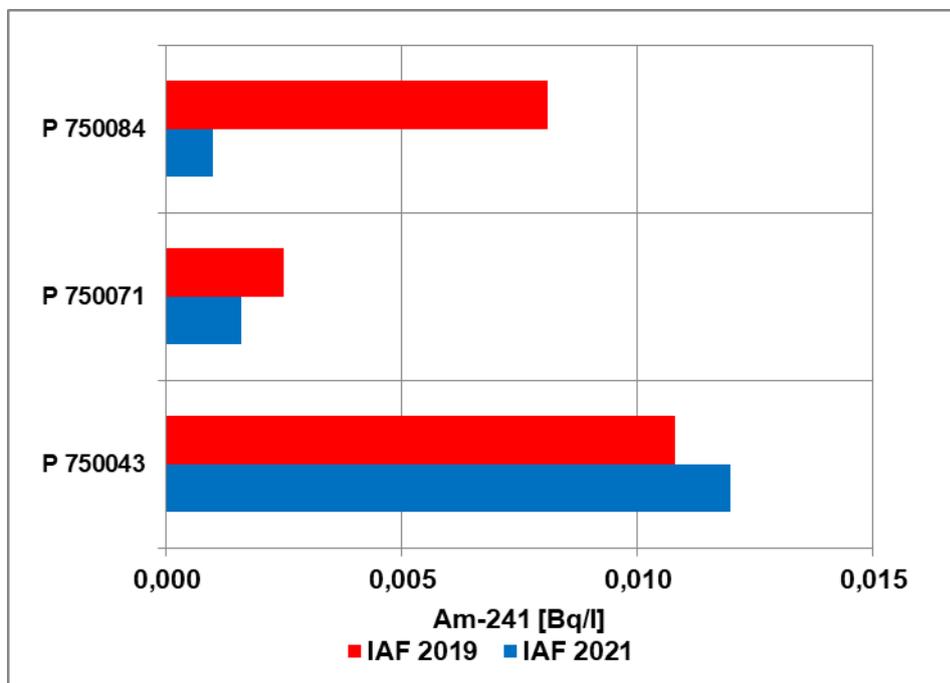


Abbildung 54: Vergleich der im Jahre 2021 von IAF bestimmten Am-241-Aktivitätskonzentrationen mit früheren Werten.

7.3.2.4.5 Pu-238, Pu-239/240

Für Pu-238 und Pu-239/240 stellt sich die Situation ähnlich wie für Am-241 dar. In 2 von den 4 zu untersuchenden Proben von den Messstellen (P750071 und P750043) wurden Pu-238 und Pu-239/240 auf einem sehr niedrigen Niveau nur durch den Einsatz einer aufwändigen Probenaufbereitung nachgewiesen (0,88 bis 2,8 mBq/l, s. Ergebnisse in Tabelle 9). Für die zur Qualitätssicherungsanalyse ausgewählte Messstelle P750043 [12] (s. Anhang F) ist durch das BfS für Pu-238 und Pu-239/240 nur Nachweisgrenzen von 8 bzw. 6 mBq/l ermittelt werden, die jedoch nicht im Widerspruch zu den von IAF nachgewiesenen geringen Werten stehen.

7.3.2.4.6 C-14 (anorganisch) und C-14 (gesamt)

Die Proben der Grundwassermessstellen und von Schacht 1 wurden nur auf anorganisches C-14 analysiert, während die Proben aus den Messstellen der Schachtanlage auf anorganisches und Gesamt-C-14 analysiert wurden. In den Grundwassermessstellen und bei Schacht 1 wurden hierbei keine Messwerte oberhalb der Nachweisgrenzen im Bereich von 0,08 bis 0,14 Bq/l erreicht.

In den Abbildungen 55 und 56 sind Ergebnisse für C14 (anorg.) und C-14 (gesamt) im zeitlichen Verlauf für die Messstellen ausgewählt worden, die die jeweils höchsten C-14-Aktivitätskonzentrationen aufweisen. Eine Übersicht über die Ergebnisse aller zu analysierenden Proben liefert Tabelle 7. In allen Proben ist die Aktivitätskonzentration von C-14 (gesamt) deutlich größer als die des anorganischen C-14. Die Kontamination ist daher auf organisch gebundenes C-14 zurückzuführen. Der Anteil des anorganischen C-14 am Gesamt-C-14 liegt typischerweise bei etwa 3%, bei Probe P750071 beträgt er 17%. Die nachfolgende Betrachtung fokussiert daher auf den C-14-Gesamtgehalt.

Für die vergleichsweise hohen C-14 (gesamt)-Aktivitätskonzentrationen von den Proben der Messstelle P750043 im Bereich von einigen 100 Bq/l kann seit 2011 kein einheitlicher Trend festgestellt werden. Zuletzt wurde ein Rückgang von 298 (2019) auf 192 Bq/l (2021) beobachtet, der im Zusammenhang mit einem allgemeinen Rückgang an Kontaminanten (H-3, Cs-137) einhergeht. Bei Probe P750084 sind die Aktivitätskonzentrationen stabil im Bereich von 40 Bq/l (2021: 42,3 und 2019 38,3). Bei Probe P750071 wurde entgegen des ansteigenden Trends bei H-3 und Cs-137 eine Verringerung des C-14-Gesamtgehaltes von 7,15 auf 3,5 Bq/l beobachtet.

Durch das BfS konnten wegen Erneuerung der entsprechenden Messtechnik bis zur Veröffentlichung des Berichts keine Messdaten zu C-14 im Rahmen der Qualitätssicherung geliefert werden.

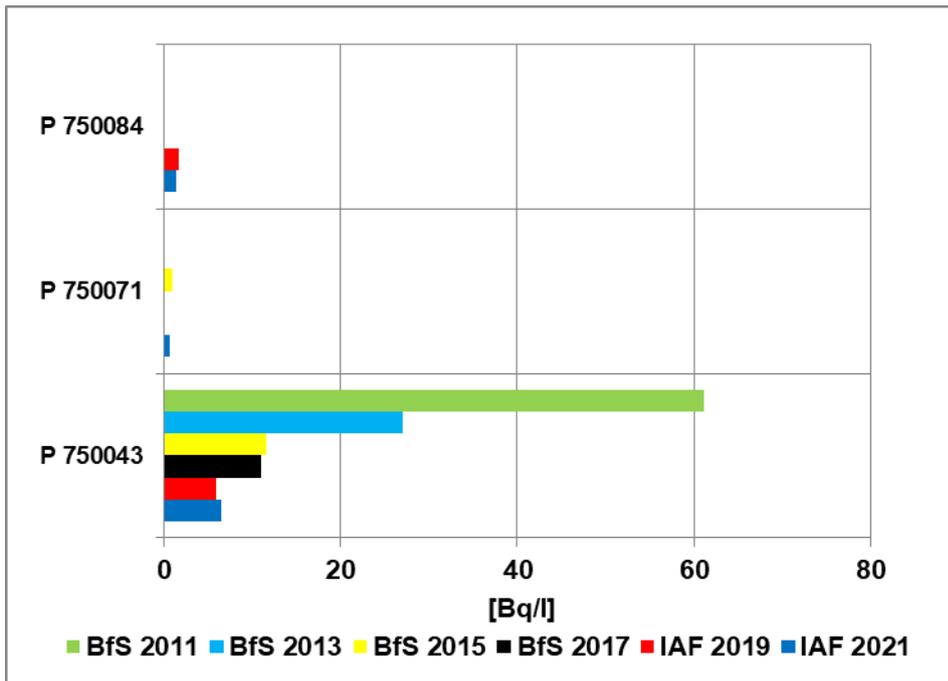


Abbildung 55: Ausgewählte Ergebnisse für C-14 (anorg.) im zeitlichen Verlauf

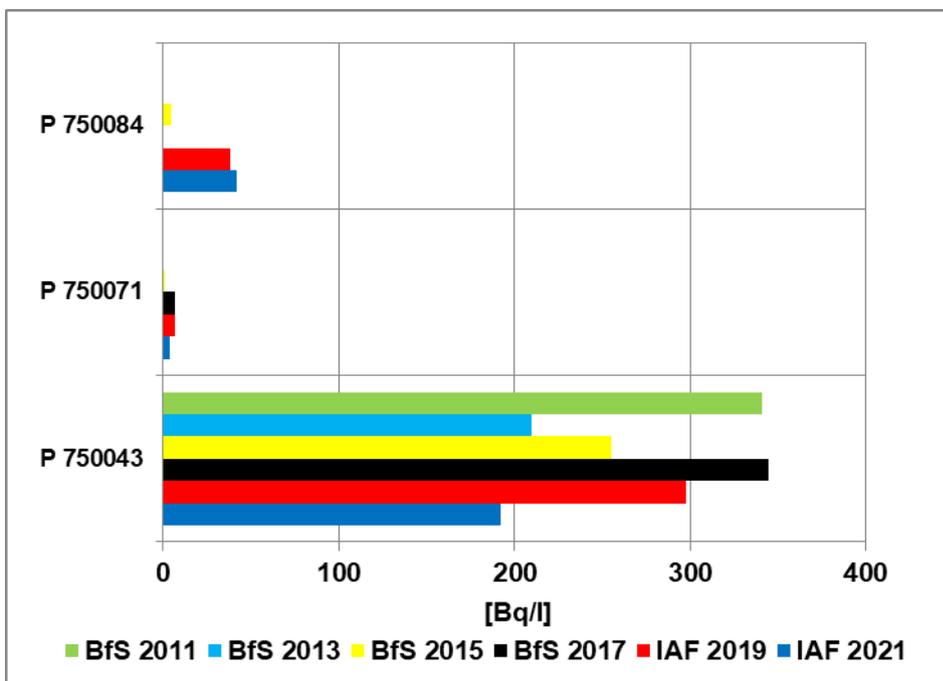


Abbildung 56: Ausgewählte Ergebnisse für C-14 (gesamt) im zeitlichen Verlauf

7.3.3 Natürliche Radionuklide

Die Analysenergebnisse für die natürlichen Radionuklide sind im Kapitel 7.2 in den Tabellen 10 bis 13 zusammengestellt. Die einzelnen Radionuklide, die für die Proben aus den unterschiedlichen Messstellen erhalten wurden, werden mit den Messwerten aus dem Jahr 2019 explizit in Form von Korrelationsdiagrammen gegenübergestellt. Eine Zusammenstellung der Ergebnisse aus den letzten 11 Jahren liefert Hinweise, um eventuell sich manifestierende Trends ableiten zu können.

7.3.3.1 Ra-226, Ra-228 und Ra-224

Das Salz der Asse ist von diversen Gesteinen umgeben, die erdgeschichtlich als Buntsandstein bezeichnet werden. Dazu gehören Ton-, Sand- und Kalkstein. In diesen Gesteinen befinden sich zahlreiche Risse und Störungen, in denen Grundwasser fließen kann. Teilweise sind die Gesteinsschichten unterbrochen und gegeneinander verschoben. Vor allem südwestlich des Bergwerks sind die Störungen zu finden. Sie sind entstanden, weil das Salz über viele Millionen Jahren Richtung Tagesoberfläche drängte und die darüber liegenden Gesteinsschichten nahezu senkrecht aufwölbte und verformte. Durch Risse im Salz und im umliegenden Gebirge läuft Grundwasser in die Schachanlage Asse II. Aktuell sind es rund 13,5 Kubikmeter pro Tag [14].

In den Abbildungen 57 und 58 sind die im Jahre 2021 bestimmten Ra-226- und Ra-228-Aktivitätskonzentrationen in den Salzlösungen und Grundwässern mit denen in 2019 bestimmten Werten verglichen. Die Ergebnisse in den jeweiligen Korrelationsdiagrammen belegen, dass gegenüber den Messungen aus dem Jahre 2019 nur marginale Veränderungen aufgetreten sind. Durch das BfS sind in 2021 im Rahmen der Qualitätssicherung Messvergleiche für Ra-224, Ra-226 und Ra-228 durchgeführt worden [12].

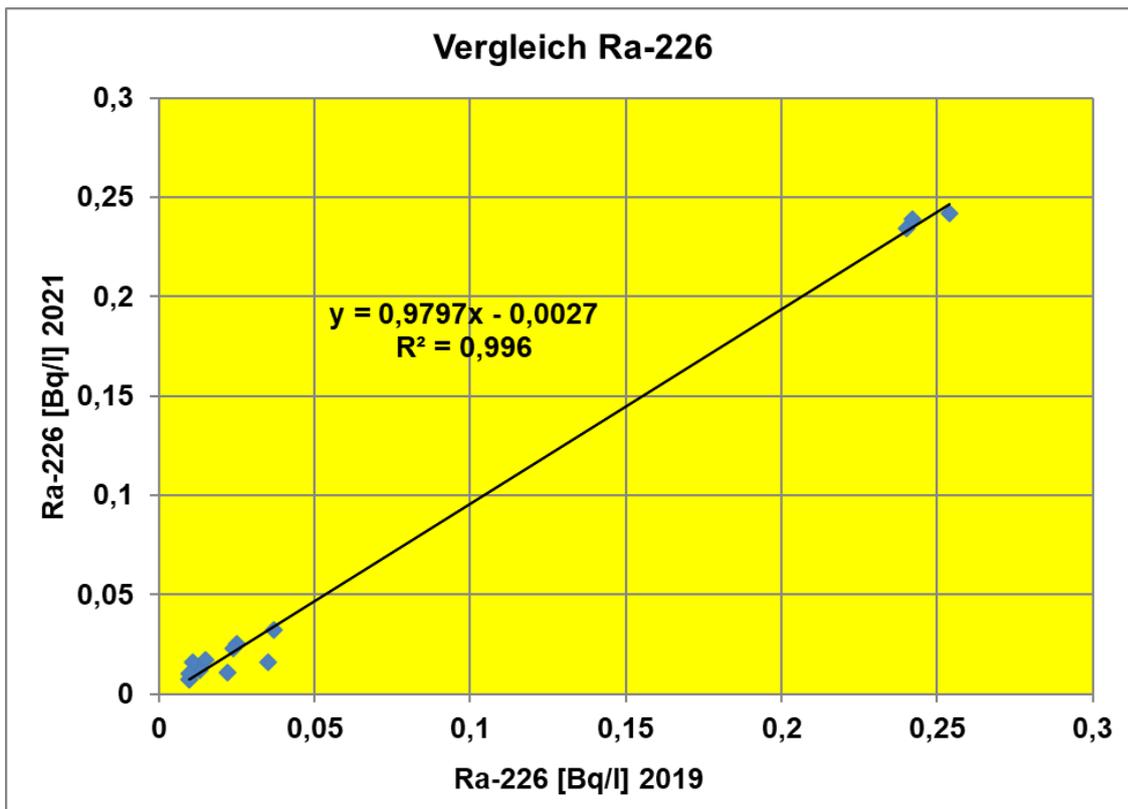


Abbildung 57: Vergleich der im Jahre 2021 und 2019 bestimmten Ra-226-Aktivitätskonzentrationen

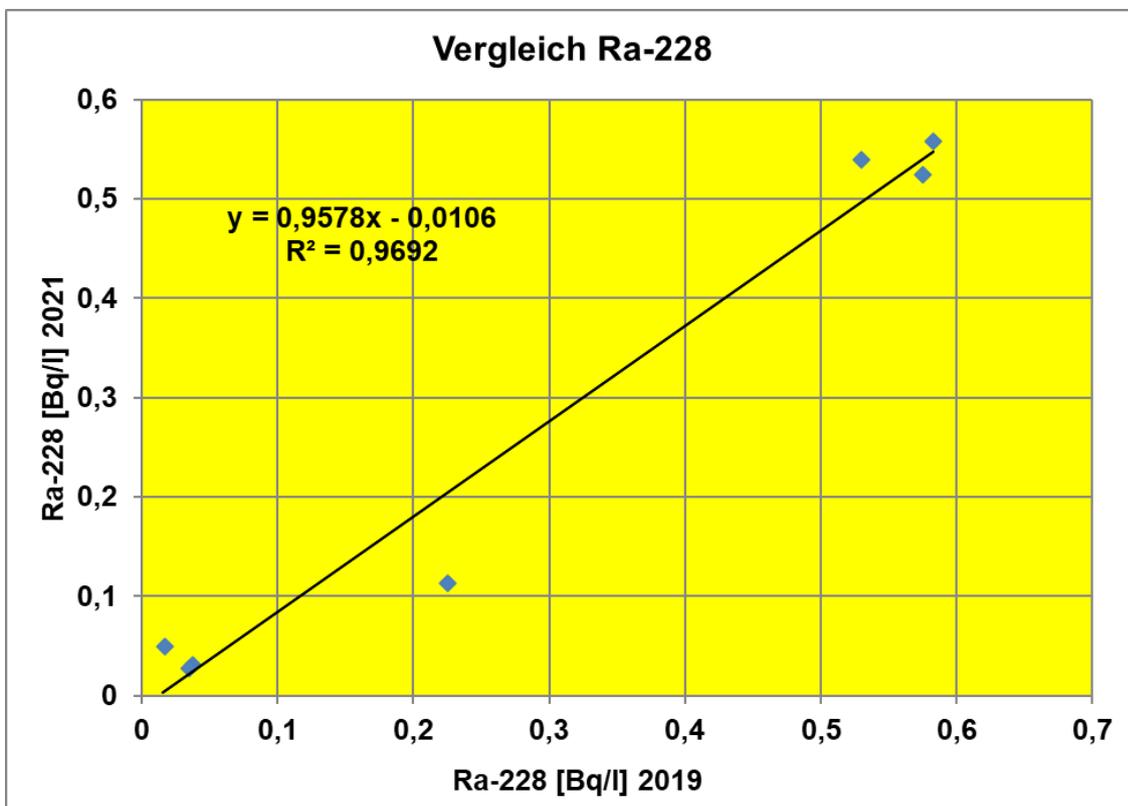


Abbildung 58: Wie Abbildung 57, jedoch für Ra-228

In den Abbildungen 59 und 60 sind auch alle früheren Messergebnisse der Ra-226- und Ra-228-Aktivitätskonzentrationen bis 2011, soweit sie vorlagen, grafisch dargestellt. Es ist zu erkennen, dass sich die Radiumaktivitätskonzentrationen über die letzte Dekade tendenziell kaum verändert haben. Sie alterieren geringfügig im Bereich ihrer jeweiligen Höchstwerte. Des Weiteren dominieren in den 3 Messstellen L658008-S1, SB3 und L658008, welche die Zutrittslösung repräsentieren, sowohl die Ra-226- als auch die Ra-228-Aktivitätskonzentrationen gegenüber denen von den anderen untersuchten Messstellen deutlich, wobei die Ra-228-Aktivität etwa doppelt so hoch wie die von Ra-226 ist. In den tieferen Sohlen sind die Ra-226- und Ra-228-Gehalte in der Regel sehr gering. Die Ra-226-Aktivitätskonzentrationen sind durchgehend kleiner als 0,1 Bq/l, die von Ra-228 bis auf eine Ausnahme (L925007 mit 0,113 Bq/l) ebenfalls. Auch hier ist, auf entsprechend niedrigem Niveau, die Ra-228-Aktivitätskonzentration jeweils höher als die von Ra-226.

Die Grundwasserproben und die Probe aus Schacht Asse 1 liefern ein differenziertes Bild. Während die Ra-226- und Ra-228-Aktivitätskonzentrationen in den Proben P16, H23 und Schacht 1 auf niedrigem Niveau, teilweise im Bereich der Nachweisgrenze, liegen, sind die Ra-226-Gehalte bei der Messstelle R7 mit etwa 11 Bq/l und bei R8 mit knapp 1 Bq/l sehr hoch und auch deutlich höher als die Ra-228-Gehalte (Faktor 25 bzw. Faktor 16). Dies lässt auf eine, verglichen mit den Proben aus der Schachtanlage, vollkommen unterschiedliche Genese der Wässer schließen. Es sollte versucht werden, die Ursache für die vergleichsweise hohe Ra-226-Aktivitätskonzentration bei Messstelle R7 zu ermitteln.

Die signifikante Erhöhung der Radiumaktivitätskonzentrationen bei einigen Proben ist auf die Wechselwirkung des eindringenden Grundwassers mit unter den jeweiligen chemischen Bedingungen leichter eluierbarer Gebirgsmaterial zurückzuführen. Wo diese Elutionsprozesse nicht stattfinden bzw. stark unterdrückt sind, weisen die entsprechenden Salzlösungen entsprechend geringe Radiumaktivitätskonzentrationen auf.

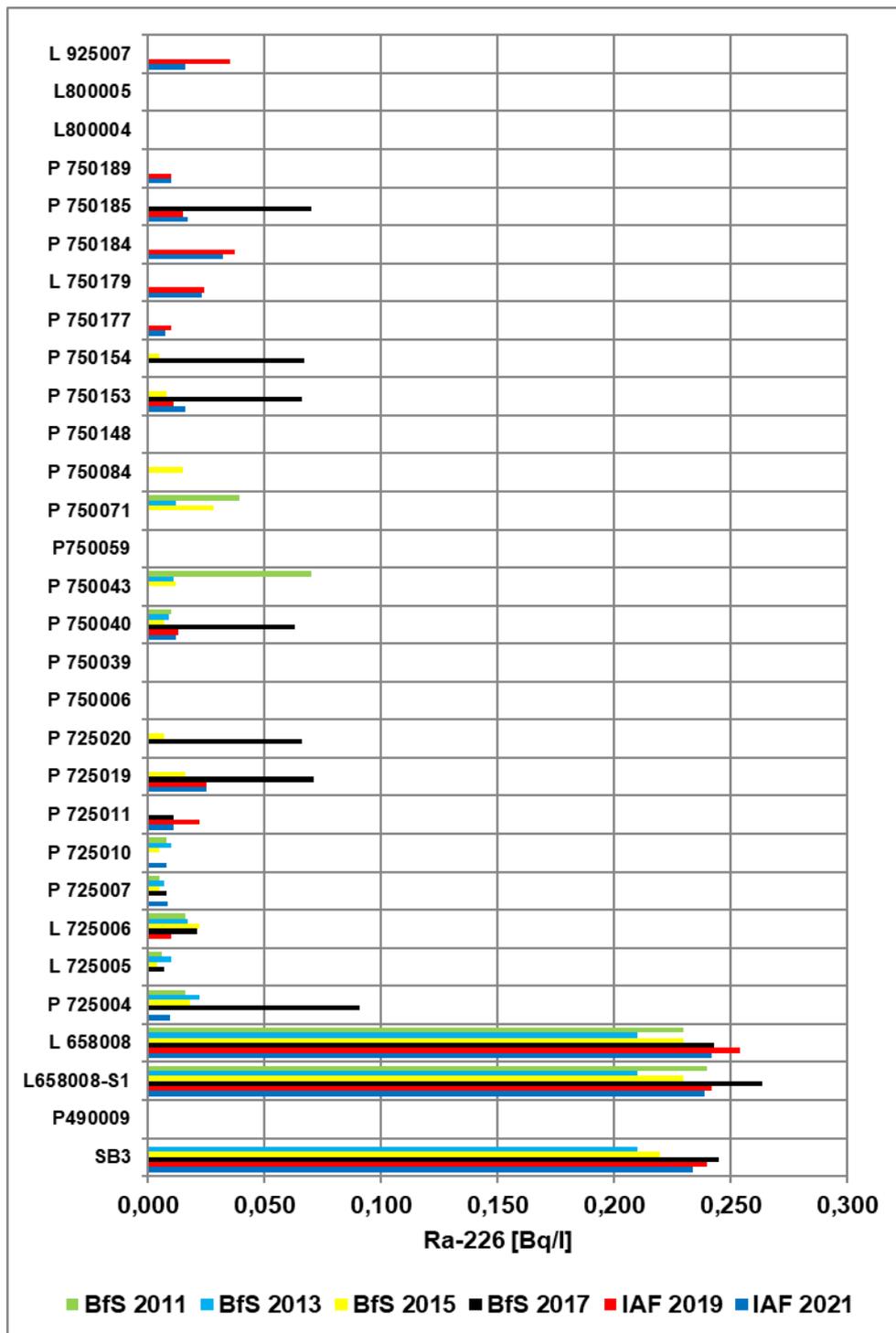


Abbildung 59: Wie Abbildung 57, jedoch für Ra-226 jedoch für die früheren Ra-226 Messergebnisse bis 2011 (ohne Grundwasserproben)

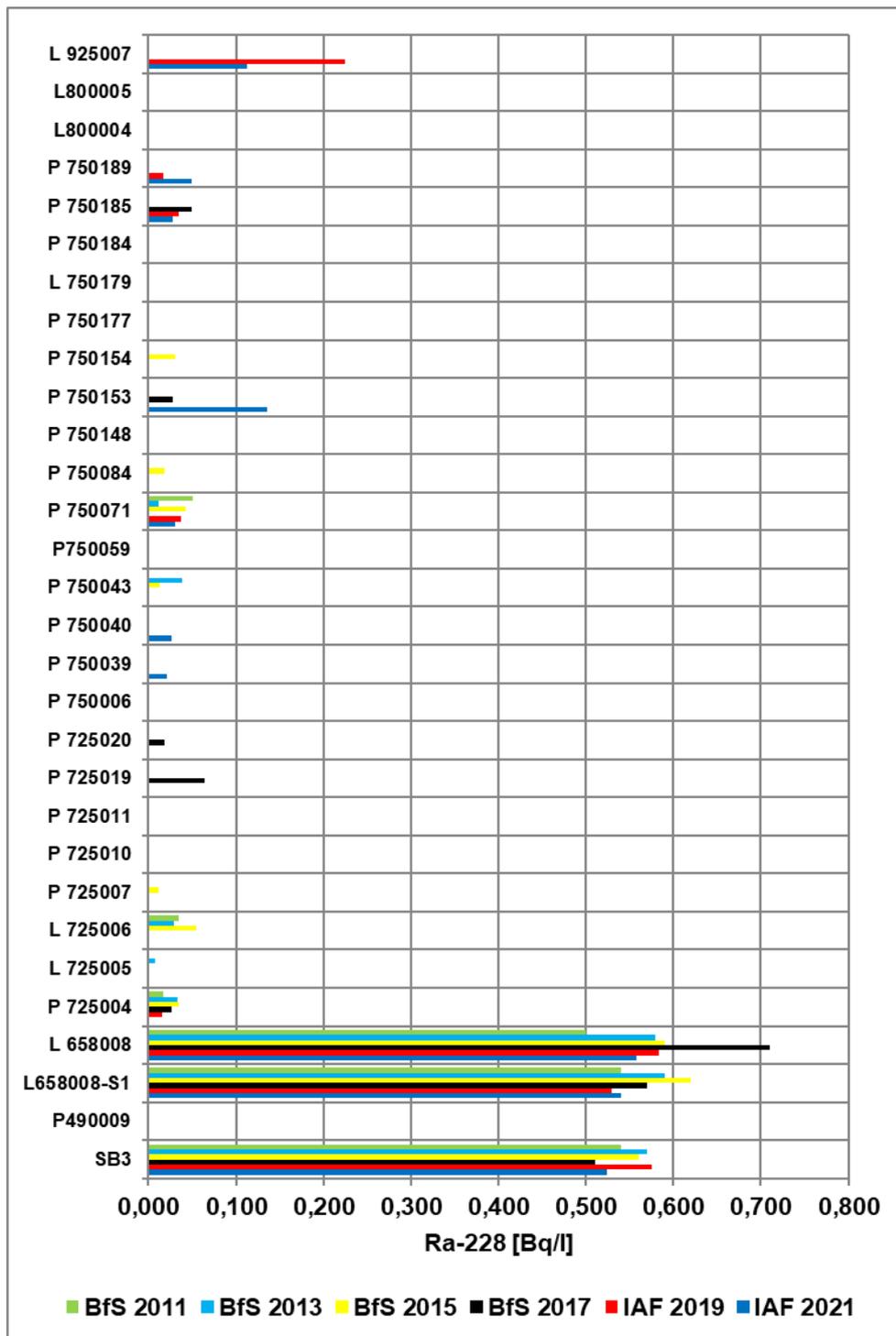


Abbildung 60: Wie Abbildung 59, jedoch für Ra-228

Informationen bezüglich des zeitlichen Ablaufs der Radiumelutionsprozesse liefern die Untersuchungsergebnisse der Ra-224-Aktivitätskonzentrationen. Das Radionuklid Ra-224 hat eine vergleichsweise kurze Halbwertszeit von 3,7 Tagen und wäre in den Salzlösungen nicht nachweisbar, wenn die Fließwege entsprechend lang bzw. die Grundwasserfließgeschwindigkeiten entsprechend niedrig wären. Deshalb hängt die an den Messstellen tatsächlich nachgewiesene Ra-224-Aktivitätskonzentration stark von der Fließdauer ab und eignet sich

somit z.B. als Tracer zur Erkundung der Transportvorgänge vom Zutritt aus dem Deckgebirge bis zur jeweiligen Messstelle.

In der Abbildung 61 sind die an 3 Messstellen im Jahre 2021 bestimmten Ra-224-Aktivitätskonzentrationen mit den in früheren Jahren bestimmten Werten verglichen, wobei zusätzlich auch die Ra-228-Aktivitätskonzentrationen (s. Abbildung 60) mit angegeben sind. Es ist zu erkennen, dass sich der in den früheren Jahren festgestellte Trend der Ra-224 Aktivitätskonzentrationen an den 3 ausgewählten Messstellen praktisch kaum verändert hat. Auch die Vergleichsmessung des BfS in 2021 im Rahmen der Qualitätssicherungsmaßnahmen [12] bestätigt für die ausgewählten Messstellen die von IAF analysierten Werte (s. Anhang F).

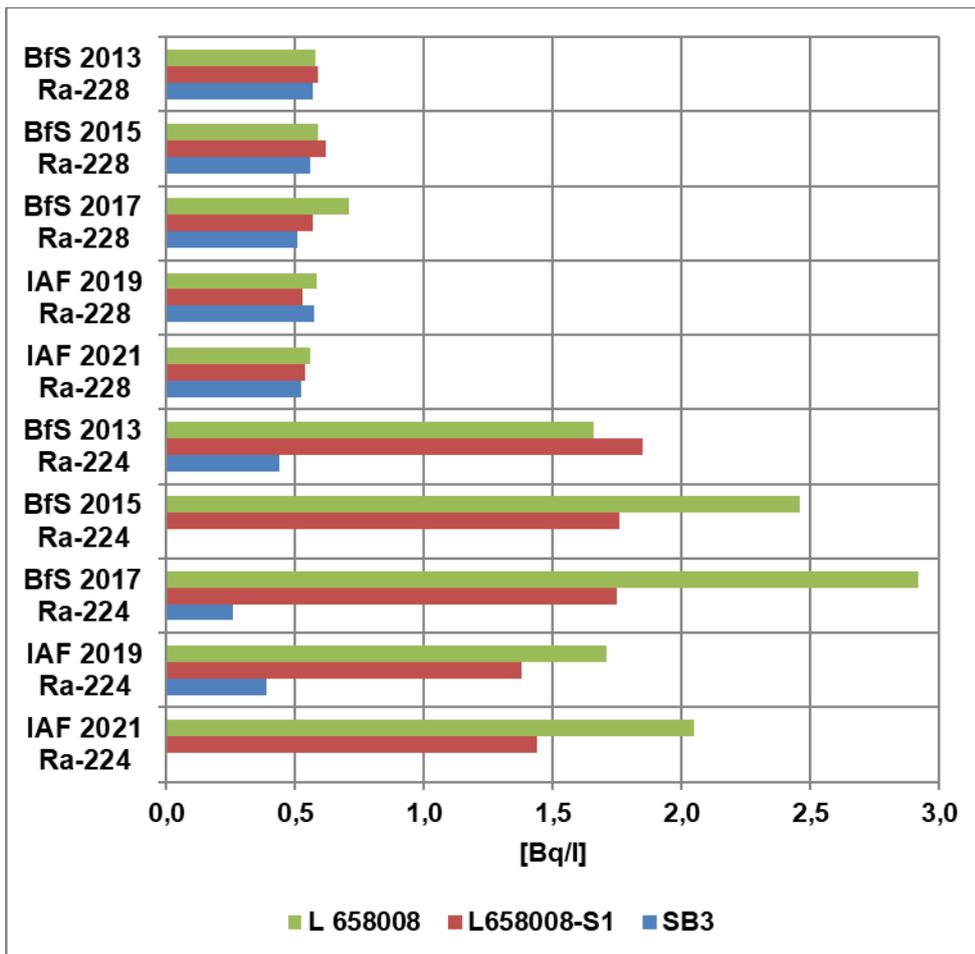


Abbildung 61: Vergleich der im Jahre 2021 bestimmten Ra-224-Aktivitätskonzentrationen mit den in früheren Jahren bestimmten Werten. Zusätzlich angegeben sind auch die Ra-228-Aktivitätskonzentrationen.

Aus diesen Messergebnissen für Ra-224, dessen Aktivitätskonzentration auf den Zeitpunkt der Probenahme bezogen ist, ist klar ersichtlich, dass im Speicherbecken SB3 wegen der vergleichsweise längeren Verweilzeit die niedrigsten Ra-224-Aktivitätskonzentrationen festgestellt werden (für 2021 wurde an dieser Messstelle kein Messwert oberhalb der Nachweisgrenze ermittelt). Ob jedoch in dem Becken teilweise Ra-224 unter den herrschenden chemischen Milieubedingungen auch aus abgelagertem Th-228 nachgebildet wird, konnte nicht

geklärt werden. Zudem ist zu bemerken, dass Th-228 in keiner Probe in nennenswerten Aktivitäten nachgewiesen wurde (s. Ergebnisse in der Tabelle 11).

Die am Messpunkt L658008 für die "frische Lauge" an der Hauptfassungsstelle gewonnene Salzlösung verfügt über die höchste Ra-224-Aktivitätskonzentration von etwa 2 Bq/l. Nach ca. 10 Tagen Speicherungszeit wäre die Aktivitätskonzentration von Ra-224 auf Werte von etwa 0,3 Bq/l abgesunken. Am tatsächlichen "Entstehungsort" der erhöhten Ra-224 Aktivitätskonzentrationen ist je nach Höhe der Fließgeschwindigkeiten von Werten >2 Bq/l auszugehen.

7.3.3.2 Rn-222

In der Zutrittslösung L658008 wurde in 2021 Rn-222 bestimmt. Es konnte nur eine Nachweisgrenze von 2,0 Bq/l erreicht werden. Zuvor war durch das BfS zuletzt 2013 eine Aktivitätskonzentrationen von 0,75 Bq/l [5] ermittelt worden, was mit der in der Probe enthaltenen Aktivitätskonzentration von Ra-226 kompatibel ist. Zur genaueren Bestimmung von Rn-222 muss zukünftig eine empfindlichere Messmethode eingesetzt werden. Insgesamt ist jedoch die Rn-222-Aktivitätskonzentration in der Probe jedoch als gering zu bewerten.

7.3.3.3 U-238 und U-234

In der Abbildung 62 sind die im Jahre 2021 bestimmten U-238-Aktivitätskonzentrationen mit denen in 2019 vom bestimmten Werten verglichen. Die Ergebnisse in den jeweiligen Korrelationsdiagrammen belegen, dass gegenüber den Messungen aus dem Jahre 2019 nur marginale Veränderungen aufgetreten sind.

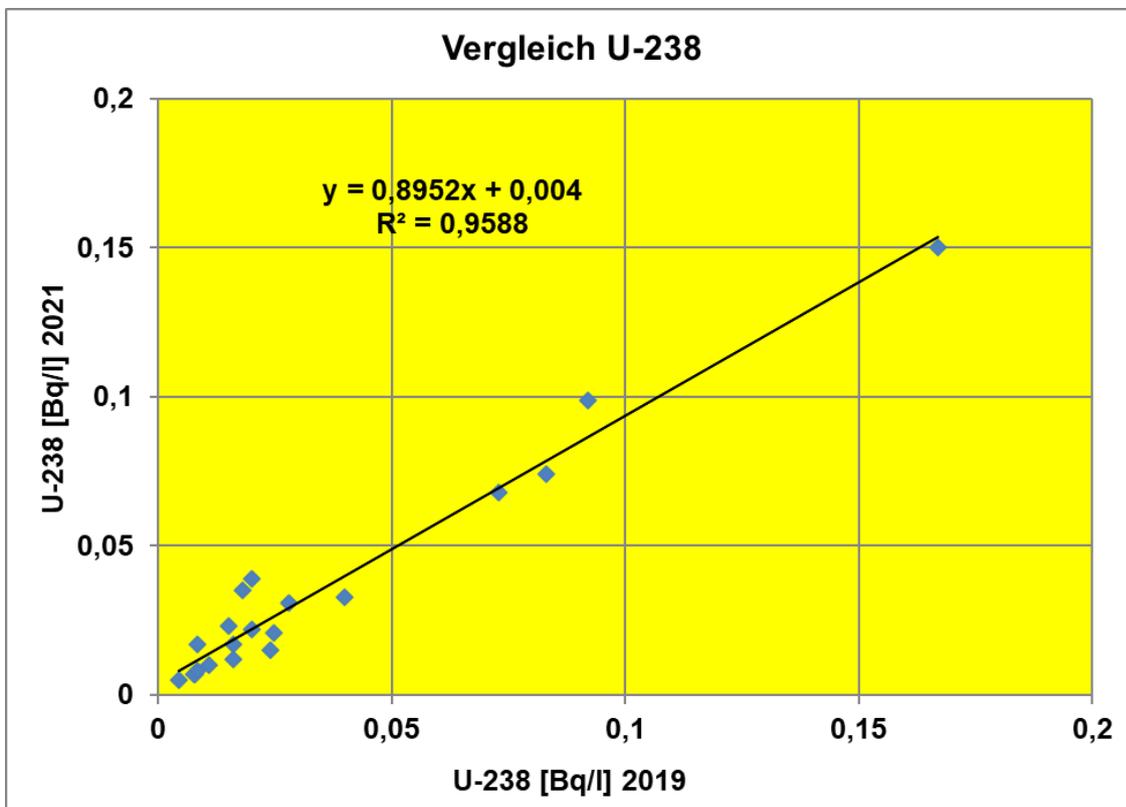


Abbildung 62: Vergleich der im Jahre 2021 und 2019 bestimmten U-238-Aktivitätskonzentrationen

In der Abbildung 63 sind alle früheren Messergebnisse der U-238-Aktivitätskonzentrationen bis 2011, soweit sie vorlagen, grafisch dargestellt. Es ist zu erkennen, dass sich in der Tendenz die U-238-Aktivitätskonzentrationen an den einzelnen Messstellen nicht auffallend verändert haben. Insgesamt sind die in den untersuchten Messstellen aus der Schachanlage nachgewiesenen U-238-Aktivitätskonzentrationen nicht besonders hoch. Sie sind im Maximum (Messstelle L925007) < 100 mBq/l. In der Zutrittslösung (L658008) sind die Gehalte der Uranisotope noch deutlich geringer. Für U-238 wurde ein Gehalt von 5 mBq/l und für U-234 11 mBq/l ermittelt wurden. Bei den Grundwasserproben wurden ausnahmslos niedrige U-238-Aktivitätskonzentrationen ermittelt. Bei Schacht 1 ist diese jedoch mit 150 mBq/l vergleichsweise hoch. Es sollte deshalb versucht werden, die Ursache für diesen Befund zu ermitteln.

Abschließend ist zu bemerken, dass die Vergleichsmessung des BfS in 2021 im Rahmen der Qualitätssicherungsmaßnahmen [12] für die ausgewählte Messstelle P725019 die U-238 Werte von IAF voll umfänglich bestätigt (s. Anhang F).

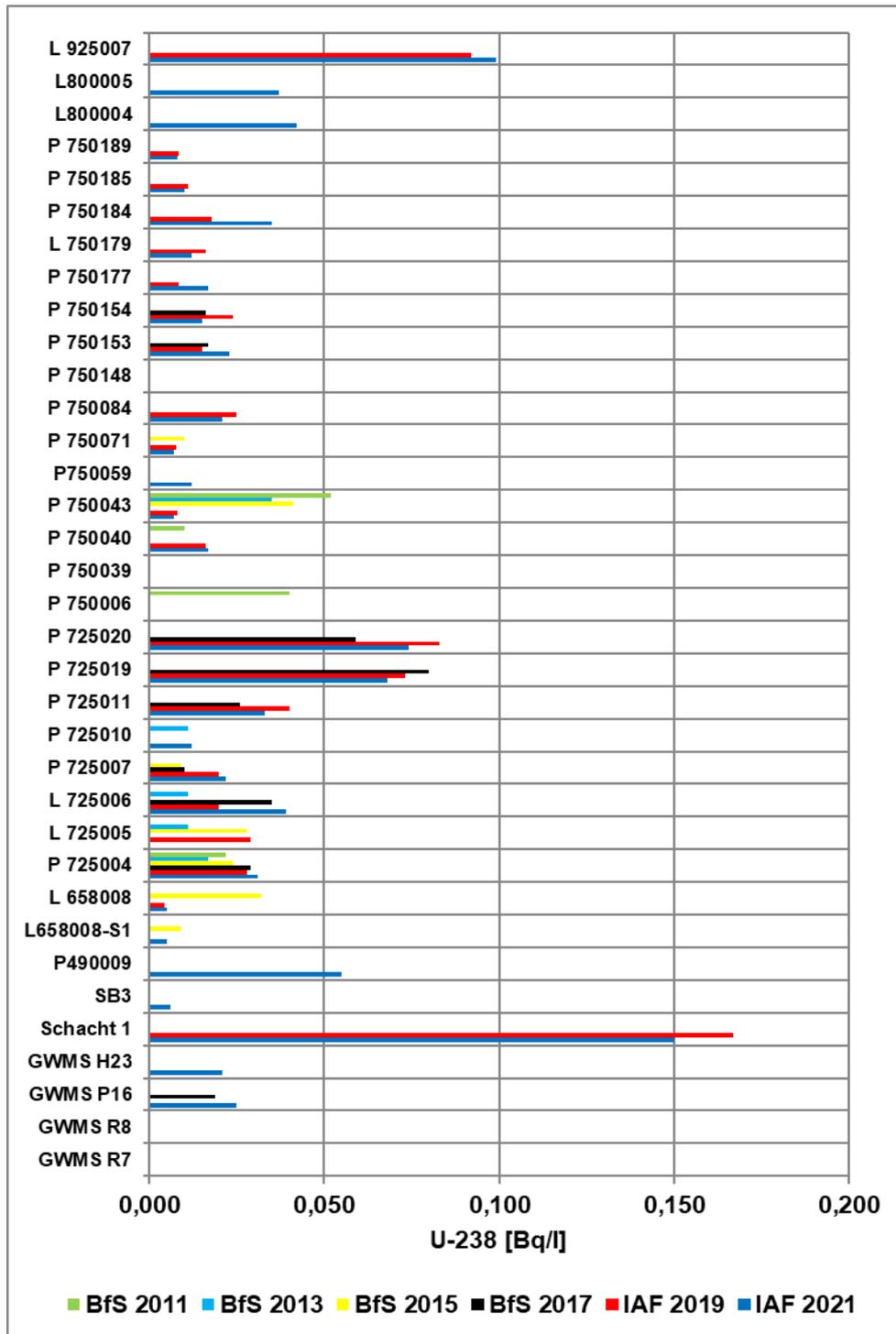


Abbildung 63: Wie Abbildung 62, jedoch auch für die früheren U-238-Messergebnisse bis 2011

Die U-234-Aktivitätskonzentrationen zeigen den gleichen Trend wie die von U-238 (s. Abbildung 64). Die höchste Aktivitätskonzentration weist Schacht 1 mit rund 440 mBq/l auf, während die der anderen Grundwässer und der Messstellen aus der Schachtanlage mit Werten von etwa 100 mBq/l oder weniger teils deutlich niedriger sind.

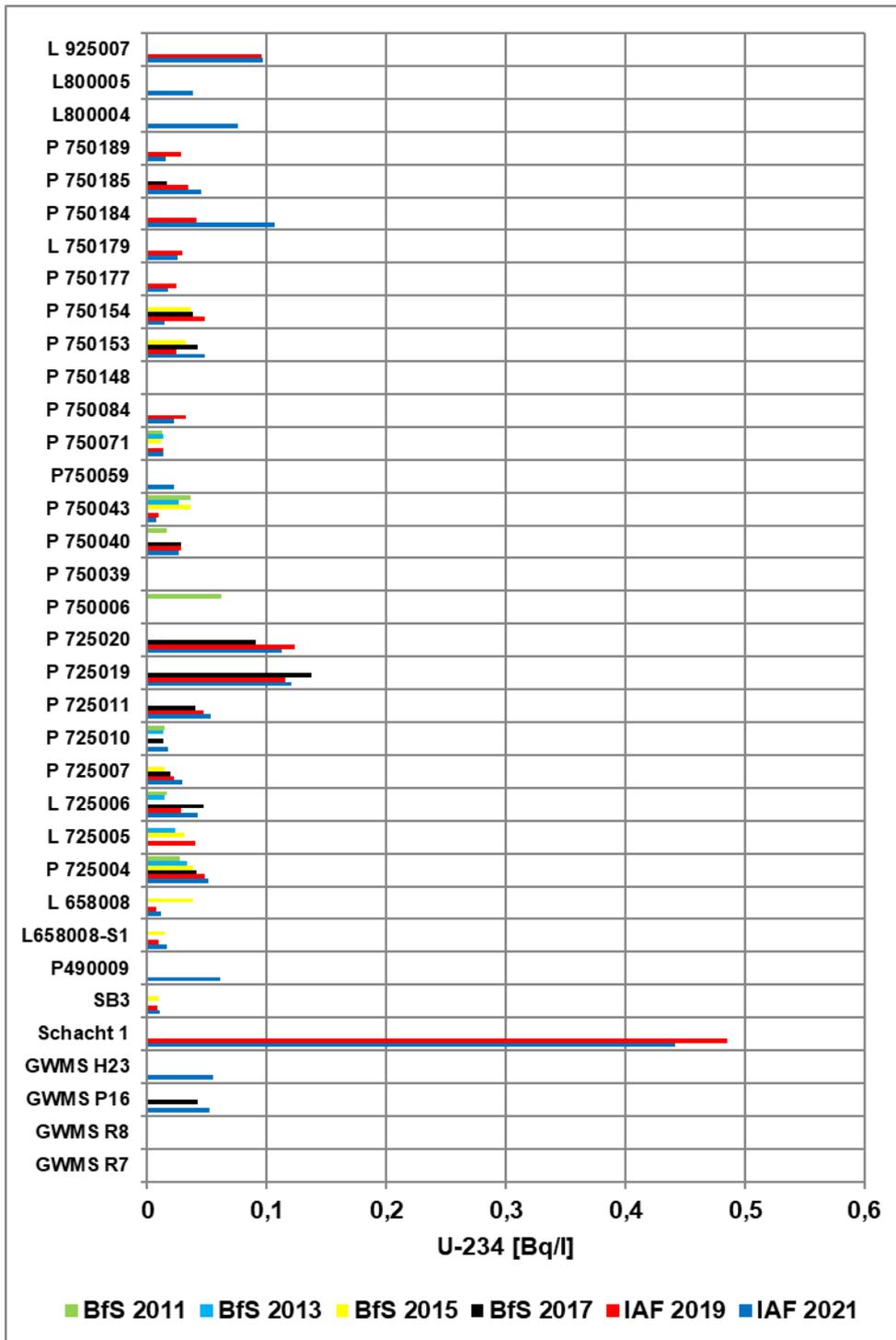


Abbildung 64: Zusammenstellung aller U-234-Messergebnisse von 2011 bis 2019

In der Abbildung 65 sind die Aktivitätsverhältnisse von U-234/U-238 für die einzelnen Messstellen für 2021 dargestellt. Es wird bei Grundwässern festgestellt, dass die U-234 Aktivitätskonzentrationen generell etwas höher als die von U-238 sind. Es wurden hohe Unterschiede bis ca. Faktor 15 festgestellt [15] (s.a. Ergebnisse in [16]). Im Trinkwasser in Deutschland ist das U-234/U-238 bei etwa 1,65 anzusiedeln [17]. Durch die beim Alpha-Zerfall von U-238 auftretenden Rückstoßprozesse an der Phasengrenze fest/flüssig des Grundwasserleiters wird einer stärkeren Auslaugung von U-234 des vom Grundwasser durchströmten Gesteins Vorschub geleistet. Bei den vorliegenden Proben wurden U-234/U-238-Verhältnisse von etwa 1 bis maximal 4,5 ermittelt.

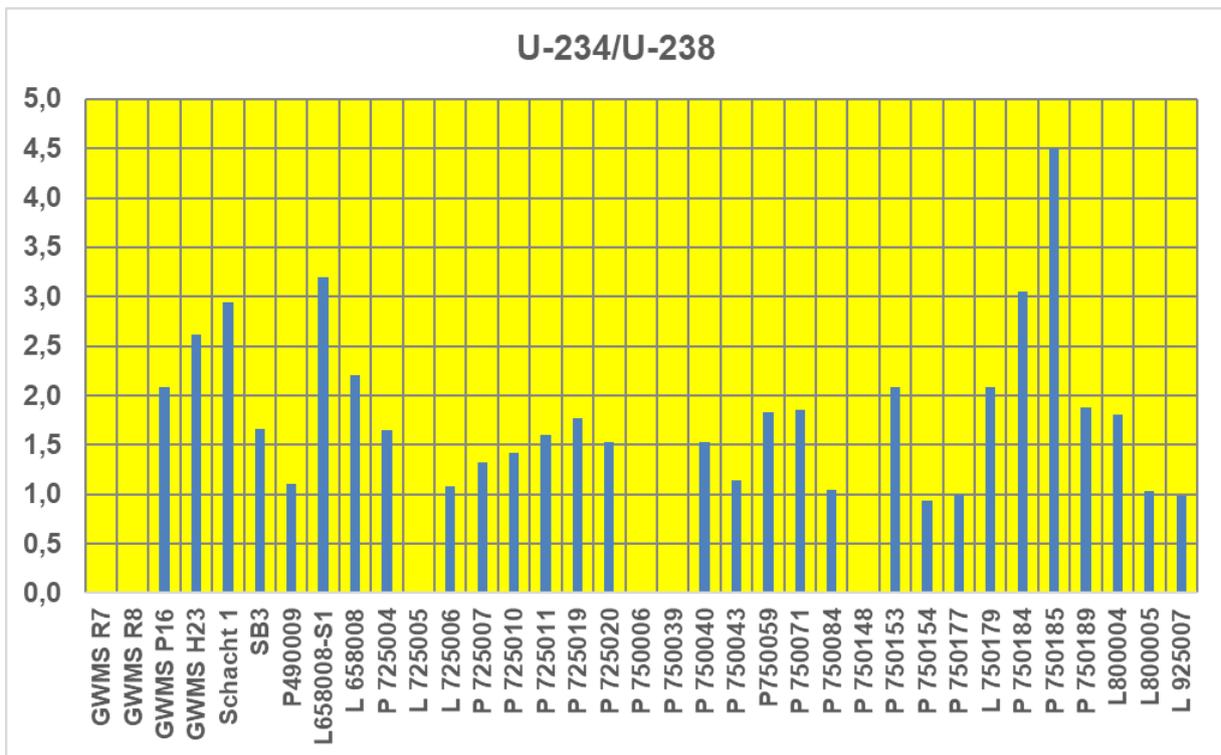


Abbildung 65: Aktivitätsverhältnisse von U-234/U-238 für die einzelnen Messstellen

Die Abbildung 66 zeigt die Aktivitätsverhältnisse von U-234/U-238 in Abhängigkeit von den U-238-Aktivitätskonzentrationen. Bei den etwas höheren-U-238 Aktivitätskonzentrationen sind die Aktivitätskonzentrationen von U-234 nur geringfügig höher, bei geringen U-238 Aktivitätskonzentrationen von < 20 mBq/l scheinen diese bis etwa um den Faktor 3 größer zu sein. Ein Ausreißer ist hier die Probe von Schacht 1, die bei vergleichsweise hoher U-238-Aktivitätskonzentration ein hohes U-234/U-238-Verhältnis von rund 3 aufweist.

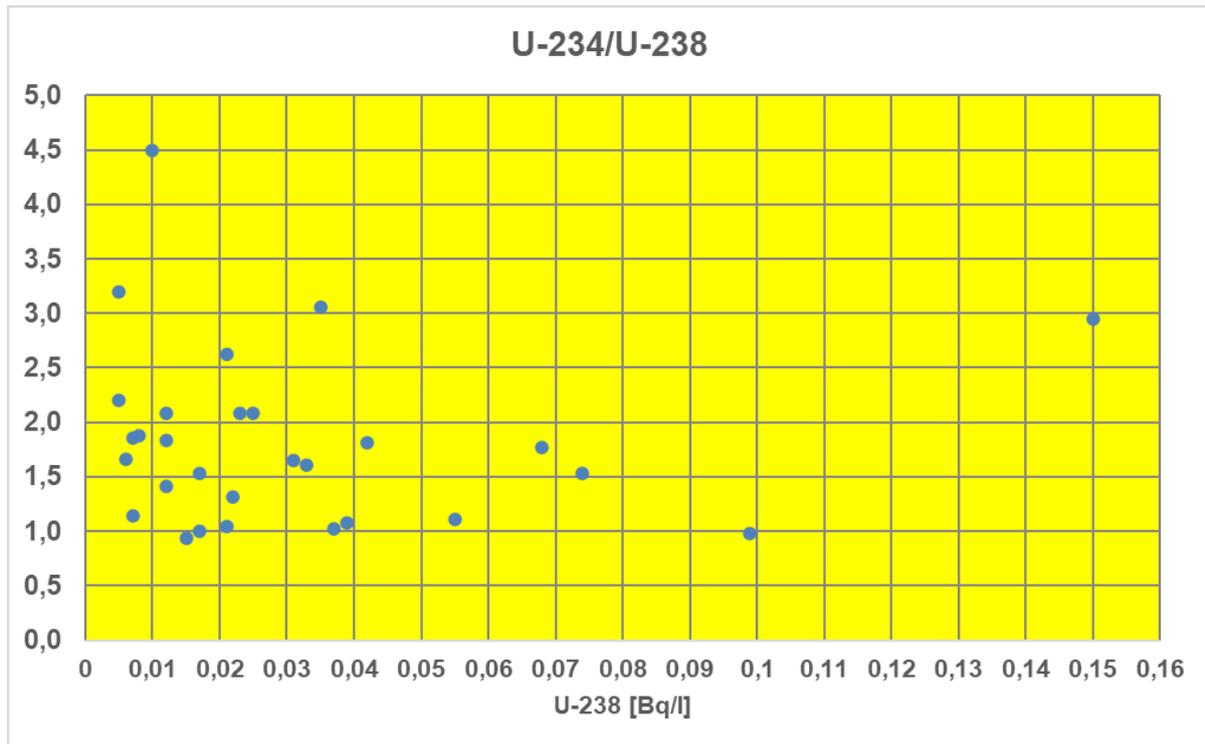


Abbildung 66: Wie Abbildung 65, jedoch in Abhängigkeit von der jeweiligen U-238-Aktivitätskonzentration

7.3.3.4 Pb-210 und Po-210

In der Abbildung 62 wurden die im Jahre 2021 bestimmten Pb-210-Aktivitätskonzentrationen mit denen in 2019 vom bestimmten Werten verglichen. Die Ergebnisse im Korrelationsdiagramm zeigen, dass ein genereller Trend insgesamt besteht, bei einigen Messstellen jedoch signifikante Änderungen aufgetreten sind.

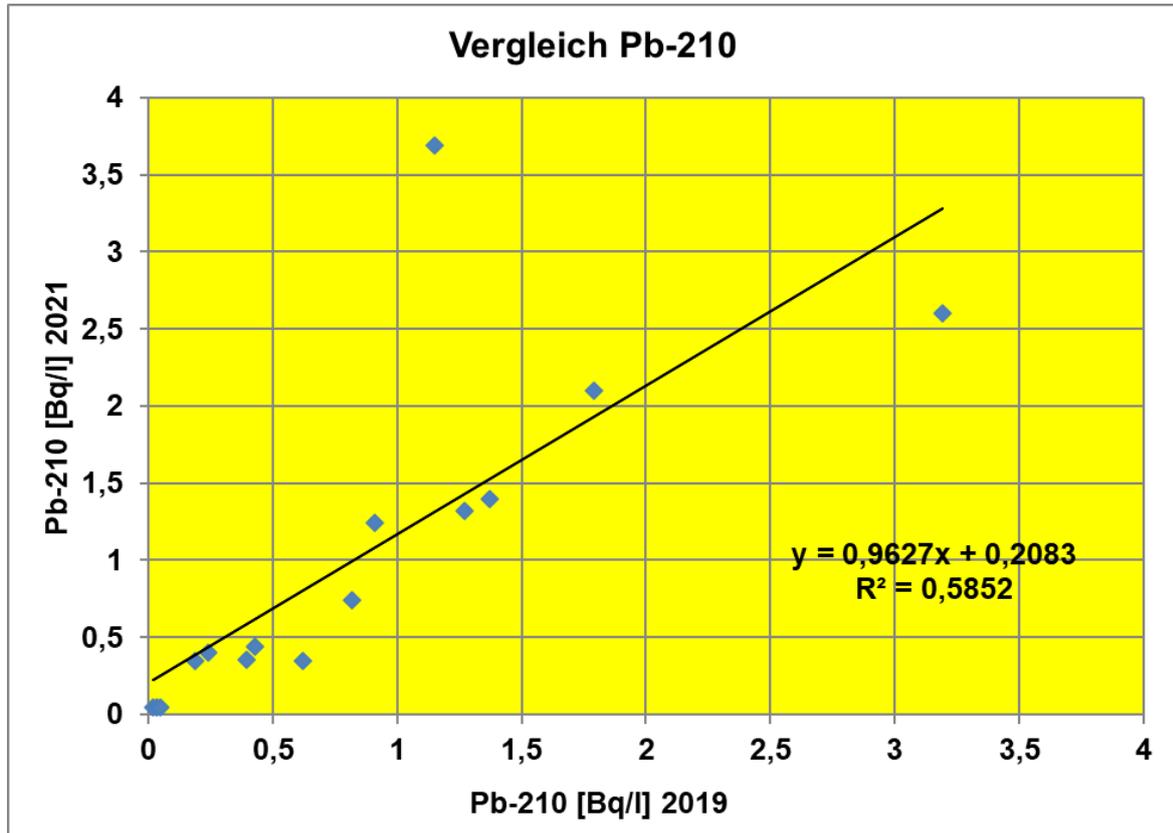


Abbildung 67: Vergleich der im Jahre 2021 und 2019 bestimmten Pb-210-Aktivitätskonzentrationen

Bei den Grundwässern und der Probe von Schacht 1 sind keine erhöhten Pb-210- und Po-210-Gehalte festgestellt worden, lediglich Probe R7 weist mit 131 mBq/l für Pb-210 und 52 mBq/l für Po-210 eine leichte Erhöhung auf.

Insgesamt konnten signifikante Pb-210-Aktivitätskonzentrationen im Bereich von einigen Bq/l vor allem in den tiefer gelegenen, magnesiumreichen Messstellen ab 750 m ermittelt werden. Generell ist zu bemerken, dass für den Zeitraum von 2011 bis 2019 für die Pb-210- und Po-210-Aktivitätskonzentrationen nur eine geringe Anzahl von Messergebnissen vorliegt. In der Abbildung 68 sind die Ergebnisse für Pb-210 und in Abbildung 69 für Po-210 zusammenfassend dargestellt.

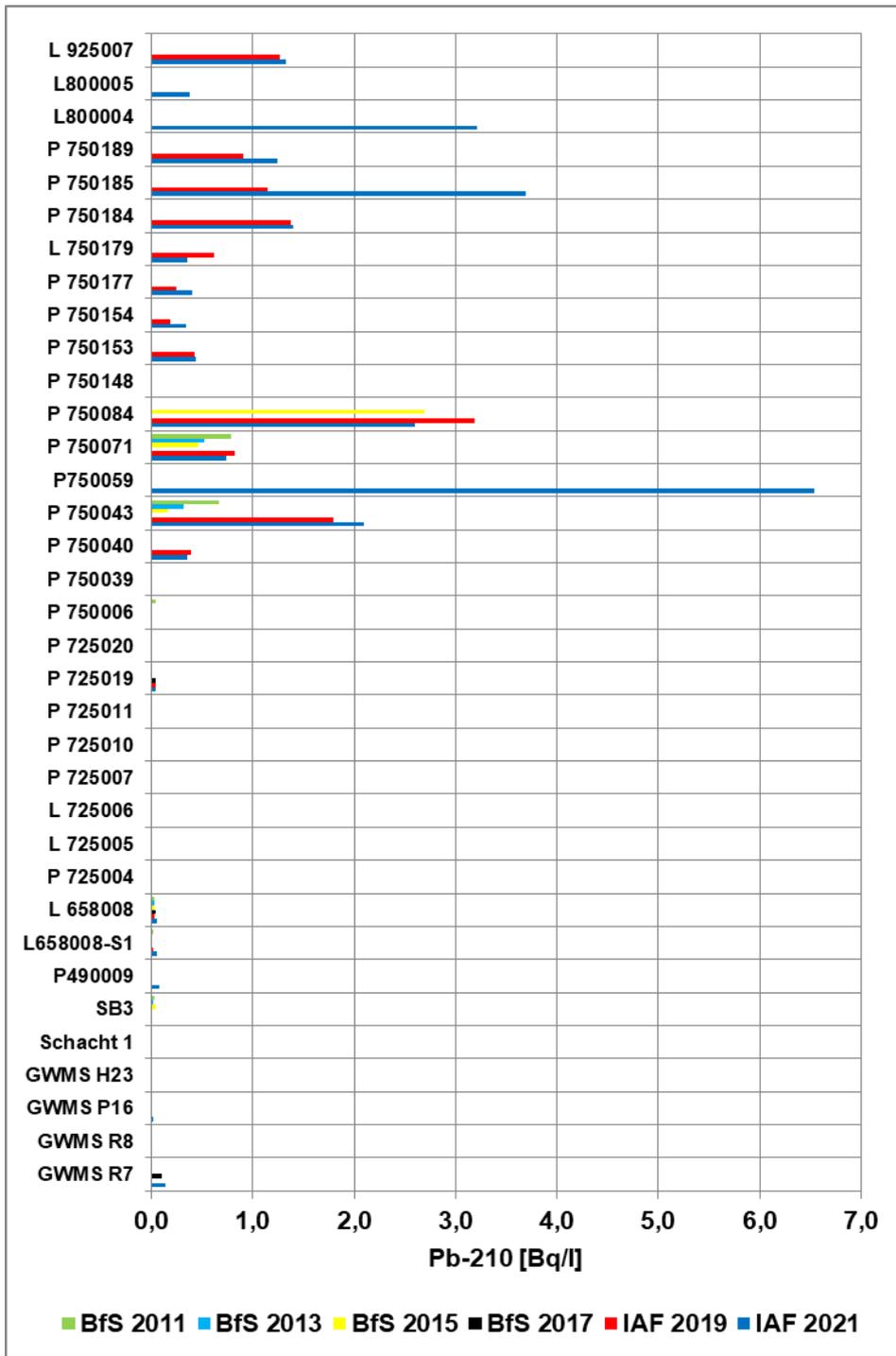


Abbildung 68: Zusammenstellung aller Pb-210-Messergebnisse von 2011 - 2021

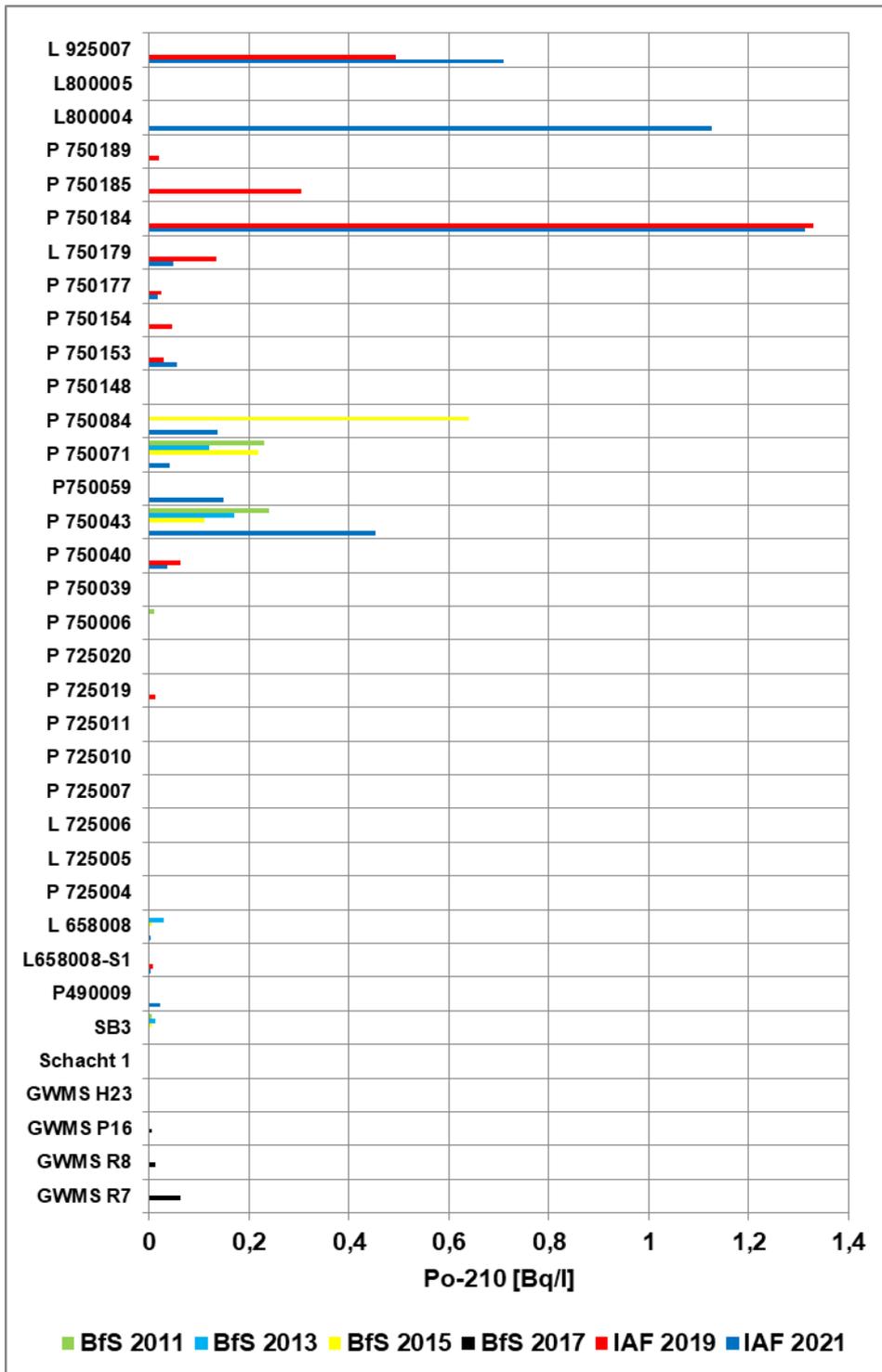


Abbildung 69: Zusammenstellung aller Po-210-Messergebnisse von 2011 - 2021

In der Abbildung 70 sind die Pb-210- und Po-210-Aktivitätskonzentrationen von ausgewählten Proben der Messkampagne 2021 gemeinsam grafisch dargestellt. Falls keine Messwerte für Po-210 angegeben sind, bedeutet dies, dass für diese Messungen nur Nachweisgrenzen existieren. Aus dieser Darstellung ist ersichtlich, dass bis auf wenige Ausnahmen, die Po-210-Aktivitätskonzentrationen signifikant geringer als die von Pb-210 sind. Das bedeutet, dass wahrscheinlich hauptsächlich Pb-210 in der Salzlösung der jeweiligen Messstelle existiert.

tent bzw. dorthin migriert, jedoch nicht Po-210, dessen Aktivitätskonzentration sich je nach Zeitdauer auf Grund von Nachbildung erhöht.

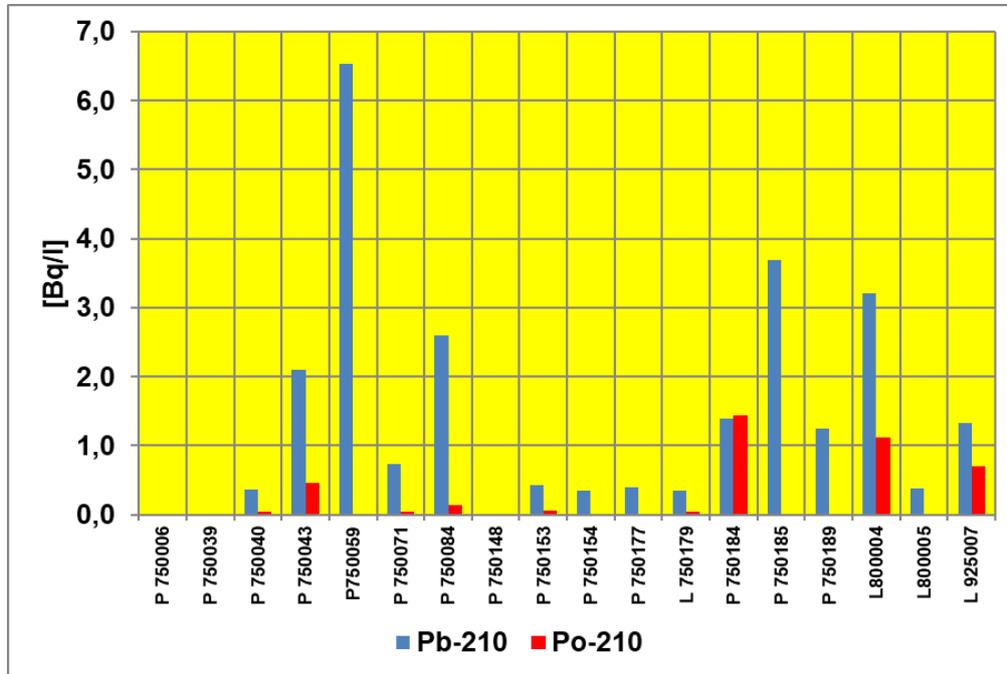


Abbildung 70: Pb-210- und Po-210-Aktivitätskonzentrationen in den ausgewählten Proben der Messkampagne 2021

In der Abbildung 71 sind zur besseren Übersicht die gemessenen Po-210-Aktivitätskonzentrationen in Abhängigkeit von den Pb-210-Aktivitätskonzentrationen und in der Abbildung 72 das Aktivitätsverhältnis Po-210/Pb-210 in Abhängigkeit von den Pb-210-Aktivitätskonzentrationen dargestellt. Es ist zu erkennen, dass bei den meisten Proben das Aktivitätsverhältnis von $R = \text{Po-210/Pb-210} < 0,4$ ist. Bei einer Probe (P750184) ist praktisch radioaktives Gleichgewicht ($R = 0,94$) zwischen Pb-210 und Po-210 gegeben. Dies wurde bei dieser Messstelle in 2019 ebenfalls festgestellt und scheint auf eine mehrmonatige Lagerzeit bzw. Nachbildungszeit hinzuweisen. Ein Aktivitätsverhältnis von $R = 0,54$ (in 2019 0,39) wurde in der Probe P925007 festgestellt, wobei wahrscheinlich die Po-210-Aktivitätskonzentration allein auf eine Nachbildung nach einer Lagerungszeit von rund 5 Monaten entstanden sein könnte.

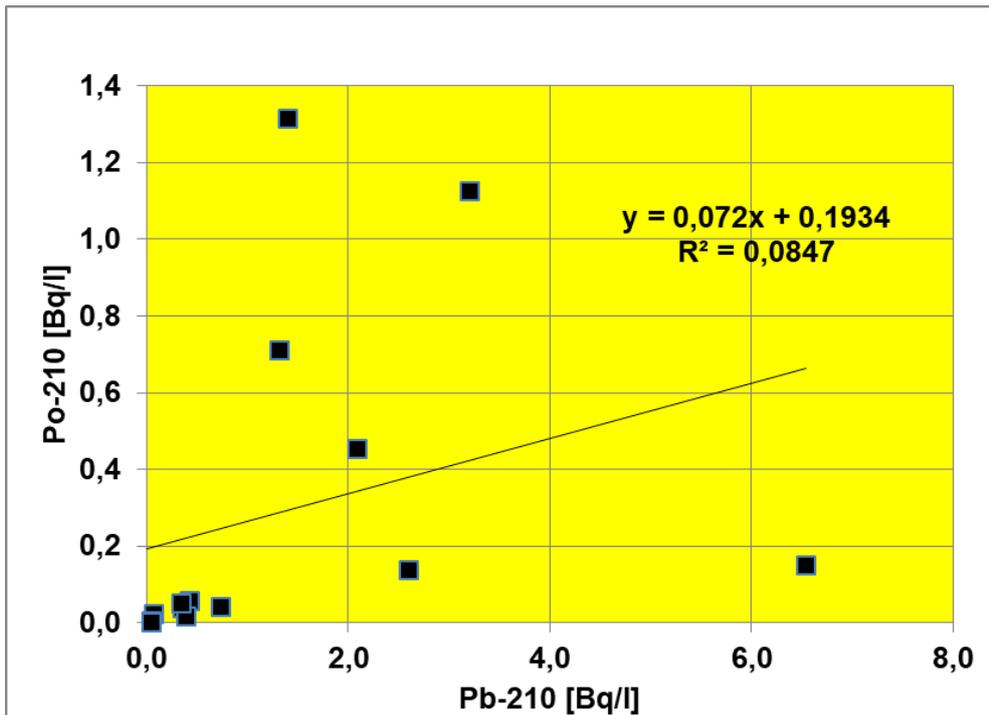


Abbildung 71: Po-210 in Abhängigkeit von der Pb-210-Aktivitätskonzentration in den ausgewählten Proben der Messkampagne 2021

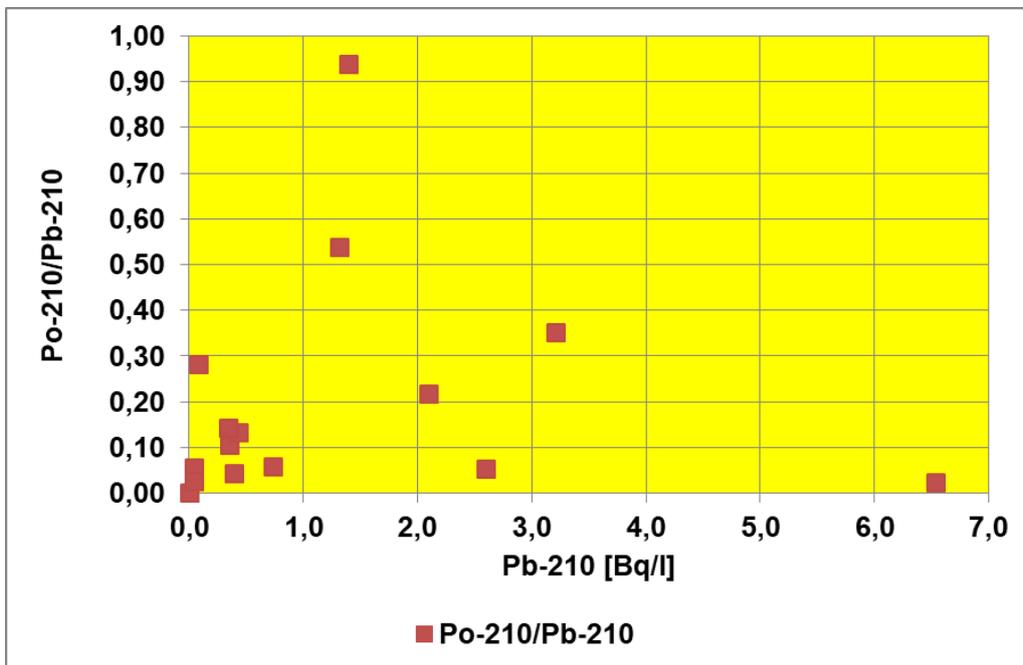


Abbildung 72: Aktivitätsverhältnis Po-210/Pb-210 in Abhängigkeit von der Pb-210-Aktivitätskonzentration in den ausgewählten Proben der Messkampagne 2021

7.3.3.5 Th-232, Th-230 und Th-228

Erstmalig wurden im Rahmen der Charakterisierungsmessung im Jahre 2017 durch das BfS [7] auch die Thoriumisotope Th-228, Th-230 und Th-232 aus den natürlichen Zerfallsreihen von Th-232 und U-238 untersucht. Diese Art von Messungen wurde durch IAF im Jahre 2019 und jetzt auch in 2021 an ausgewählten Salzlösungen wiederholt.

Für Th-232 konnten in 2021, wie auch zuvor nur Messwerte von $< \text{NWG}$ erzielt werden (s. Ergebnisse in der Tabelle 11). Auch das Tochternuklid Th-228, ein Zerfallsprodukt von Ra-228, konnte nur in wenigen Proben auf sehr niedrigem Aktivitätsniveau nachgewiesen werden. Die Vergleichsmessungen von 2021 des BfS zur Qualitätssicherung [12] (s. Anhang F) bestätigen diese Ergebnisse voll umfänglich.

In 2017 wurden jedoch durch das BfS in einigen Messstellen Th-228 auf einem sehr niedrigem Niveau in den Salzlösungen nachgewiesen. Dies betrifft auch die Zutrittsstelle L658008, für die eine Th-228-Aktivitätskonzentration von 0,047 Bq/l ermittelt wurde. In der Messkampagne 2019 und 2021 konnte dagegen Th-228 sowohl von IAF als auch vom BfS nicht nachgewiesen werden. Es wurde nur eine sehr niedrige NWG von 0,010 Bq/l angegeben. Diese Diskrepanz ist darauf zurückzuführen, dass in 2017 im Gegensatz zu den Folgejahren die Th-228-Aktivitätskonzentrationen generell auf den Messzeitpunkt bezogen waren und somit die Nachbildung von Th-228 aus dem Zerfall von Ra-228 nicht subtrahiert wurde.

Th-230 wurde in Proben von 5 Messstellen auf einem sehr niedrigem Niveau (maximal 15 mBq/l) nachgewiesen (s. Ergebnisse in der Tabelle 11).

7.4 Qualitätssicherung der Messwerte durch das BfS

Zur Qualitätssicherung der in der Probenahmekampagne 2021 durchgeführten radiologischen Messungen wurden durch das BfS an 6 Messstellen parallel Proben entnommen und im Labor des BfS analysiert. Der entsprechende Bericht zur Qualitätssicherung [12] ist in Anhang F enthalten. Die Ergebnisse sind in Tabelle 15 und Tabelle 16 zusammengestellt und liefern einen Überblick der vom BfS und der IAF untersuchten Proben. Dabei wird über den Umfang des Qualitätssicherungsprogramms in der Leistungsbeschreibung hinausgegangen. Aus diesem Vergleich folgt, dass die durch IAF erzielten Ergebnisse voll umfänglich mit denen des BfS übereinstimmen. Die Messwerte von Tc-99 stimmen dabei noch innerhalb der relativ hohen Messunsicherheiten überein, nichtsdestotrotz sind hier methodische Verbesserungen zur Verringerung der Unsicherheiten bei zukünftigen Analysen anzustreben.

Im Resümee des BfS zum Messwertvergleich ist zusammengefasst, dass die Messergebnisse von BfS und IAF im Rahmen der berechneten Messunsicherheiten gut übereinstimmen. Der Vergleich der Messergebnisse für die direkt gemessenen Gammastrahler, die Alphastrahler und auch für den Betastrahler Ni-63 ergaben die besten Übereinstimmungen. Aus Sicht des BfS ist besonders hervorzuheben, dass in salinaren Lösungen Radionuklide trotz der sehr niedrigen Aktivitätskonzentrationen von wenigen mBq/l nachgewiesen werden konnten und sich für die Mehrzahl der Ergebnisse eine „gute“ bis „sehr gute“ Vergleichbarkeit ergeben hat.

Tabelle 15: Vergleich der Analysenergebnisse von IAF und BfS im Rahmen der Messungen zur Qualitätssicherung für die Proben von den Messstellen L658008, P725019 und P750043 in Bq/l

Messstelle	L658008		P725019		P750043	
	IAF	BfS	IAF	BfS	IAF	BfS
C-14 ges.					192	n.a.*
Ni-63					23,1	20,7
Sr-90					< NWG	< NWG
Cs-137					6980	6960
Pu-238					0,0014	< NWG
Pu-239/240					0,0019	< NWG
Am-241					0,0120	0,0153
K-40	93	99	342	340	681	670
Pb-210	0,048	0,0497				
Po-210	< NWG	0,0024				
Ra-224	2,05	2,63				
		2,73				
Ra-226	0,242	0,291				
		0,283				
Ra-228	0,558	0,622				
		0,58				
U-234			0,120	0,121		
U-235			0,0030	0,0036		
U-238			0,068	0,070		
Th-228	< NWG	< NWG				

* Messungen für C-14 ges. werden in absehbarer Zeit vom BfS nicht durchgeführt.

Tabelle 16: Wie Tabelle 15, jedoch für die Proben von den Messstellen P750084, P750185 und P750189 in Bq/l

Messstelle	P750084		P750185		P750189	
	IAF	BfS	IAF	BfS	IAF	BfS
H-3	335000	325600				
C-14 ges.	42,3	n.a.				
Co-60	0,714	0,64				
Ni-63	837	832				
Tc-99	14,5	25,9				
Cs-137	94.400	100.000				
K-40	173	187	411	400	479	480
Pb-210	2,60	2,66	3,69	2,44	1,24	1,31
				4,1		
Po-210	0,137	0,0823				
Ra-226			0,017	0,0143	0,010	0,0109
Ra-228	< NWG	< NWG	0,028	0,049	0,049	0,077
Th-228	0,012	< NWG	0,0065		0,0056	

8 Diskussion der Untersuchungsergebnisse der Grundwasserproben und der Probe aus Schacht Asse 1

Von 4 Grundwassermessstellen (s. Abbildung 16) und von Schacht Asse 1 (s. Abbildung 17) sind die Proben vom AG entnommen worden und der IAF zur chemischen und radiologischen Analyse zur Verfügung gestellt worden. Die Ergebnisse wurden im Rahmen der Diskussion in den vorherigen Kapiteln diskutiert. An dieser Stelle soll eine zusammenfassende Bewertung erfolgen. Die Ergebnisse der chemischen Analyse sind in der Tabelle 17 zusammengestellt.

Tabelle 17: Chemisch-physikalische Parameter der Proben aus den Grundwassermessstellen und von Schacht 1

Messstelle	pH-Wert	Dichte	Fe	Na	K	Mg
		kg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
R7	8,7	1,206	1,85	112000	1220	1490
R8	5,9	1,072	24,5	37900	446	558
P16	6,8	1,000	< BG	14,2	1,88	24,2
H23	7,0	1,000	< BG	9,21	2,17	35,9
Schacht 1	7,2	1,002	< BG	279	13,9	148
Messstelle	Ca	Chlorid	Sulfat	Ammonium	Nitrat	
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
R7	8550	198000	509	47,90	< BG	
R8	1780	62300	4410	14,90	< BG	
P16	155	31,9	75	< BG	11,1	
H23	120	23,9	110	< BG	26,8	
Schacht 1	263	673	702	< BG	10,4	

< BG: kleiner als Bestimmungsgrenze

Es ist klar ersichtlich, dass sich die analysierten Wasserproben in ihrer chemischen Zusammensetzung deutlich voneinander unterscheiden. Die Proben P16, H23 sowie die aus dem Schacht 1 sind schwächer mineralisiert und eher mit der einer Mineral- bzw. Trinkwasserprobe vergleichbar, während die Proben R8 und v.a. R7 wegen ihrer höheren Salinität eher als Salzlösung zu bezeichnen wären. Probe R7 ist dabei von NaCl dominiert, weist aber auch einen deutlich höheren Ca-Gehalt als die Lösungen aus der Schachtanlage auf. Der pH-Wert ist mit 8,7 ebenfalls signifikant höher als die der Laugenproben (2,8 bis 7,0, Median 5,8). In den Proben R7 und R8 wurden deutliche Gehalte an Fe sowie Ammonium nachgewiesen. Kein Fe und Ammonium ist dagegen in den Proben P16, H23 und Schacht 1 enthalten, jedoch Spuren von Nitrat sind nachweisbar.

Insgesamt gesehen, scheint in den untersuchten Proben kein direkter Einfluss von den Salzlösungen aus der Schachtanlage Asse II (s. Ergebnisse in Kapitel 6) erkennbar zu sein. Diese Schlussfolgerung wird auch durch die radiologischen Messergebnisse (s. Tabelle 18) nachhaltig gestützt.

In der Tabelle 18 sind die Ergebnisse der Radionuklidanalysen der Proben aus den Grundwassermessstellen und von Schacht 1 zusammengestellt. In keiner Probe konnten relevante künstliche Radionuklide nachgewiesen werden. Die erreichten Erkennungs- und Nachweisgrenzen sind in Analysetabellen im Anhang B angegeben. Üblicherweise wurde die H-3-Aktivitätskonzentration mittels LSC-Direktmessung nach Destillation ermittelt. Hierbei resultiert eine Nachweisgrenze von etwa 2 Bq/l. Bei den Grundwasserproben P16, H23 und von Schacht 1 wurde abweichend das Verfahren der elektrolytischen Aufkonzentrierung eingesetzt, wodurch eine Verbesserung der Nachweisgrenze auf etwa 0,1 Bq/l einhergeht. Während bei den Direktmessungen der anderen Grundwässer keine Messwerte oberhalb der Nachweisgrenzen erreicht wurden, konnten durch die Messung nach elektrolytischer Aufkonzentrierung bei den Proben P16, H23 und von Schacht 1 Messergebnisse im Bereich von 0,5 Bq/l ermittelt werden. Diese Werte sind typisch für Tritiumkonzentration in Grund- und Oberflächenwässern und sind auf die Auswaschung von natürlicherweise in der Atmosphäre gebildetem Tritium zurückzuführen.

Tabelle 18: Ergebnisse der Radionuklidanalysen der Proben aus den Grundwassermessstellen und von Schacht 1

Messstelle	K-40	Co-60	Nb-94	Ag-108m	Sb-125	I-129	Ba-133
	Bq/l	Bq/l	Bq/l	Bq/l	Bq/l	Bq/l	Bq/l
R7	40	< NWG	< NWG	< NWG	< NWG	< NWG	< NWG
R8	15	< NWG	< NWG	< NWG	< NWG	< NWG	< NWG
P16	< NWG	< NWG	< NWG	< NWG	< NWG	< NWG	< NWG
H23	< NWG	< NWG	< NWG	< NWG	< NWG	< NWG	< NWG
Schacht 1	< NWG	< NWG	< NWG	< NWG	< NWG	< NWG	< NWG
Messstelle	Cs-137	Eu-152	Eu-154	H-3	C-14 anorg.	Ra-226	Ra-228
	Bq/l	Bq/l	Bq/l	Bq/l	Bq/l	Bq/l	Bq/l
R7	< NWG	< NWG	< NWG	< NWG	< NWG	11,0	0,435
R8	< NWG	< NWG	< NWG	< NWG	< NWG	0,939	0,060
P16	< NWG	< NWG	< NWG	0,57	< NWG	0,011	0,0076
H23	< NWG	< NWG	< NWG	0,44	< NWG	0,015	< NWG
Schacht 1	< NWG	< NWG	< NWG	0,52	< NWG	0,007	< NWG
Messstelle	Po-210	Pb-210	U-238	U-234			
	Bq/l	Bq/l	Bq/l	Bq/l			
R7	0,052	0,131	< NWG	< NWG			
R8	0,006	< NWG	< NWG	< NWG			
P16	0,0052	0,0068	0,025	0,052			
H23	0,0015	< NWG	0,021	0,055			
Schacht 1	0,003	< NWG	0,150	0,442			

Die Grundwasserproben enthalten teilweise erhöhte Aktivitätskonzentrationen an natürlichen Radionukliden. Bei den Ra-Nukliden liefern die Grundwasserproben und die Probe aus Schacht Asse 1 ein differenziertes Bild. Während die Ra-226- und Ra-228-Aktivitätskonzentrationen in den Proben P16, H23 und Schacht 1 auf niedrigem Niveau, teil-

weise im Bereich der Nachweisgrenze, liegen, sind die Ra-226-Gehalte bei Messstelle R7 mit etwa 11 Bq/l und bei R8 mit knapp 1 Bq/l sehr hoch und auch deutlich höher als die Ra-228-Gehalte (Faktor 25 bzw. Faktor 16). Ein gegenüber normalen Grundwasserproben erhöhter Pb-210 wurde nur bei Probe R7 (Tiefenbohrung) ermittelt. Bei den Urannukliden wurden bei den Proben R7 und R8 keine Messwerte oberhalb der Nachweisgrenze ermittelt, bei den Proben P16 und H23 sind die Gehalte relativ gering. Lediglich bei der Probe aus Schacht 1 sind mit 150 mBq/l (U-238) bzw. 442 mBq/l (U-234) etwas erhöhte Aktivitätskonzentrationen zu verzeichnen. Es sollte u.E. geklärt werden, ob dies z.B. auf die Ausmauerung des Schachts zurückzuführen ist.

Insgesamt ergeben die Ergebnisse der radiologischen Untersuchungen keine Hinweise auf eine direkte Beeinflussung durch Wasser bzw. Salzlösungen der Schachtanlage.

9 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Die Messergebnisse aus dem Jahre 2021 bestätigen voll umfänglich die in der Charakterisierungsmessung von 2019 [8] und vom BfS in 2017 [7] erhaltenen Ergebnisse. Es wurde bestätigt, dass H-3 und Cs-137 die Leitnuklide in den Salzlösungen der relevanten Messstellen sind. Die Auswertung der im Rahmen der hier vorgestellten Untersuchungen erhaltenen Messergebnisse ergab keine Hinweise darauf, dass die bisherige Empfehlung zur Verwendung der Radionuklide Cs-137 und H-3 als Leitnuklide modifiziert werden muss. Dies ist in Übereinstimmung mit den in 2019 und den durch das BfS im Bericht für das Jahr 2017 zusammengefassten Schlussfolgerungen. Zur Darstellung von Trends seit 2011 wurden alle Messergebnisse soweit vorhanden, grafisch dargestellt und die von IAF in 2021 erhaltenen Ergebnisse mit den früher von IAF und vom BfS publizierten Ergebnissen verglichen. Einige Proben wurden durch das BfS zur externen Qualitätssicherung analysiert [12]. Eine gute Übereinstimmung mit den Messwerten war in allen Fällen gegeben.

Mittels Gammaskopimetrie konnte Cs-137 an 7 Messstellen nachgewiesen werden. Bei 4 Messstellen sind die Cs-137-Aktivitätskonzentrationen im Bereich von wenigen Bq/l und noch niedriger einzuordnen. Die höchsten Cs-137-Aktivitätskonzentrationen weisen die 3 stärker kontaminierten Lösungen P750043, P750071 und P750084 auf, wobei bei letzterer Messstelle maximal knapp 100 kBq/l erreicht wurden. An dieser Messstelle konnten zudem noch Spuren von Co-60 (0,71 Bq/l) nachgewiesen werden. Die Cs-137-Aktivitätskonzentrationen der Messstelle P750084 waren im Vergleich zur Voruntersuchung weitestgehend unverändert, bei Messstelle P750043 wurde eine Abnahme, bei P750071 eine Zunahme verzeichnet.

Das sehr mobile Nuklid H-3 wurde in 23 Messstellen in der Schachtanlage nachgewiesen. Die höchsten Aktivitätskonzentrationen im Bereich von einigen kBq/l bis zu 1 MBq/l weisen die drei stärker kontaminierten Lösungen P750043, P750071 und P750084 sowie Messstelle P750006 auf. Auch bei Messstellen auf der 725 m-Sohle und bei Messstelle L925007 sind erhöhte H-3-Aktivitätskonzentrationen festgestellt worden.

Die H-3-Aktivitätskonzentrationen der Messstelle P750084 waren im Vergleich zur Voruntersuchung weitestgehend unverändert, bei Messstelle P750043 wurde eine Abnahme, bei P750071 eine Zunahme verzeichnet.

Trotz eines hohen Mess- und Präparationsaufwands konnte in allen 6 ausgewählten Proben das Radionuklid Sr-90 nicht nachgewiesen werden.

Tc-99 konnte in 2 der 3 untersuchten Proben Tc-99 nachgewiesen werden. Die höchste Tc-99-Aktivitätskonzentration wurde mit 14,5 Bq/l bei Messstelle P750084 ermittelt und ist damit etwas geringer als die in 2019.

Ni-63 wurde in 3 der 5 der zu untersuchenden Proben Ni-63 nachgewiesen. Die höchste Aktivitätskonzentration von 837 Bq/l wurde in der Probe von der Messstelle P750084 nachgewiesen, sie erreicht damit das Niveau von 2019 (867 Bq/l). Bei Messstelle P750071 war die gemessene Ni-63-Aktivitätskonzentration mit 194 Bq/l etwas höher als früher mit 123 Bq/l.

In 3 der 4 zu untersuchenden Proben von den Messstellen (P750071, P750043, P750084) wurde mit einem hohen Mess- und Präparationsaufwand Am-241 auf einem sehr niedrigem Niveau nachgewiesen (1,0 - 12,0 mBq/l). Für Pu-238 und Pu-239/240 stellt sich die Situation ähnlich wie für Am-241 dar. In 2 von den 4 zu untersuchenden Proben von den Messstellen (P750071 und P750043) wurden Pu-238 und Pu-239/240 durch Einsatz einer aufwändigen Probenaufbereitung auf einem sehr niedrigen Niveau nachgewiesen (0,88 bis 2,8 mBq/l).

In ausgewählten Proben wurde anorganisches und Gesamt-C-14 analysiert. Nennenswerte Gehalte wurden in den 3 kontaminierten Lösungen P750043, P7500471 und P750084 nachgewiesen. In allen Proben ist die Aktivitätskonzentration von C-14 (gesamt) deutlich größer als die des anorganischen C-14. Die Hauptkontamination ist daher auf organisch gebundenes C-14 zurückzuführen. Der Anteil des anorganischen C-14 am Gesamt-C-14 liegt typischerweise bei etwa 3%, bei Probe P750071 beträgt er 17%. Für die vergleichsweise hohen C-14 (gesamt)-Aktivitätskonzentrationen bei der Messstelle P750043 wurde zuletzt ein Rückgang von 298 (2019) auf 192 Bq/l (2021) beobachtet, der im Zusammenhang mit einem allgemeinen Rückgang an Kontaminanten (H-3, Cs-137) einhergeht. Bei Probe P750084 sind die Aktivitätskonzentrationen bei 40 Bq/l einzuordnen (2021: 42,3 und 2019 38,3). Bei Probe P750071 wurde entgegen des ansteigenden Trends bei H-3 und Cs-137 eine Verringerung des C-14-Gesamtgehaltes von 7,15 auf 3,5 Bq/l beobachtet.

Durch das BfS wurde im Jahre 2017 zusammenfassend festgestellt [7], dass sich die radiologische Situation an den Messstellen der 490-m-, der 553-m-, der 574-m-, der 658-m-, der 725-m- und der 750-m-Sohle, auf die früheren Jahre 2008, 2009, 2011, 2013 und 2015 nicht verändert haben und die Kriterien bezüglich der Freigabe von Salzlösungen nach StrlSchV weiterhin erfüllt sind. Die IAF Messergebnisse aus dem Jahre 2019 [8] und aus 2021 bestätigen diese Aussage vollumfänglich.

Die chemischen und radiologischen Untersuchungen der Grundwasserproben und der Wasserprobe aus Schacht 1 ergeben keine Hinweise auf eine Beeinflussung durch saline Wasser aus der Schachtanlage Asse II. Es kann vielmehr auf eine vollkommen unterschiedliche Genese der Wässer geschlossen werden.

10 Literaturverzeichnis

- [1] Bundesgesellschaft für Endlagerung: „Beprobung und Analyse von Salzlösungen in der Schachtanlage Asse II – Leistungsbeschreibung“, Vergabenummer: ASEUVgO1-21-01-RJ
- [2] Brenk Systemplanung GmbH: Standortbezogene Freigabe von Zutrittslösungen aus der Schachtanlage Asse – Zwischenbericht zur Freigabe von Zutrittslösungen auf der Basis vollständiger Freigabemessungen. Aachen, 12.10.2008
- [3] Brenk Systemplanung GmbH: Beprobung und Analyse von Salzlösungen 2009, Schachtanlage Asse II – Endbericht. Aachen, 16.12.2009
- [4] Bundesamt für Strahlenschutz: Beprobung und Analyse von Salzlösungen und Salzen 2011 – Schachtanlage Asse II, 9A–65161000, LE-RB-0008, 18.11.2011
- [5] Bundesamt für Strahlenschutz: Beprobung und Analyse von Salzlösungen, Salzen und Grundwässern 2013 – Schachtanlage Asse II, 9A–65161000, LE-RB-0013, 13.11.2013
- [6] Bundesamt für Strahlenschutz: Beprobung und Analyse von Salzlösungen und Salzen 2015 – Schachtanlage Asse II, 9A–65161000, LE-RB-0014, 13.11.2015
- [7] Bundesamt für Strahlenschutz: Beprobung und Analyse von Salzlösungen und Salzen 2017 – Schachtanlage Asse II, 9A–65161000, LE-RB-0015, 21.11.2017
- [8] Beprobung und Analyse von Salzlösungen in der Schachtanlage Asse II im Jahr 2019, IAF-Radioökologie GmbH, 24.07.2020
- [9] Bundesgesellschaft für Endlagerung: Arbeitsanweisung – Probenahme Salzlösungen, 9A-65250000-01STS/LE/DA/0001/02, Stand 06.09.2018
- [10] Akkreditierungsurkunde der IAF-Radioökologie GmbH, ausgestellt von der Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH am 21.06.2019, Registrierungsnummer der Urkunde: D-PL-11201-01-00
- [11] Strahlenschutzverordnung vom 29. November 2018 (BGBl. I S. 2034, 2036)
- [12] Bundesamt für Strahlenschutz: Beprobung und Analyse von Salzlösungen 2021 Schachtanlage Asse II, Unabhängiger Bericht zur Qualitätssicherung von Radioaktivitätsmessungen in hochsalinaren Lösungen, UR – 03/2022, Juni 2022
- [13] Probenaufbereitung von hochkonzentrierten Salzlösungen zur Bestimmung von Tritium in der wässrigen Phase, Interne Berichte der IAF-Radioökologie, Mai 2020
- [14] <https://www.bge.de/de/asse/themenschwerpunkte/themenschwerpunkt-das-wasser-in-der-asse/warum-laeuft-wasser-in-die-asse/>
- [15] IAF-Radioökologie GmbH, Interne Berichte
- [16] R. Gellermann und Stolz, Z.Umweltchem., Ökotox. 9 (1997)
- [17] M. Beyermann, T. Bünger, K. Gehrcke, D. Obrikat Strahlenexposition durch natürliche Radionuklide im Trinkwasser in der Bundesrepublik Deutschland, BfS-SW-06/09 urn:nbn:de:0221-20100319945, BfS Salzgitter 2009

IAF - Radioökologie GmbH

Labor für Radionuklidanalytik | Radiologische Gutachten | Consulting

Beprobung und Analyse von Salzlösungen in der Schachanlage Asse II im Jahr 2021

Anhang A - Fotodokumentation über die Probeentnahme von Salzlösungen

Auftraggeber: BGE Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH
Eschenstraße 55
31224 Peine

Projektname: Beprobung und Analyse von Salzlösungen
in der Schachanlage Asse II im Jahr 2021

Projektnummer: 211018-01

Auftragnehmer: IAF-Radioökologie GmbH

Autor: Dr. rer. nat. habil. [REDACTED]
Dr. rer. nat. [REDACTED]
Dr. rer. nat. [REDACTED]

Radeberg, den 30.05.2022

[REDACTED]

Geschäftsführer



Wilhelm-Rönsch-Str. 9
01454 Radeberg
Tel. +49 (0) 3528 48730-0
Fax +49 (0) 3528 48730-22
E-Mail info@iaf-dresden.de

Geschäftsführer:
Dr. rer. nat. habil. Hartmut Schulz
Dr. rer. nat. Christian Kunze
Dipl.-Ing. (BA) René Baumert
Handelsregister: HRB 9185
Amtsgericht Dresden

Bankverbindung:
HypoVereinsbank Dresden
IBAN: DE92 8502 0086 5360 1794 29
SWIFT (BIC): HYVEDEMM496

Anhang A

Fotodokumentation über die Probeentnahme von Salzlösungen

Tabelle 1: Übersicht über die jeweiligen Bild-Nummern zu den Probe-Nummern mit Datum der Probenahme und Zuordnung zu den Entnahmestellen der Asse.

Lfd. Probe-Nr.	Datum der Probenahme	Entnahmestelle Asse	Sohle	Bild-Nr.
GW1	14.09.2021	GWMS P16	-	kein Foto
GW2	15.09.2021	Schacht 1	-	kein Foto
GW3	16.09.2021	GWMS H23	-	kein Foto
GW4	28.09.2021	GWMS R7	-	kein Foto
GW5	28.09.2021	GWMS R8	-	kein Foto
1	12.10.2021	P750084	750 m	1,2
2	12.10.2021	P750071	750 m	3,4
3	12.10.2021	L925007	925 m	kein Foto
4	12.10.2021	P750006	750 m	5,6
5	13.10.2021	SB3-490m	490 m	7
6	13.10.2021	P490009	490 m	kein Foto
7	13.10.2021	P725011	725 m	8
8	13.10.2021	P725019	725 m	9
9	13.10.2021	P725020	725 m	10
10	13.10.2021	P750153	750 m	11
11	13.10.2021	P750154	750 m	12
12	13.10.2021	P750177	750 m	13,14
13	13.10.2021	L800004	800 m	15,16
14	13.10.2021	L800005	800 m	17,18
15	14.10.2021	L658008	658 m	19,20
16	14.10.2021	P725004	725 m	21
17	14.10.2021	L725005	725 m	22,23
18	14.10.2021	L725006	725 m	24
19	14.10.2021	P725007	725 m	kein Foto
20	14.10.2021	P725010	725 m	25
21	14.10.2021	P750039	750 m	26,27
22	14.10.2021	P750040	750 m	28,29
23	14.10.2021	P750059	750 m	30,31
24	14.10.2021	L658008-S1	658 m	kein Foto
25	14.10.2021	P750148	750 m	32
26	14.10.2021	P750185	750 m	33,34
27	14.10.2021	P750189	750 m	35,36
28	26.10.2021	P750043	750 m	kein Foto
29	27.10.2021	L750179	750 m	kein Foto
30	27.10.2021	P750184	750 m	kein Foto

Die folgenden Bilder wurden im Zeitraum vom 12. bis 14.10.2021 durch Mitarbeiter der IAF-Radioökologie GmbH unterstützt durch Mitarbeiter des Bundesamts für Strahlenschutz aufgenommen. Sie dokumentieren die Probeentnahme der Salzlaugen aus der Schachtanlage Asse II. Die Zuordnung der Probe-Nummern ist analog zu Tabelle 1. Von den Probenahmen der Grundwässer und von Schacht 1 vor der eigentlichen Probenahmekampagne sowie von den nachträglich entnommenen Salzlaugen existieren keine Fotos.

Probe-Nr. 1:

Bild 1 und 2 NE-Abschnitt der nördlichen Richtstrecke nach Osten, vor dem Sumpf vor ELK 12/750 (4. von 15 Sohlbohrungen/Laugekontrollbohrungen), P750084

Probe-Nr. 2:

Bild 3 und 4: Austritt in der nördlichen Umfahrung von Blindschacht 2/750 und aus dem Baugrund WL-750-16a (nördliche Mauer, nach der Auffahrung), P750071.

Probe-Nr. 3:

Keine Bilder vorhanden

PGBrl. 800-1, vor der Mauer BS 1/800-m-S, P925007

Probe-Nr. 4:



Bild 5 und 6: Sumpf im Zugang zum Abbau 9E/750 auf der 750-m-Sohle, P750006.

Probe-Nr. 5:



Bild 7: Speicherbecken 3 auf der 490-m-Sohle, SB3.

Probe-Nr. 6:

Keine Bilder vorhanden

EBrg. 045-532 im Abbau 9/490, P490009

Probe-Nr. 7:



Bild 8: Erkundungsbohrung EBrG. SV-725-6.4 im Pfeiler 2-3/725 auf der 725-m-Sohle, P725011.

Probe-Nr. 8:



Bild 9: Fallende Erkundungsbohrung EBrG. 08/725 (in SE-Richtung, ABR3) im Pfeiler 2-3/725 auf der 725-m-Sohle, P725019.

Probe-Nr. 9:



Bild 10: Fallende Erkundungsbohrung EBrig. 09/725 (in SE-Richtung, ABR4) im Pfeiler 3-4/725 auf der 725-m-Sohle, P725020.

Probe-Nr. 10:

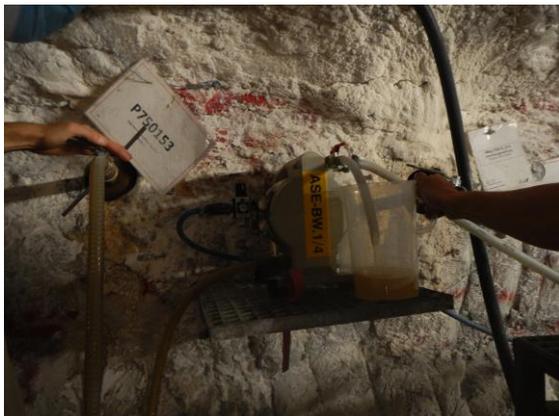


Bild 11: Geneigte Erkundungsbohrung EBrig. 750-2 Ost westlich des Blindschachtes 4/750 in Richtung des Kali-Abbaues 3E/750 auf der 750-m-Sohle, P750153.

Probe-Nr. 11:



Bild 12: Geneigte Erkundungsbohrung EBrig. 750-3-Ost westlich des Blindschachtes 4/750 in Richtung Kali-Abbau 3E/750 auf der 750-m-Sohle, P750154.

Probe-Nr. 12:



Bild 13 und 14: Versorgungsbohrung von der 700-m-Sohle zur 800-m-Sohle, P750177.

Probe-Nr. 13:

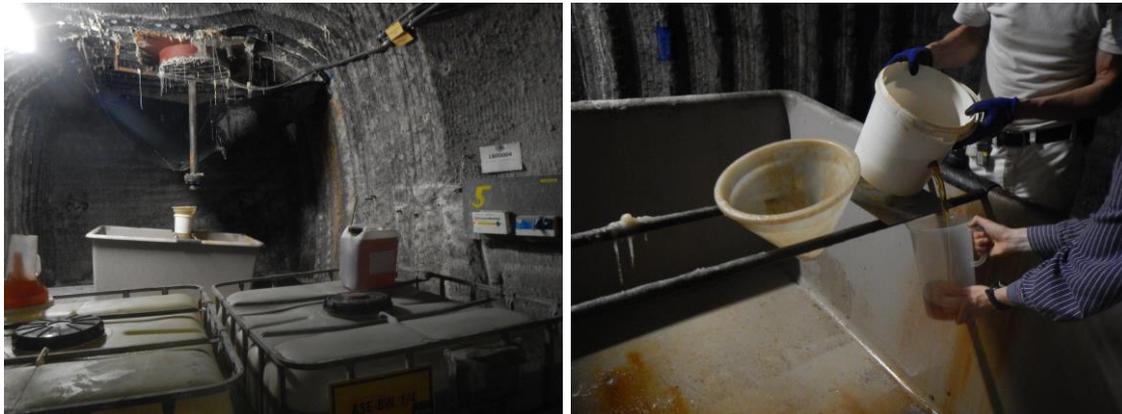


Bild 15 und 16: Lösungsaustritt im WBrl, P800004.

Probe-Nr. 14:

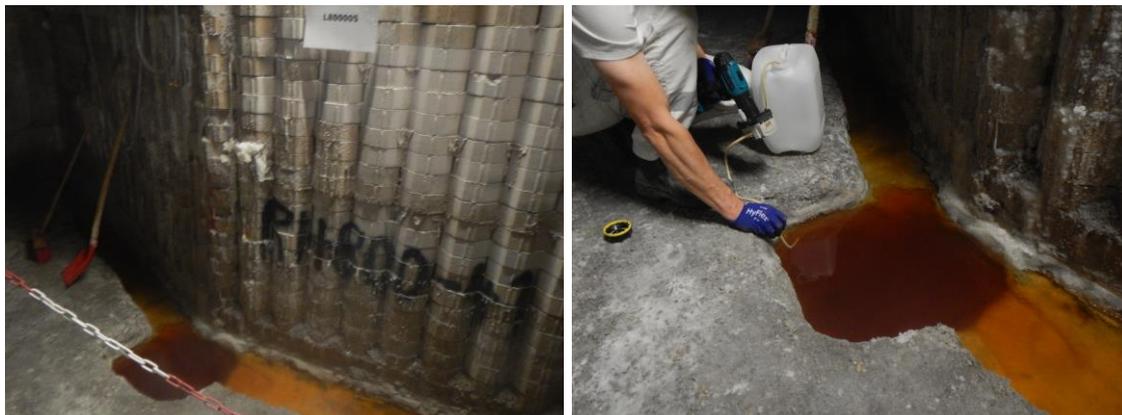


Bild 17 und 18: westlicher Blindschacht 800, P800005.

Probe-Nr. 15:



Bild 19 und 20: Abbau 3/658, Firste, SW-Ecke des S-Stoßes auf der 658-m-Sohle, L658008.

Probe-Nr. 16:



Bild 21: Schram und Sumpf in der Richtstrecke nach Westen 725 (Sohlenniveau, Gleitbogenstrecke, ABR3) im Pfeiler 2-3 auf der 725-m-Sohle, P725004.

Probe-Nr. 17:



Bild 22 und 23: Rolloch R1/725 in der Richtstrecke nach Westen 725 (Sohlenniveau, Gleitbogenstrecke) im Pfeiler 1-2/725, auf der 725-m-Sohle, L725005.

Probe-Nr. 18:



Bild 24: Rolloch R2/725 in der Richtstrecke nach Westen 725 (Sohlenniveau, Gleitbogenstrecke) im Pfeiler 3-4/725 auf der 725-m-Sohle, L725006.

Probe-Nr. 19:

Keine Bilder vorhanden

Schram und Schlitz in der Richtstrecke nach Westen 725 (Sohlenniveau, Gleitbogenstrecke, ABR4), nahe Blindschacht 2/725 auf der 725-m-Sohle, P725007.

Probe-Nr. 20:



Bild 25: Schramm und Schlitz in der Richtstrecke nach Westen 725 (Sohlenniveau, Gleitbogenstrecke, ABR2) im Pfeiler 2-3/725 auf der 725-m-Sohle, P725010.

Probe-Nr. 21:



Bild 26 und 27: Sumpf im Stummelort gegenüber Schacht 4 (Querschlag zu den Kaliabbauen 1/750 und 2W/750) auf der 750-m-Sohle, P750039.

Probe-Nr. 22:



Bild 28 und 29: Sumpf im Stummelort gegenüber dem ehem. Sprengstoff-Magazin (Querschlag zu den Kaliabbauen 3W/750 und 4W/750) auf der 750-m-Sohle, P750040.

Probe-Nr. 23:



Bild 30 und 31: Waschplatz Reicheltsumpf 750, P750059.

Probe-Nr. 24:

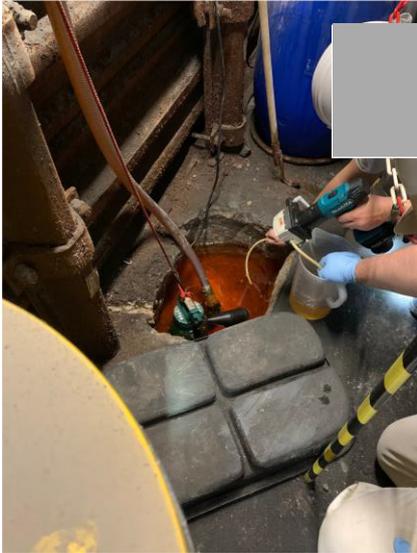


Bild 32 Lösungsaustritt in der Richtstrecke nach Westen auf der 750-m-Sohle, Gleitbogen, ca. 25 m südöstlich der Katasterlokaltät P750040, P750148.

Probe-Nr. 25:



Bild 33 und 34: Lösungsaustritt in der Erkundungsbohrung 750-11 West auf der 750-m-Sohle, P750185.

Probe-Nr. 26:



Bild 35 und 36: Lösungsaustritt in der Erkundungsbohrung 750-11.1 West auf der 750-m-Sohle, P750189.

IAF - Radioökologie GmbH

Labor für Radionuklidanalytik | Radiologische Gutachten | Consulting

Beprobung und Analyse von Salzlösungen in der Schachanlage Asse II im Jahr 2021

Anhang B – Radiologische Messwerte

Auftraggeber: BGE Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH
Eschenstraße 55
31224 Peine

Projektname: Beprobung und Analyse von Salzlösungen
in der Schachanlage Asse II im Jahr 2021

Projektnummer: 211018-01

Auftragnehmer: IAF-Radioökologie GmbH

Autor: Dr. rer. nat. habil. [REDACTED]
Dr. rer. nat. [REDACTED]
Dr. rer. nat. [REDACTED]

Radeberg, den 31.05.2022

[REDACTED]



Geschäftsführer

Wilhelm-Rönsch-Str. 9
01454 Radeberg
Tel. +49 (0) 3528 48730-0
Fax +49 (0) 3528 48730-22
E-Mail info@iaf-dresden.de

Geschäftsführer:
Dr. rer. nat. habil. Hartmut Schulz
Dr. rer. nat. Christian Kunze
Dipl.-Ing. (BA) René Baumert
Handelsregister: HRB 9185
Amtsgericht Dresden

Bankverbindung:
HypoVereinsbank Dresden
IBAN: DE92 8502 0086 5360 1794 29
SWIFT (BIC): HYVEDEMM496

Anhang B

Radiologische Messwerte

Tabelle 1:	Messwerte R7	3
Tabelle 2:	Messwerte R8	4
Tabelle 3:	Messwerte P16	5
Tabelle 4:	Messwerte H23	6
Tabelle 5:	Messwerte Schacht ASSE 1.....	7
Tabelle 6:	Messwerte SB 3.....	8
Tabelle 7:	Messwerte P490009.....	9
Tabelle 8:	Messwerte L658008-S1	10
Tabelle 9:	Messwerte L658008	11
Tabelle 10:	Messwerte P725004	12
Tabelle 11:	Messwerte L725005.....	13
Tabelle 12:	Messwerte L725006.....	14
Tabelle 13:	Messwerte P725007	15
Tabelle 14:	Messwerte P 725010.....	16
Tabelle 15:	Messwerte P725011	17
Tabelle 16:	Messwerte P725019	18
Tabelle 17:	Messwerte P725020	19
Tabelle 18:	Messwerte P750006	20
Tabelle 19:	Messwerte P750039	21
Tabelle 20:	Messwerte P750040	22
Tabelle 21:	Messwerte P750043	23
Tabelle 22:	Messwerte P750059	25
Tabelle 23:	Messwerte P750071	26
Tabelle 24:	Messwerte P750084	28
Tabelle 25:	Messwerte P750148	30
Tabelle 26:	Messwerte P750153	31
Tabelle 27:	Messwerte P750154	32
Tabelle 28:	Messwerte P750177	33
Tabelle 29:	Messwerte L750179.....	34
Tabelle 30:	Messwerte P750184	35
Tabelle 31:	Messwerte P750185	36
Tabelle 32:	Messwerte P750189	37
Tabelle 33:	Messwerte L800004.....	38
Tabelle 34:	Messwerte L800005.....	39
Tabelle 35:	Messwerte L925007.....	40

Anmerkungen:

- Die nachfolgenden Tabellen enthalten die Messergebnisse der Radionuklidbestimmungen, die Nachweisgrenzen (NWG) der jeweiligen Messung und für Ergebnisse oberhalb der NWG auch die kombinierte doppelte Standardmessunsicherheit. Die Messunsicherheit setzt sich zusammen aus der Unsicherheit, die durch die Zählstatistik bedingt ist, sowie aus den Unsicherheiten des Kalibrierfaktors und der chemischen Ausbeute.
- Die Messwerte für die Dichte (ρ in g/cm^3), die Temperatur (T in $^{\circ}\text{C}$), die Leitfähigkeit (Lf in mS/cm) und den pH-Wert wurden bei der Probeentnahme vor Ort bestimmt.

Tabelle 1: Messwerte R7

Probe	Sohle	Beschreibung	Datum/Uhrzeit
Grundwasser R7 (GW 020)	867 m	867 m tiefe Grundwassermessstelle südwestlich der Schachtanlage ASSE II	28.9.2021
pH-Wert	ρ [g/cm ³]	T [°C]	Lf [mS/cm]
8,7	1,2056	18,1	244

Nuklid	Methode	Nachweisgrenze (NWG) [Bq/l]	Messwert [Bq/l]	Unsicherheit* [%]
H-3	Beta-LSC	2,1	< NWG	
C-14 _{anorg.}	Beta-LSC	0,083	< NWG	
K-40	Gammaspektrometrie	2,91	40,1	9,2
Co-60	Gammaspektrometrie	0,157	< NWG	
Nb-94	Gammaspektrometrie	0,139	< NWG	
Ag-108m	Gammaspektrometrie	0,127	< NWG	
Sb-125	Gammaspektrometrie	0,381	< NWG	
I-129	Gammaspektrometrie	0,684	< NWG	
Ba-133	Gammaspektrometrie	0,189	< NWG	
Cs-137	Gammaspektrometrie	0,091	< NWG	
Eu-152	Gammaspektrometrie	0,267	< NWG	
Eu-154	Gammaspektrometrie	0,172	< NWG	
Pb-210	Low Level Beta	0,051	0,131	28
Po-210	Alphaspektrometrie	0,0029	0,0518	16
Ra-226	Gammaspektrometrie	0,104	11,0	12
Ra-228	Gammaspektrometrie	0,033	0,435	12
U-233/234	Alphaspektrometrie	0,0010	< NWG	
U-235	Alphaspektrometrie	0,0010	< NWG	
U-238	Alphaspektrometrie	0,0011	< NWG	

*Unsicherheiten: kombinierte doppelte relative Standardmessunsicherheiten

Tabelle 2: Messwerte R8

Probe	Sohle	Beschreibung	Datum/Uhrzeit
Grundwasser R8 (GW 021)	650 m	650 m tiefe Grundwassermessstelle südöstlich der Schachtanlage ASSE II	28.09.2021
pH-Wert	ρ [g/cm ³]	T [°C]	Lf [mS/cm]
5,9	1,0718	18,1	134,6

Nuklid	Methode	Nachweisgrenze (NWG) [Bq/l]	Messwert [Bq/l]	Unsicherheit* [%]
H-3	Beta-LSC	2,1	< NWG	
C-14 _{anorg.}	Beta-LSC	0,14	< NWG	
K-40	Gammaspektrometrie	1,84	14,54	16,5
Co-60	Gammaspektrometrie	0,124	< NWG	
Nb-94	Gammaspektrometrie	0,108	< NWG	
Ag-108m	Gammaspektrometrie	0,099	< NWG	
Sb-125	Gammaspektrometrie	0,318	< NWG	
I-129	Gammaspektrometrie	0,482	< NWG	
Ba-133	Gammaspektrometrie	0,127	< NWG	
Cs-137	Gammaspektrometrie	0,078	< NWG	
Eu-152	Gammaspektrometrie	0,166	< NWG	
Eu-154	Gammaspektrometrie	0,126	< NWG	
Pb-210	Gammaspektrometrie	0,022	< NWG	
Po-210	Alphaspektrometrie	0,0031	0,0060	40
Ra-226	Gammaspektrometrie	0,039	0,939	12
Ra-228	Gammaspektrometrie	0,012	0,060	16
U-233/234	Alphaspektrometrie	0,0010	< NWG	
U-235	Alphaspektrometrie	0,0010	< NWG	
U-238	Alphaspektrometrie	0,0010	< NWG	

*Unsicherheiten: kombinierte doppelte relative Standardmessunsicherheiten

Tabelle 3: Messwerte P16

Probe	Sohle	Beschreibung	Datum/Uhrzeit
Grundwasser P16 (GW 016)	82 m	82 m tiefe Grundwassermessstelle östlich der Schachtanlage ASSE II	14.09.2021
pH-Wert	ρ [g/cm ³]	T [°C]	Lf [mS/cm]
6,8	1,0003	11,2	0,905

Nuklid	Methode	Nachweisgrenze (NWG) [Bq/l]	Messwert [Bq/l]	Unsicherheit* [%]
H-3	Beta-LSC	0,12	0,57	26
C-14 _{anorg.}	Beta-LSC	0,098	< NWG	
K-40	Gammaspektrometrie	1,03	< NWG	
Co-60	Gammaspektrometrie	0,132	< NWG	
Nb-94	Gammaspektrometrie	0,107	< NWG	
Ag-108m	Gammaspektrometrie	0,122	< NWG	
Sb-125	Gammaspektrometrie	0,340	< NWG	
I-129	Gammaspektrometrie	0,721	< NWG	
Ba-133	Gammaspektrometrie	0,172	< NWG	
Cs-137	Gammaspektrometrie	0,090	< NWG	
Eu-152	Gammaspektrometrie	0,222	< NWG	
Eu-154	Gammaspektrometrie	0,146	< NWG	
Pb-210	Gammaspektrometrie	0,012	0,0068	75
Po-210	Alphaspektrometrie	0,00093	0,0052	33
Ra-226	Gammaspektrometrie	0,005	0,011	20
Ra-228	Gammaspektrometrie	0,010	0,0076	48
U-233/234	Alphaspektrometrie	0,0011	0,052	22
U-235	Alphaspektrometrie	0,0011	0,0010	95
U-238	Alphaspektrometrie	0,0011	0,025	26

*Unsicherheiten: kombinierte doppelte relative Standardmessunsicherheiten

Tabelle 4: Messwerte H23

Probe	Sohle	Beschreibung	Datum/Uhrzeit
Grundwasser H23 (GW 011)	160 m	160 m tiefe Grundwassermessstelle westlich Schachtanlage ASSE II	16.09.2021
pH-Wert	ρ [g/cm ³]	T [°C]	Lf [mS/cm]
7,0	1,0002	12,9	0,960

Nuklid	Methode	Nachweisgrenze (NWG) [Bq/l]	Messwert [Bq/l]	Unsicherheit* [%]
H-3	Beta-LSC	0,15	0,44	30
C-14 _{anorg.}	Beta-LSC	0,083	< NWG	
K-40	Gammaspektrometrie	1,59	< NWG	
Co-60	Gammaspektrometrie	0,123	< NWG	
Nb-94	Gammaspektrometrie	0,107	< NWG	
Ag-108m	Gammaspektrometrie	0,106	< NWG	
Sb-125	Gammaspektrometrie	0,304	< NWG	
I-129	Gammaspektrometrie	0,603	< NWG	
Ba-133	Gammaspektrometrie	0,139	< NWG	
Cs-137	Gammaspektrometrie	0,080	< NWG	
Eu-152	Gammaspektrometrie	0,195	< NWG	
Eu-154	Gammaspektrometrie	0,128	< NWG	
Pb-210	Gammaspektrometrie	0,013	< NWG	
Po-210	Alphaspektrometrie	0,00065	0,0015	53
Ra-226	Gammaspektrometrie	0,0050	0,015	65
Ra-228	Gammaspektrometrie	0,010	< NWG	
U-233/234	Alphaspektrometrie	0,00037	0,055	14
U-235	Alphaspektrometrie	0,00037	0,0090	20
U-238	Alphaspektrometrie	0,00037	0,021	16

*Unsicherheiten: kombinierte doppelte relative Standardmessunsicherheiten

Tabelle 5: Messwerte Schacht ASSE 1

Probe	Sohle	Beschreibung	Datum/Uhrzeit
Grundwasser Schacht ASSE 1 (GW 025)	ersoffener Schacht	ersoffener Schacht nordwestlich der Schachtanlage ASSE II	15.9.2021
pH-Wert	ρ [g/cm ³]	T [°C]	Lf [mS/cm]
7,2	1,0017	12,1	3,69

Nuklid	Methode	Nachweisgrenze (NWG) [Bq/l]	Messwert [Bq/l]	Unsicherheit* [%]
H-3	Beta-LSC	0,11	0,52	26
C-14 _{anorg.}	Beta-LSC	0,091	< NWG	
K-40	Gammaspektrometrie	1,72	< NWG	
Co-60	Gammaspektrometrie	0,118	< NWG	
Nb-94	Gammaspektrometrie	0,103	< NWG	
Ag-108m	Gammaspektrometrie	0,106	< NWG	
Sb-125	Gammaspektrometrie	0,294	< NWG	
I-129	Gammaspektrometrie	0,620	< NWG	
Ba-133	Gammaspektrometrie	0,144	< NWG	
Cs-137	Gammaspektrometrie	0,070	< NWG	
Eu-152	Gammaspektrometrie	0,192	< NWG	
Eu-154	Gammaspektrometrie	0,121	< NWG	
Pb-210	Gammaspektrometrie	0,016	< NWG	
Po-210	Alphaspektrometrie	0,00081	0,0028	42
Ra-226	Gammaspektrometrie	0,0070	0,0070	70
Ra-228	Gammaspektrometrie	0,020	< NWG	
U-233/234	Alphaspektrometrie	0,0013	0,442	19
U-235	Alphaspektrometrie	0,0010	0,007	41
U-238	Alphaspektrometrie	0,0014	0,150	20

*Unsicherheiten: kombinierte doppelte relative Standardmessunsicherheiten

Tabelle 6: Messwerte SB 3

Probe	Sohle	Beschreibung	Datum/Uhrzeit
SB 3	490 m	Speicherbecken 3 / Sammelbehälter AFL II	13.10.2021 07:35
pH-Wert	ρ [g/cm ³]	T [°C]	Lf [mS/cm]
6,998	1,2060	28,9	229,0

Nuklid	Methode	Nachweisgrenze (NWG) [Bq/l]	Messwert [Bq/l]	Unsicherheit* [%]
H-3	Beta-LSC	1,8	< NWG	
K-40	Gammaspektrometrie	3,27	90,0	7,1
Co-60	Gammaspektrometrie	0,165	< NWG	
Nb-94	Gammaspektrometrie	0,136	< NWG	
Ag-108m	Gammaspektrometrie	0,111	< NWG	
Sb-125	Gammaspektrometrie	0,297	< NWG	
I-129	Gammaspektrometrie	0,979	< NWG	
Ba-133	Gammaspektrometrie	0,154	< NWG	
Cs-137	Gammaspektrometrie	0,083	< NWG	
Eu-152	Gammaspektrometrie	0,208	< NWG	
Eu-154	Gammaspektrometrie	0,135	< NWG	
Ra-224	Gammaspektrometrie	1,63	< NWG	
Ra-226	Gammaspektrometrie	0,015	0,234	12
Ra-228	Gammaspektrometrie	0,030	0,540	11
U-233/234	Alphaspektrometrie	0,0021	0,010	35
U-235	Alphaspektrometrie	0,0017	< NWG	
U-238	Alphaspektrometrie	0,0020	0,0060	42

*Unsicherheiten: kombinierte doppelte relative Standardmessunsicherheiten

Tabelle 7: Messwerte P490009.

Probe	Sohle	Beschreibung	Datum/Uhrzeit
P490009	490 m	EBrg. 045-532 im Abbau 9/490	13.10.2021 7:25
pH-Wert	ρ [g/cm ³]	T [°C]	Lf [mS/cm]
6,689	1,2685	33,2	174,6

Nuklid	Methode	Nachweisgrenze (NWG) [Bq/l]	Messwert [Bq/l]	Unsicherheit* [%]
H-3	Beta-LSC	1,6	252	6,6
K-40	Gammaspektrometrie	5,96	840	6,0
Co-60	Gammaspektrometrie	0,198	< NWG	
Nb-94	Gammaspektrometrie	0,144	< NWG	
Ag-108m	Gammaspektrometrie	0,123	< NWG	
Sb-125	Gammaspektrometrie	0,337	< NWG	
I-129	Gammaspektrometrie	1,270	< NWG	
Ba-133	Gammaspektrometrie	0,169	< NWG	
Cs-137	Gammaspektrometrie	0,089	< NWG	
Eu-152	Gammaspektrometrie	0,264	< NWG	
Eu-154	Gammaspektrometrie	0,174	< NWG	
Pb-210	Alphaspektrometrie	0,0040	0,082	26
Po-210	Alphaspektrometrie	0,0038	0,023	33
Ra-226	Gammaspektrometrie	0,028	< NWG	
Ra-228	Gammaspektrometrie	0,018	< NWG	
U-233/234	Alphaspektrometrie	0,0035	0,061	23
U-235	Alphaspektrometrie	0,0035	< NWG	
U-238	Alphaspektrometrie	0,0035	0,055	24

*Unsicherheiten: kombinierte doppelte relative Standardmessunsicherheiten

Tabelle 8: Messwerte L658008-S1

Probe	Sohle	Beschreibung	Datum/Uhrzeit
L658008-S1	658 m	Sammelbehälter 1; 50m ³ auf der 658 m Sohle	14.10.2021 7:10
pH-Wert	ρ [g/cm ³]	T [°C]	Lf [mS/cm]
6,818	1,2048	31,3	229,0

Nuklid	Methode	Nachweisgrenze (NWG) [Bq/l]	Messwert [Bq/l]	Unsicherheit* [%]
H-3	Beta-LSC	1,6	< NWG	
K-40	Gammaspektrometrie	3,48	94,8	7,4
Co-60	Gammaspektrometrie	0,147	< NWG	
Nb-94	Gammaspektrometrie	0,116	< NWG	
Ag-108m	Gammaspektrometrie	0,110	< NWG	
Sb-125	Gammaspektrometrie	0,305	< NWG	
I-129	Gammaspektrometrie	0,735	< NWG	
Ba-133	Gammaspektrometrie	0,161	< NWG	
Cs-137	Gammaspektrometrie	0,090	< NWG	
Eu-152	Gammaspektrometrie	0,218	< NWG	
Eu-154	Gammaspektrometrie	0,145	< NWG	
Pb-210	Alphaspektrometrie	0,0040	0,047	36
Po-210	Alphaspektrometrie	0,0025	0,0026	190
Ra-224	Gammaspektrometrie	0,233	1,44	15
Ra-226	Gammaspektrometrie	0,030	0,239	12
Ra-228	Gammaspektrometrie	0,042	0,540	10
Th-228	Alphaspektrometrie	0,012	0,012	36
Th-230	Alphaspektrometrie	0,012	NWG	
Th-232	Alphaspektrometrie	0,012	NWG	
U-233/234	Alphaspektrometrie	0,0031	0,016	32
U-235	Alphaspektrometrie	0,0023	< NWG	
U-238	Alphaspektrometrie	0,0037	0,0046	66

*Unsicherheiten: kombinierte doppelte relative Standardmessunsicherheiten

Tabelle 9: Messwerte L658008

Probe	Sohle	Beschreibung	Datum/Uhrzeit
L658008	658 m	Abbau 3/658, Firste, SW-Ecke des S-Stoßes	14.10.2021 7:00
pH-Wert	ρ [g/cm ³]	T [°C]	Lf [mS/cm]
6,813	1,2048	31,5	229,0

Nuklid	Methode	Nachweisgrenze (NWG) [Bq/l]	Messwert [Bq/l]	Unsicherheit* [%]
H-3	Beta-LSC	1,6	< NWG	
C-14 _{ges.}	Beta-LSC	0,88	< NWG	
C-14 _{anorg.}	Beta-LSC	0,049	< NWG	
K-40	Gammaspektrometrie	2,19	93,1	6,6
Co-60	Gammaspektrometrie	0,105	< NWG	
Sr-90	Low Level Beta	0,10	< NWG	
Nb-94	Gammaspektrometrie	0,090	< NWG	
Ag-108m	Gammaspektrometrie	0,084	< NWG	
Sb-125	Gammaspektrometrie	0,234	< NWG	
I-129	Gammaspektrometrie	0,507	< NWG	
Ba-133	Gammaspektrometrie	0,114	< NWG	
Cs-137	Gammaspektrometrie	0,083	< NWG	
Eu-152	Gammaspektrometrie	0,160	< NWG	
Eu-154	Gammaspektrometrie	0,102	< NWG	
Pb-210	Alphaspektrometrie	0,0040	0,048	60
Po-210	Alphaspektrometrie	0,0028	< NWG	
Rn-222	Gammaspektrometrie	2,0	< NWG	
Ra-224	Gammaspektrometrie	0,20	2,05	25
Ra-226	Gammaspektrometrie	0,015	0,242	11
Ra-228	Gammaspektrometrie	0,028	0,558	12
Th-228	Alphaspektrometrie	0,0047	NWG	
Th-230	Alphaspektrometrie	0,0043	NWG	
Th-232	Alphaspektrometrie	0,0043	NWG	
U-233/234	Alphaspektrometrie	0,0017	0,011	34
U-235	Alphaspektrometrie	0,0017	< NWG	
U-238	Alphaspektrometrie	0,0018	0,0053	46

*Unsicherheiten: kombinierte doppelte relative Standardmessunsicherheiten

Tabelle 10: Messwerte P725004

Probe	Sohle	Beschreibung	Datum/Uhrzeit
P725004	725 m	Schram+Sumpf in der Richtstrecke nach Westen 725 im Pfeiler 2- 3	14.10.2021 7:45
pH-Wert	ρ [g/cm ³]	T [°C]	Lf [mS/cm]
6,929	1,2180	33,4	213,0

Nuklid	Methode	Nachweisgrenze (NWG) [Bq/l]	Messwert [Bq/l]	Unsicherheit* [%]
H-3	Beta-LSC	1,6	44,3	9,0
K-40	Gammaspektrometrie	4,98	283	6,3
Co-60	Gammaspektrometrie	0,195	< NWG	
Nb-94	Gammaspektrometrie	0,144	< NWG	
Ag-108m	Gammaspektrometrie	0,122	< NWG	
Sb-125	Gammaspektrometrie	0,340	< NWG	
I-129	Gammaspektrometrie	0,840	< NWG	
Ba-133	Gammaspektrometrie	0,175	< NWG	
Cs-137	Gammaspektrometrie	0,100	< NWG	
Eu-152	Gammaspektrometrie	0,238	< NWG	
Eu-154	Gammaspektrometrie	0,156	< NWG	
Ra-226	Gammaspektrometrie	0,010	0,010	52
Ra-228	Gammaspektrometrie	0,025	< NWG	
U-233/234	Alphaspektrometrie	0,0022	0,051	19
U-235	Alphaspektrometrie	0,0017	< NWG	
U-238	Alphaspektrometrie	0,0026	0,031	22

*Unsicherheiten: kombinierte doppelte relative Standardmessunsicherheiten

Tabelle 11: Messwerte L725005

Probe	Sohle	Beschreibung	Datum/Uhrzeit
L725005	725 m	Rollloch R1/725 in der Richtstrecke nach Westen 725 im Pfeiler 1- 2/725	14.10.2021 7:25
pH-Wert	ρ [g/cm ³]	T [°C]	Lf [mS/cm]
2,840	1,3588	35,8	67,9

Nuklid	Methode	Nachweisgrenze (NWG) [Bq/l]	Messwert [Bq/l]	Unsicherheit* [%]
H-3	Beta-LSC	1,6	102	7,4
K-40	Gammaspektrometrie	2,03	29,9	11
Co-60	Gammaspektrometrie	0,154	< NWG	
Nb-94	Gammaspektrometrie	0,125	< NWG	
Ag-108m	Gammaspektrometrie	0,114	< NWG	
Sb-125	Gammaspektrometrie	0,305	< NWG	
I-129	Gammaspektrometrie	0,955	< NWG	
Ba-133	Gammaspektrometrie	0,159	< NWG	
Cs-137	Gammaspektrometrie	0,087	< NWG	
Eu-152	Gammaspektrometrie	0,211	< NWG	
Eu-154	Gammaspektrometrie	0,141	< NWG	
Ra-226	Gammaspektrometrie	0,022	< NWG	
Ra-228	Gammaspektrometrie	0,028	< NWG	
U-233/234	Alphaspektrometrie	0,0027	0,045	23
U-235	Alphaspektrometrie	0,0027	< NWG	
U-238	Alphaspektrometrie	0,0027	0,032	26

*Unsicherheiten: kombinierte doppelte relative Standardmessunsicherheiten

Tabelle 12: Messwerte L725006

Probe	Sohle	Beschreibung	Datum/Uhrzeit
L725006	725 m	Rollloch R2/725 in der Richtstrecke nach Westen 725 im Pfeiler 3- 4/725	14.10.2021 8:05
pH-Wert	ρ [g/cm ³]	T [°C]	Lf [mS/cm]
6,868	1,2366	33,6	188,6

Nuklid	Methode	Nachweisgrenze (NWG) [Bq/l]	Messwert [Bq/l]	Unsicherheit* [%]
H-3	Beta-LSC	1,6	51	8,6
C-14 _{ges.}	Beta-LSC	0,90	< NWG	
C-14 _{anorg.}	Beta-LSC	0,050	0,072	47
K-40	Gammaspektrometrie	5,36	385	6,2
Co-60	Gammaspektrometrie	0,189	< NWG	
Nb-94	Gammaspektrometrie	0,146	< NWG	
Ag-108m	Gammaspektrometrie	0,123	< NWG	
Sb-125	Gammaspektrometrie	0,345	< NWG	
I-129	Gammaspektrometrie	0,819	< NWG	
Ba-133	Gammaspektrometrie	0,173	< NWG	
Cs-137	Gammaspektrometrie	0,097	< NWG	
Eu-152	Gammaspektrometrie	0,249	< NWG	
Eu-154	Gammaspektrometrie	0,163	< NWG	
Ra-226	Gammaspektrometrie	0,030	< NWG	
Ra-228	Gammaspektrometrie	0,026	< NWG	
Th-228	Alphaspektrometrie	0,0033	< NWG	
Th-230	Alphaspektrometrie	0,0033	< NWG	
Th-232	Alphaspektrometrie	0,0033	< NWG	
U-233/234	Alphaspektrometrie	0,0029	0,042	22
U-235	Alphaspektrometrie	0,0022	< NWG	
U-238	Alphaspektrometrie	0,0033	0,039	23

*Unsicherheiten: kombinierte doppelte relative Standardmessunsicherheiten

Tabelle 13: Messwerte P725007

Probe	Sohle	Beschreibung	Datum/Uhrzeit
P725007	725 m	Schram+Schlitz in der Richtstrecke nach Westen 725, nahe Blindschacht 2/725	14.10.2021 7:50
pH-Wert	ρ [g/cm ³]	T [°C]	Lf [mS/cm]
5,664	1,2516	35,5	165,5

Nuklid	Methode	Nachweisgrenze (NWG) [Bq/l]	Messwert [Bq/l]	Unsicherheit* [%]
H-3	Beta-LSC	1,6	1.830	6,1
K-40	Gammaspektrometrie	3,13	524	10
Co-60	Gammaspektrometrie	0,283	< NWG	
Nb-94	Gammaspektrometrie	0,208	< NWG	
Ag-108m	Gammaspektrometrie	0,179	< NWG	
Sb-125	Gammaspektrometrie	0,506	< NWG	
I-129	Gammaspektrometrie	1,180	< NWG	
Ba-133	Gammaspektrometrie	0,260	< NWG	
Cs-137	Gammaspektrometrie	0,212	1,63	15
Eu-152	Gammaspektrometrie	0,346	< NWG	
Eu-154	Gammaspektrometrie	0,228	< NWG	
Ra-226	Gammaspektrometrie	0,009	0,0083	80
Ra-228	Gammaspektrometrie	0,028	< NWG	
U-233/234	Alphaspektrometrie	0,0081	0,029	38
U-235	Alphaspektrometrie	0,0050	< NWG	
U-238	Alphaspektrometrie	0,0080	0,022	43

*Unsicherheiten: kombinierte doppelte relative Standardmessunsicherheiten

Tabelle 14: Messwerte P 725010

Probe	Sohle	Beschreibung	Datum/Uhrzeit
P 725010	725 m	Schram+Schlitz in der Richtstrecke nach Westen 725 im Pfeiler 2- 3/725	14.10.2021 7:35
pH-Wert	ρ [g/cm ³]	T [°C]	Lf [mS/cm]
5,679	1,2830	35,4	127,4

Nuklid	Methode	Nachweisgrenze (NWG) [Bq/l]	Messwert [Bq/l]	Unsicherheit* [%]
H-3	Beta-LSC	2,3	150	7,6
K-40	Gammaspektrometrie	5,23	380	6,2
Co-60	Gammaspektrometrie	0,198	< NWG	
Nb-94	Gammaspektrometrie	0,136	< NWG	
Ag-108m	Gammaspektrometrie	0,125	< NWG	
Sb-125	Gammaspektrometrie	0,338	< NWG	
I-129	Gammaspektrometrie	0,820	< NWG	
Ba-133	Gammaspektrometrie	0,171	< NWG	
Cs-137	Gammaspektrometrie	0,096	< NWG	
Eu-152	Gammaspektrometrie	0,235	< NWG	
Eu-154	Gammaspektrometrie	0,157	< NWG	
Ra-226	Gammaspektrometrie	0,008	0,0077	75
Ra-228	Gammaspektrometrie	0,013	< NWG	
U-233/234	Alphaspektrometrie	0,0037	0,017	34
U-235	Alphaspektrometrie	0,0025	< NWG	
U-238	Alphaspektrometrie	0,0038	0,012	41

*Unsicherheiten: kombinierte doppelte relative Standardmessunsicherheiten

Tabelle 15: Messwerte P725011

Probe	Sohle	Beschreibung	Datum/Uhrzeit
P725011	725 m	Erkundungsbohrung EBrg. SV-725-6.4 im Pfeiler 2-3/725	13.10.2021 8:28
pH-Wert	ρ [g/cm ³]	T [°C]	Lf [mS/cm]
6,330	1,2558	35,9	149,9

Nuklid	Methode	Nachweisgrenze (NWG) [Bq/l]	Messwert [Bq/l]	Unsicherheit* [%]
H-3	Beta-LSC	1,6	500	6,3
K-40	Gammaspektrometrie	5,07	320	6,2
Co-60	Gammaspektrometrie	0,172	< NWG	
Nb-94	Gammaspektrometrie	0,133	< NWG	
Ag-108m	Gammaspektrometrie	0,112	< NWG	
Sb-125	Gammaspektrometrie	0,308	< NWG	
I-129	Gammaspektrometrie	0,293	< NWG	
Ba-133	Gammaspektrometrie	0,154	< NWG	
Cs-137	Gammaspektrometrie	0,096	< NWG	
Eu-152	Gammaspektrometrie	0,178	< NWG	
Eu-154	Gammaspektrometrie	0,146	< NWG	
Ra-226	Gammaspektrometrie	0,012	0,011	70
Ra-228	Gammaspektrometrie	0,018	< NWG	
Th-228	Alphaspektrometrie	0,0031	< NWG	
Th-230	Alphaspektrometrie	0,0025	< NWG	
Th-232	Alphaspektrometrie	0,0025	< NWG	
U-233/234	Alphaspektrometrie	0,0037	0,053	26
U-235	Alphaspektrometrie	0,0037	< NWG	
U-238	Alphaspektrometrie	0,0038	0,033	30

*Unsicherheiten: kombinierte doppelte relative Standardmessunsicherheiten

Tabelle 16: Messwerte P725019

Probe	Sohle	Beschreibung	Datum/Uhrzeit
P725019	725 m	Fallende Erkundungsbohrung EBrg. 08/725 im Pfeiler 2-3/725	13.10.2021 8:35
pH-Wert	ρ [g/cm ³]	T [°C]	Lf [mS/cm]
6,783	1,2250	35,0	192,8

Nuklid	Methode	Nachweisgrenze (NWG) [Bq/l]	Messwert [Bq/l]	Unsicherheit* [%]
H-3	Beta-LSC	16	49	27
K-40	Gammaspektrometrie	4,51	342	6,2
Co-60	Gammaspektrometrie	0,157	< NWG	
Nb-94	Gammaspektrometrie	0,128	< NWG	
Ag-108m	Gammaspektrometrie	0,106	< NWG	
Sb-125	Gammaspektrometrie	0,296	< NWG	
I-129	Gammaspektrometrie	0,699	< NWG	
Ba-133	Gammaspektrometrie	0,151	< NWG	
Cs-137	Gammaspektrometrie	0,082	< NWG	
Eu-152	Gammaspektrometrie	0,219	< NWG	
Eu-154	Gammaspektrometrie	0,143	< NWG	
Pb-210	Alphaspektrometrie	0,0040	0,043	120
Po-210	Alphaspektrometrie	0,0044	< NWG	
Ra-226	Gammaspektrometrie	0,015	0,025	35
Ra-228	Gammaspektrometrie	0,022	< NWG	
Th-228	Alphaspektrometrie	0,0085	< NWG	
Th-230	Alphaspektrometrie	0,0064	< NWG	
Th-232	Alphaspektrometrie	0,0064	< NWG	
U-233/234	Alphaspektrometrie	0,0027	0,120	19
U-235	Alphaspektrometrie	0,0027	0,0030	87
U-238	Alphaspektrometrie	0,0027	0,068	21

*Unsicherheiten: kombinierte doppelte relative Standardmessunsicherheiten

Tabelle 17: Messwerte P725020

Probe	Sohle	Beschreibung	Datum/Uhrzeit
P725020	725 m	Fallende Erkundungsbohrung EBrg. 09/725 im Pfeiler 3-4/725	13.10.2021 8:00
pH-Wert	ρ [g/cm ³]	T [°C]	Lf [mS/cm]
6,201	1,2478	35,4	165,6

Nuklid	Methode	Nachweisgrenze (NWG) [Bq/l]	Messwert [Bq/l]	Unsicherheit* [%]
H-3	Beta-LSC	1,8	3.190	6,1
K-40	Gammaspektrometrie	8,13	498	6,3
Co-60	Gammaspektrometrie	0,268	< NWG	
Nb-94	Gammaspektrometrie	0,212	< NWG	
Ag-108m	Gammaspektrometrie	0,172	< NWG	
Sb-125	Gammaspektrometrie	0,479	< NWG	
I-129	Gammaspektrometrie	1,170	< NWG	
Ba-133	Gammaspektrometrie	0,249	< NWG	
Cs-137	Gammaspektrometrie	0,166	1,50	16
Eu-152	Gammaspektrometrie	0,352	< NWG	
Eu-154	Gammaspektrometrie	0,227	< NWG	
Ra-226	Gammaspektrometrie	0,022	< NWG	
Ra-228	Gammaspektrometrie	0,013	< NWG	
Th-228	Alphaspektrometrie	0,0045	< NWG	
Th-230	Alphaspektrometrie	0,0035	< NWG	
Th-232	Alphaspektrometrie	0,0035	< NWG	
U-233/234	Alphaspektrometrie	0,0030	0,113	19
U-235	Alphaspektrometrie	0,0030	0,0029	89
U-238	Alphaspektrometrie	0,0030	0,074	22

*Unsicherheiten: kombinierte doppelte relative Standardmessunsicherheiten

Tabelle 18: Messwerte P750006

Probe	Sohle	Beschreibung	Datum/Uhrzeit
P750006	750 m	Sumpf im Zugang zum Abbau 9E/750	12.10.2021 8:50
pH-Wert	ρ [g/cm ³]	T [°C]	Lf [mS/cm]
6,772	1,2620	34,7	145,0

Nuklid	Methode	Nachweisgrenze (NWG) [Bq/l]	Messwert [Bq/l]	Unsicherheit* [%]
H-3	Beta-LSC	26	8.530	7,5
C-14 _{ges.}	Beta-LSC	1,0	2,56	33
C-14 _{anorg.}	Beta-LSC	0,084	< NWG	
K-40	Gammaspektrometrie	5,21	437	6,1
Co-60	Gammaspektrometrie	0,192	< NWG	
Ni-63	Beta-LSC	0,193	< NWG	
Sr-90	Low Level Beta	0,034	< NWG	
Nb-94	Gammaspektrometrie	0,141	< NWG	
Ag-108m	Gammaspektrometrie	0,125	< NWG	
Sb-125	Gammaspektrometrie	0,344	< NWG	
I-129	Gammaspektrometrie	1,280	< NWG	
Ba-133	Gammaspektrometrie	0,178	< NWG	
Cs-137	Gammaspektrometrie	0,096	0,19	58
Eu-152	Gammaspektrometrie	0,266	< NWG	
Eu-154	Gammaspektrometrie	0,175	< NWG	

*Unsicherheiten: kombinierte doppelte relative Standardmessunsicherheiten

Tabelle 19: Messwerte P750039

Probe	Sohle	Beschreibung	Datum/Uhrzeit
P750039	750 m	Sumpf im Stummelort gegenüber Schacht 4	14.10.2021 9:15
pH-Wert	ρ [g/cm ³]	T [°C]	Lf [mS/cm]
5,928	1,3310	28,6	83,9

Nuklid	Methode	Nachweisgrenze (NWG) [Bq/l]	Messwert [Bq/l]	Unsicherheit* [%]
H-3	Beta-LSC	1,6	31	10
K-40	Gammaspektrometrie	3,42	97,8	7,4
Co-60	Gammaspektrometrie	0,171	< NWG	
Nb-94	Gammaspektrometrie	0,133	< NWG	
Ag-108m	Gammaspektrometrie	0,124	< NWG	
Sb-125	Gammaspektrometrie	0,331	< NWG	
I-129	Gammaspektrometrie	0,714	< NWG	
Ba-133	Gammaspektrometrie	0,175	< NWG	
Cs-137	Gammaspektrometrie	0,090	< NWG	
Eu-152	Gammaspektrometrie	0,233	< NWG	
Eu-154	Gammaspektrometrie	0,149	< NWG	
Ra-226	Gammaspektrometrie	0,011	< NWG	
Ra-228	Gammaspektrometrie	0,021	0,021	66

*Unsicherheiten: kombinierte doppelte relative Standardmessunsicherheiten

Tabelle 20: Messwerte P750040

Probe	Sohle	Beschreibung	Datum/Uhrzeit
P750040	750 m	Sumpf im Stummelort gegenüber ehem. Sprengstoffmagazin	14.10.2021 9:35
pH-Wert	ρ [g/cm ³]	T [°C]	Lf [mS/cm]
5,785	1,3531	29,2	68,9

Nuklid	Methode	Nachweisgrenze (NWG) [Bq/l]	Messwert [Bq/l]	Unsicherheit* [%]
H-3	Beta-LSC	1,6	37	9,5
K-40	Gammaspektrometrie	2,60	85,8	7,0
Co-60	Gammaspektrometrie	0,128	< NWG	
Nb-94	Gammaspektrometrie	0,107	< NWG	
Ag-108m	Gammaspektrometrie	0,097	< NWG	
Sb-125	Gammaspektrometrie	0,280	< NWG	
I-129	Gammaspektrometrie	0,590	< NWG	
Ba-133	Gammaspektrometrie	0,137	< NWG	
Cs-137	Gammaspektrometrie	0,080	< NWG	
Eu-152	Gammaspektrometrie	0,197	< NWG	
Eu-154	Gammaspektrometrie	0,131	< NWG	
Pb-210	Alphaspektrometrie	0,010	0,358	29
Po-210	Alphaspektrometrie	0,016	0,037	85
Ra-226	Gammaspektrometrie	0,012	0,012	80
Ra-228	Gammaspektrometrie	0,027	< NWG	
Th-228	Alphaspektrometrie	0,011	0,0095	77
Th-230	Alphaspektrometrie	0,011	NWG	
Th-232	Alphaspektrometrie	0,011	NWG	
U-233/234	Alphaspektrometrie	0,0054	0,026	37
U-235	Alphaspektrometrie	0,0045	< NWG	
U-238	Alphaspektrometrie	0,0053	0,017	45

*Unsicherheiten: kombinierte doppelte relative Standardmessunsicherheiten

Tabelle 21: Messwerte P750043

Probe	Sohle	Beschreibung	Datum/Uhrzeit
P750043	750 m	Schlitz vor dem Zugang zur ELK 8/750	26.10.2021 8:15
pH-Wert	ρ [g/cm ³]	T [°C]	Lf [mS/cm]
-	1,2687	30,9	--

Nuklid	Methode	Nachweisgrenze (NWG) [Bq/l]	Messwert [Bq/l]	Unsicherheit* [%]
H-3	Beta-LSC	40	964.000	6,0
C-14 _{ges.}	Beta-LSC	3,7	192	24
C-14 _{anorg.}	Beta-LSC	0,051	6,53	23
K-40	Gammaspektrometrie	7,7	681	6,1
Co-60	Gammaspektrometrie	0,264	< NWG	
Ni-63	Beta-LSC	0,266	23,1	12
Sr-90	Low Level Beta	0,070	< NWG	
Nb-94	Gammaspektrometrie	0,228	< NWG	
Tc-99	Beta-LSC	0,63	< NWG	
Ag-108m	Gammaspektrometrie	0,263	< NWG	
Sb-125	Gammaspektrometrie	5,09	< NWG	
I-129	Gammaspektrometrie	150	< NWG	
Ba-133	Gammaspektrometrie	2,10	< NWG	
Cs-137	Gammaspektrometrie	1,61	6.980	6,0
Eu-152	Gammaspektrometrie	1,270	< NWG	
Eu-154	Gammaspektrometrie	0,959	< NWG	
Pb-210	Alphaspektrometrie	0,020	2,10	21
Po-210	Alphaspektrometrie	0,089	0,454	39
Ra-226	Gammaspektrometrie	0,020	< NWG	
Ra-228	Gammaspektrometrie	0,038	< NWG	
Th-228	Alphaspektrometrie	0,0033	< NWG	
Th-230	Alphaspektrometrie	0,0030	< NWG	
Th-232	Alphaspektrometrie	0,0030	< NWG	
U-233/234	Alphaspektrometrie	0,0015	0,0079	30
U-235	Alphaspektrometrie	0,0015	< NWG	
U-238	Alphaspektrometrie	0,0015	0,0070	31

Nuklid	Methode	Nachweisgrenze (NWG) [Bq/l]	Messwert [Bq/l]	Unsicherheit* [%]
Pu-238	Alphaspektrometrie	0,00067	0,0014	55
Pu-239/240	Alphaspektrometrie	0,00067	0,0019	47
Am-241	Alphaspektrometrie	0,0016	0,012	28

*Unsicherheiten: kombinierte doppelte relative Standardmessunsicherheiten

Tabelle 22: Messwerte P750059

Probe	Sohle	Beschreibung	Datum/Uhrzeit
P750059	750 m	Waschplatz Reicheltsumpf 750	14.10.2021 8:50
pH-Wert	ρ [g/cm ³]	T [°C]	Lf [mS/cm]
6,033	1,3003	32,1	116,5

Nuklid	Methode	Nachweisgrenze (NWG) [Bq/l]	Messwert [Bq/l]	Unsicherheit* [%]
H-3	Beta-LSC	16	30	39
K-40	Gammaspektrometrie	5,75	515	6,1
Co-60	Gammaspektrometrie	0,188	< NWG	
Nb-94	Gammaspektrometrie	0,145	< NWG	
Ag-108m	Gammaspektrometrie	0,120	< NWG	
Sb-125	Gammaspektrometrie	0,337	< NWG	
I-129	Gammaspektrometrie	0,801	< NWG	
Ba-133	Gammaspektrometrie	0,162	< NWG	
Cs-137	Gammaspektrometrie	0,095	< NWG	
Eu-152	Gammaspektrometrie	0,243	< NWG	
Eu-154	Gammaspektrometrie	0,160	< NWG	
Pb-210	Alphaspektrometrie	0,0040	6,54	22
Po-210	Alphaspektrometrie	0,194	< NWG	
Ra-226	Gammaspektrometrie	0,011	< NWG	
Ra-228	Gammaspektrometrie	0,016	< NWG	
Th-228	Alphaspektrometrie	0,0018	< NWG	
Th-230	Alphaspektrometrie	0,0018	< NWG	
Th-232	Alphaspektrometrie	0,0018	< NWG	
U-233/234	Alphaspektrometrie	0,0035	0,022	33
U-235	Alphaspektrometrie	0,0035	< NWG	
U-238	Alphaspektrometrie	0,0035	0,012	43

*Unsicherheiten: kombinierte doppelte relative Standardmessunsicherheiten

Tabelle 23: Messwerte P750071

Probe	Sohle	Beschreibung	Datum/Uhrzeit
P750071	750 m	Austritt in der nördlichen Umfahrung von Blindschacht 2/750 und aus dem Baugrund WL- 750-16a	12.10.2021 9:20
pH-Wert	ρ [g/cm ³]	T [°C]	Lf [mS/cm]
-	1,315	34	-

Nuklid	Methode	Nachweisgrenze (NWG) [Bq/l]	Messwert [Bq/l]	Unsicherheit* [%]
H-3	Beta-LSC	40	6.040	7,3
C-14 _{ges.}	Beta-LSC	0,83	3,53	26
C-14 _{anorg.}	Beta-LSC	0,089	0,61	26
K-40	Gammaspektrometrie	4,18	179	11
Co-60	Gammaspektrometrie	0,186	< NWG	
Ni-63	Beta-LSC	0,261	194	12
Sr-90	Low Level Beta	0,040	< NWG	
Nb-94	Gammaspektrometrie	0,211	< NWG	
Tc-99	Beta-LSC	0,30	1,8	35
Ag-108m	Gammaspektrometrie	0,292	< NWG	
Sb-125	Gammaspektrometrie	7,010	< NWG	
I-129	Gammaspektrometrie	160	< NWG	
Ba-133	Gammaspektrometrie	2,660	< NWG	
Cs-137	Gammaspektrometrie	6,1	9.930	6,0
Eu-152	Gammaspektrometrie	0,825	< NWG	
Eu-154	Gammaspektrometrie	0,635	< NWG	
Pb-210	Alphaspektrometrie	0,020	0,738	22
Po-210	Alphaspektrometrie	0,030	0,042	140
Ra-226	Gammaspektrometrie	0,033	< NWG	
Ra-228	Gammaspektrometrie	0,028	0,031	80
Th-228	Alphaspektrometrie	0,0058	0,0090	44
Th-230	Alphaspektrometrie	0,0044	0,0094	45
Th-232	Alphaspektrometrie	0,0044	< NWG	
U-233/234	Alphaspektrometrie	0,0025	0,013	29

Nuklid	Methode	Nachweisgrenze (NWG) [Bq/l]	Messwert [Bq/l]	Unsicherheit* [%]
U-235	Alphaspektrometrie	0,0018	< NWG	
U-238	Alphaspektrometrie	0,0030	0,0070	39
Pu-238	Alphaspektrometrie	0,00087	0,0028	45
Pu-239/240	Alphaspektrometrie	0,00099	0,00088	88
Am-241	Alphaspektrometrie	0,00068	0,0016	54

*Unsicherheiten: kombinierte doppelte relative Standardmessunsicherheiten

Tabelle 24: Messwerte P750084

Probe	Sohle	Beschreibung	Datum/Uhrzeit
P750084	750 m	NE-Abschnitt der nördlichen Richtstrecke nach Osten, vor dem Sumpf vor ELK 12/750	12.10.2021 12:20
pH-Wert	ρ [g/cm ³]	T [°C]	Lf [mS/cm]
-	1,317	33	-

Nuklid	Methode	Nachweisgrenze (NWG) [Bq/l]	Messwert [Bq/l]	Unsicherheit* [%]
H-3	Beta-LSC	40	335.000	6,0
C-14 _{ges.}	Beta-LSC	1,2	42,3	20
C-14 _{anorg.}	Beta-LSC	0,13	1,35	25
K-40	Gammaspektrometrie	2,50	173	11
Co-60	Gammaspektrometrie	0,34	0,714	33
Ni-63	Beta-LSC	0,255	837	12
Sr-90	Low Level Beta	0,040	< NWG	
Nb-94	Gammaspektrometrie	1,45	< NWG	
Tc-99	Beta-LSC	0,33	14,5	33
Ag-108m	Gammaspektrometrie	2,18	< NWG	
Sb-125	Gammaspektrometrie	20,6	< NWG	
I-129	Gammaspektrometrie	2000	< NWG	
Ba-133	Gammaspektrometrie	7,75	< NWG	
Cs-137	Gammaspektrometrie	31,7	94.400	16
Eu-152	Gammaspektrometrie	1,11	< NWG	
Eu-154	Gammaspektrometrie	2,54	< NWG	
Pb-210	Alphaspektrometrie	0,020	2,60	21
Po-210	Alphaspektrometrie	0,096	0,137	139
Ra-226	Gammaspektrometrie	0,026	< NWG	
Ra-228	Gammaspektrometrie	0,034	< NWG	
Th-228	Alphaspektrometrie	0,011	0,012	59
Th-230	Alphaspektrometrie	0,0083	0,015	47
Th-232	Alphaspektrometrie	0,0083	< NWG	
U-233/234	Alphaspektrometrie	0,0048	0,022	30
U-235	Alphaspektrometrie	0,0027	< NWG	

Nuklid	Methode	Nachweisgrenze (NWG) [Bq/l]	Messwert [Bq/l]	Unsicherheit* [%]
U-238	Alphaspektrometrie	0,0047	0,021	30
Pu-238	Alphaspektrometrie	0,0017	< NWG	
Pu-239/240	Alphaspektrometrie	0,0017	< NWG	
Am-241	Alphaspektrometrie	0,0026	0,0010	152

*Unsicherheiten: kombinierte doppelte relative Standardmessunsicherheiten

Tabelle 25: Messwerte P750148

Probe	Sohle	Beschreibung	Datum/Uhrzeit
P750148	750 m	Lösungsaustritt in der Richtstrecke nach Westen auf der 750-m-Sohle, Gleitbogen, ca. 25 m südöstlich der Katasterlokalisierung P750040	14.10.2021 9:25
pH-Wert	ρ [g/cm ³]	T [°C]	Lf [mS/cm]
5,556	1,3175	29,3	105,5

Nuklid	Methode	Nachweisgrenze (NWG) [Bq/l]	Messwert [Bq/l]	Unsicherheit* [%]
H-3	Beta-LSC	1,6	< NWG	
K-40	Gammaspektrometrie	4,24	323	6,2
Co-60	Gammaspektrometrie	0,160	< NWG	
Nb-94	Gammaspektrometrie	0,128	< NWG	
Ag-108m	Gammaspektrometrie	0,108	< NWG	
Sb-125	Gammaspektrometrie	0,302	< NWG	
I-129	Gammaspektrometrie	0,684	< NWG	
Ba-133	Gammaspektrometrie	0,150	< NWG	
Cs-137	Gammaspektrometrie	0,078	< NWG	
Eu-152	Gammaspektrometrie	0,211	< NWG	
Eu-154	Gammaspektrometrie	0,140	< NWG	

*Unsicherheiten: kombinierte doppelte relative Standardmessunsicherheiten

Tabelle 26: Messwerte P750153

Probe	Sohle	Beschreibung	Datum/Uhrzeit
P750153	750 m	Geneigte Erkundungsbohrung EBrG. 750-2 Ost westlich des Blindschachtes 4/750 in Richtung des Kali-Aubbaues 3E/750	13.10.2021 9:19
pH-Wert	ρ [g/cm ³]	T [°C]	Lf [mS/cm]
5,844	1,2906	31,0	117,0

Nuklid	Methode	Nachweisgrenze (NWG) [Bq/l]	Messwert [Bq/l]	Unsicherheit* [%]
H-3	Beta-LSC	1,6	7,3	21
K-40	Gammaspektrometrie	4,13	349	6,1
Co-60	Gammaspektrometrie	0,196	< NWG	
Nb-94	Gammaspektrometrie	0,148	< NWG	
Ag-108m	Gammaspektrometrie	0,131	< NWG	
Sb-125	Gammaspektrometrie	0,352	< NWG	
I-129	Gammaspektrometrie	0,830	< NWG	
Ba-133	Gammaspektrometrie	0,179	< NWG	
Cs-137	Gammaspektrometrie	0,085	< NWG	
Eu-152	Gammaspektrometrie	0,249	< NWG	
Eu-154	Gammaspektrometrie	0,166	< NWG	
Pb-210	Alphaspektrometrie	0,0050	0,437	24
Po-210	Alphaspektrometrie	0,019	0,057	65
Ra-226	Gammaspektrometrie	0,017	0,016	76
Ra-228	Gammaspektrometrie	0,026	< NWG	
U-233/234	Alphaspektrometrie	0,0058	0,048	26
U-235	Alphaspektrometrie	0,0036	< NWG	
U-238	Alphaspektrometrie	0,0057	0,023	35

*Unsicherheiten: kombinierte doppelte relative Standardmessunsicherheiten

Tabelle 27: Messwerte P750154

Probe	Sohle	Beschreibung	Datum/Uhrzeit
P750154	750 m	Geneigte Erkundungsbogen EBrG. 750-3-Ost westlich des Blindschachtes 4/750 in Richtung Kali-Abbau 3E/750	13.10.2021 9:38
pH-Wert	ρ [g/cm ³]	T [°C]	Lf [mS/cm]
5,804	1,3080	32,4	109,3

Nuklid	Methode	Nachweisgrenze (NWG) [Bq/l]	Messwert [Bq/l]	Unsicherheit* [%]
H-3	Beta-LSC	1,6	< NWG	
K-40	Gammaspektrometrie	6,02	474	6,1
Co-60	Gammaspektrometrie	0,197	< NWG	
Nb-94	Gammaspektrometrie	0,149	< NWG	
Ag-108m	Gammaspektrometrie	0,122	< NWG	
Sb-125	Gammaspektrometrie	0,352	< NWG	
I-129	Gammaspektrometrie	0,839	< NWG	
Ba-133	Gammaspektrometrie	0,175	< NWG	
Cs-137	Gammaspektrometrie	0,098	< NWG	
Eu-152	Gammaspektrometrie	0,258	< NWG	
Eu-154	Gammaspektrometrie	0,170	< NWG	
Pb-210	Alphaspektrometrie	0,0050	0,344	26
Po-210	Alphaspektrometrie	0,014	< NWG	
Ra-226	Gammaspektrometrie	0,013	< NWG	
Ra-228	Gammaspektrometrie	0,020	< NWG	
U-233/234	Alphaspektrometrie	0,0048	0,014	42
U-235	Alphaspektrometrie	0,0032	< NWG	
U-238	Alphaspektrometrie	0,0049	0,015	41

*Unsicherheiten: kombinierte doppelte relative Standardmessunsicherheiten

Tabelle 28: Messwerte P750177

Probe	Sohle	Beschreibung	Datum/Uhrzeit
P750177	700 m zur 800m	Versorgungsbohrung von der 700-m-Sohle zur 800-m-Sohle	13.10.2021 10:00
pH-Wert	ρ [g/cm ³]	T [°C]	Lf [mS/cm]
5,865	1,3220	32,8	94,1

Nuklid	Methode	Nachweisgrenze (NWG) [Bq/l]	Messwert [Bq/l]	Unsicherheit* [%]
H-3	Beta-LSC	1,6	12	16
K-40	Gammaspektrometrie	4,32	193	6,5
Co-60	Gammaspektrometrie	0,182	< NWG	
Nb-94	Gammaspektrometrie	0,139	< NWG	
Ag-108m	Gammaspektrometrie	0,119	< NWG	
Sb-125	Gammaspektrometrie	0,329	< NWG	
I-129	Gammaspektrometrie	0,762	< NWG	
Ba-133	Gammaspektrometrie	0,169	< NWG	
Cs-137	Gammaspektrometrie	0,097	< NWG	
Eu-152	Gammaspektrometrie	0,236	< NWG	
Eu-154	Gammaspektrometrie	0,151	< NWG	
Pb-210	Alphaspektrometrie	0,010	0,401	25
Po-210	Alphaspektrometrie	0,025	< NWG	
Ra-226	Gammaspektrometrie	0,010	0,0072	68
Ra-228	Gammaspektrometrie	0,017	< NWG	
U-233/234	Alphaspektrometrie	0,0046	0,017	44
U-235	Alphaspektrometrie	0,0046	< NWG	
U-238	Alphaspektrometrie	0,0048	0,017	44

*Unsicherheiten: kombinierte doppelte relative Standardmessunsicherheiten

Tabelle 29: Messwerte L750179

Probe	Sohle	Beschreibung	Datum/Uhrzeit
L750179	750 m	Lösungsaustritt in Befüllbohrung BBrG. SV- 750-12h	27.10.2021 9:00
pH-Wert	ρ [g/cm ³]	T [°C]	Lf [mS/cm]
5,166	1,3112	34,0	102,0

Nuklid	Methode	Nachweisgrenze (NWG) [Bq/l]	Messwert [Bq/l]	Unsicherheit* [%]
H-3	Beta-LSC	1,6	< NWG	
K-40	Gammaspektrometrie	4,33	182	6,6
Co-60	Gammaspektrometrie	0,175	< NWG	
Nb-94	Gammaspektrometrie	0,139	< NWG	
Ag-108m	Gammaspektrometrie	0,116	< NWG	
Sb-125	Gammaspektrometrie	0,324	< NWG	
I-129	Gammaspektrometrie	0,769	< NWG	
Ba-133	Gammaspektrometrie	0,167	< NWG	
Cs-137	Gammaspektrometrie	0,090	< NWG	
Eu-152	Gammaspektrometrie	0,236	< NWG	
Eu-154	Gammaspektrometrie	0,150	< NWG	
Pb-210	Alphaspektrometrie	0,020	0,350	23
Po-210	Alphaspektrometrie	0,036	0,050	147
Ra-226	Gammaspektrometrie	0,012	0,023	29
Ra-228	Gammaspektrometrie	0,019	< NWG	
Th-228	Alphaspektrometrie	0,0041	0,0106	37
Th-230	Alphaspektrometrie	0,0030	0,0041	60
Th-232	Alphaspektrometrie	0,0030	< NWG	
U-233/234	Alphaspektrometrie	0,0050	0,025	36
U-235	Alphaspektrometrie	0,0038	< NWG	
U-238	Alphaspektrometrie	0,0057	0,012	51

*Unsicherheiten: kombinierte doppelte relative Standardmessunsicherheiten

Tabelle 30: Messwerte P750184

Probe	Sohle	Beschreibung	Datum/Uhrzeit
P750184	750 m	Lösungsaustritt in der Befüllbohrung BBrG. SV-750-12h.2	27.10.2021 9:30
pH-Wert	ρ [g/cm ³]	T [°C]	Lf [mS/cm]
4,585	1,3258	33,7	90,4

Nuklid	Methode	Nachweisgrenze (NWG) [Bq/l]	Messwert [Bq/l]	Unsicherheit* [%]
H-3	Beta-LSC	2,6	20	16
K-40	Gammaspektrometrie	3,69	136	6,6
Co-60	Gammaspektrometrie	0,144	< NWG	
Nb-94	Gammaspektrometrie	0,121	< NWG	
Ag-108m	Gammaspektrometrie	0,102	< NWG	
Sb-125	Gammaspektrometrie	0,293	< NWG	
I-129	Gammaspektrometrie	0,675	< NWG	
Ba-133	Gammaspektrometrie	0,151	< NWG	
Cs-137	Gammaspektrometrie	0,083	< NWG	
Eu-152	Gammaspektrometrie	0,206	< NWG	
Eu-154	Gammaspektrometrie	0,136	< NWG	
Pb-210	Alphaspektrometrie	0,040	1,40	22
Po-210	Alphaspektrometrie	0,142	1,44	20
Ra-226	Gammaspektrometrie	0,015	0,032	33
Ra-228	Gammaspektrometrie	0,028	< NWG	
Th-228	Alphaspektrometrie	0,0031	0,0078	49
Th-230	Alphaspektrometrie	0,0031	0,011	42
Th-232	Alphaspektrometrie	0,0026	< NWG	
U-233/234	Alphaspektrometrie	0,0062	0,107	23
U-235	Alphaspektrometrie	0,0039	< NWG	
U-238	Alphaspektrometrie	0,0061	0,035	33

*Unsicherheiten: kombinierte doppelte relative Standardmessunsicherheiten

Tabelle 31: Messwerte P750185

Probe	Sohle	Beschreibung	Datum/Uhrzeit
P750185	750 m	Lösungsaustritt in der EBrg. 750-11 West	14.10.2021 8:25
pH-Wert	ρ [g/cm ³]	T [°C]	Lf [mS/cm]
5,389	1,2997	32,6	112,9

Nuklid	Methode	Nachweisgrenze (NWG) [Bq/l]	Messwert [Bq/l]	Unsicherheit* [%]
H-3	Beta-LSC	1,6	4,8	28
K-40	Gammaspektrometrie	4,86	411	6,1
Co-60	Gammaspektrometrie	0,167	< NWG	
Nb-94	Gammaspektrometrie	0,124	< NWG	
Ag-108m	Gammaspektrometrie	0,107	< NWG	
Sb-125	Gammaspektrometrie	0,303	< NWG	
I-129	Gammaspektrometrie	0,702	< NWG	
Ba-133	Gammaspektrometrie	0,149	< NWG	
Cs-137	Gammaspektrometrie	0,084	< NWG	
Eu-152	Gammaspektrometrie	0,213	< NWG	
Eu-154	Gammaspektrometrie	0,143	< NWG	
Pb-210	Alphaspektrometrie	0,020	3,69	23
Po-210	Alphaspektrometrie	0,108	< NWG	
Ra-226	Gammaspektrometrie	0,010	0,017	42
Ra-228	Gammaspektrometrie	0,020	0,028	55
Th-228	Alphaspektrometrie	0,0025	0,0065	43
Th-230	Alphaspektrometrie	0,0038	< NWG	
Th-232	Alphaspektrometrie	0,0026	< NWG	
U-233/234	Alphaspektrometrie	0,0060	0,045	33
U-235	Alphaspektrometrie	0,0060	< NWG	
U-238	Alphaspektrometrie	0,0060	0,010	65

*Unsicherheiten: kombinierte doppelte relative Standardmessunsicherheiten

Tabelle 32: Messwerte P750189

Probe	Sohle	Beschreibung	Datum/Uhrzeit
P750189	750 m	Lösungsaustritt in der EBrg. 750-11.1 West	14.10.2021 8:35
pH-Wert	ρ [g/cm ³]	T [°C]	Lf [mS/cm]
5,611	1,3042	35,8	113,4

Nuklid	Methode	Nachweisgrenze (NWG) [Bq/l]	Messwert [Bq/l]	Unsicherheit* [%]
H-3	Beta-LSC	1,6	3,2	37
K-40	Gammaspektrometrie	5,41	479	6,1
Co-60	Gammaspektrometrie	0,199	< NWG	
Nb-94	Gammaspektrometrie	0,136	< NWG	
Ag-108m	Gammaspektrometrie	0,116	< NWG	
Sb-125	Gammaspektrometrie	0,311	< NWG	
I-129	Gammaspektrometrie	0,765	< NWG	
Ba-133	Gammaspektrometrie	0,153	< NWG	
Cs-137	Gammaspektrometrie	0,088	< NWG	
Eu-152	Gammaspektrometrie	0,226	< NWG	
Eu-154	Gammaspektrometrie	0,152	< NWG	
Pb-210	Alphaspektrometrie	0,0067	1,24	22
Po-210	Alphaspektrometrie	0,032	< NWG	
Ra-226	Gammaspektrometrie	0,009	0,010	61
Ra-228	Gammaspektrometrie	0,019	0,049	35
Th-228	Alphaspektrometrie	0,011	0,0056	97
Th-230	Alphaspektrometrie	0,0084	< NWG	
Th-232	Alphaspektrometrie	0,0084	< NWG	
U-233/234	Alphaspektrometrie	0,0035	0,015	40
U-235	Alphaspektrometrie	0,0035	< NWG	
U-238	Alphaspektrometrie	0,0035	0,0077	55

*Unsicherheiten: kombinierte doppelte relative Standardmessunsicherheiten

Tabelle 33: Messwerte L800004

Probe	Sohle	Beschreibung	Datum/Uhrzeit
L800004	800 m	Lösungsaustritt im WBr.	13.10.2021 10:20
pH-Wert	ρ [g/cm ³]	T [°C]	Lf [mS/cm]
5,355	1,3695	33,9	60,4

Nuklid	Methode	Nachweisgrenze (NWG) [Bq/l]	Messwert [Bq/l]	Unsicherheit* [%]
H-3	Beta-LSC	2,7	68	9,2
K-40	Gammaspektrometrie	2,35	29,4	11
Co-60	Gammaspektrometrie	0,140	< NWG	
Nb-94	Gammaspektrometrie	0,127	< NWG	
Ag-108m	Gammaspektrometrie	0,116	< NWG	
Sb-125	Gammaspektrometrie	0,333	< NWG	
I-129	Gammaspektrometrie	0,674	< NWG	
Ba-133	Gammaspektrometrie	0,164	< NWG	
Cs-137	Gammaspektrometrie	0,096	< NWG	
Eu-152	Gammaspektrometrie	0,228	< NWG	
Eu-154	Gammaspektrometrie	0,149	< NWG	
Pb-210	Alphaspektrometrie	0,0040	3,21	20
Po-210	Alphaspektrometrie	0,072	1,13	13
Ra-226	Gammaspektrometrie	0,018	< NWG	
Ra-228	Gammaspektrometrie	0,014	< NWG	
U-233/234	Alphaspektrometrie	0,0074	0,076	28
U-235	Alphaspektrometrie	0,0061	< NWG	
U-238	Alphaspektrometrie	0,0072	0,042	34

*Unsicherheiten: kombinierte doppelte relative Standardmessunsicherheiten

Tabelle 34: Messwerte L800005

Probe	Sohle	Beschreibung	Datum/Uhrzeit
L800005	800 m	westlicher Blindschacht 800	13.10.2021 10:10
pH-Wert	ρ [g/cm ³]	T [°C]	Lf [mS/cm]
5,826	1,3367	34,2	82,7

Nuklid	Methode	Nachweisgrenze (NWG) [Bq/l]	Messwert [Bq/l]	Unsicherheit* [%]
H-3	Beta-LSC	1,6	71	7,9
K-40	Gammaspektrometrie	3,04	132	6,6
Co-60	Gammaspektrometrie	0,147	< NWG	
Nb-94	Gammaspektrometrie	0,113	< NWG	
Ag-108m	Gammaspektrometrie	0,101	< NWG	
Sb-125	Gammaspektrometrie	0,285	< NWG	
I-129	Gammaspektrometrie	0,643	< NWG	
Ba-133	Gammaspektrometrie	0,146	< NWG	
Cs-137	Gammaspektrometrie	0,076	< NWG	
Eu-152	Gammaspektrometrie	0,198	< NWG	
Eu-154	Gammaspektrometrie	0,129	< NWG	
Pb-210	Alphaspektrometrie	0,0040	0,383	22
Po-210	Alphaspektrometrie	0,012	< NWG	
Ra-226	Gammaspektrometrie	0,025	< NWG	
Ra-228	Gammaspektrometrie	0,019	< NWG	
U-233/234	Alphaspektrometrie	0,0061	0,038	31
U-235	Alphaspektrometrie	0,0061	< NWG	
U-238	Alphaspektrometrie	0,0061	0,037	32

*Unsicherheiten: kombinierte doppelte relative Standardmessunsicherheiten

Tabelle 35: Messwerte L925007

Probe	Sohle	Beschreibung	Datum/Uhrzeit
L925007	800 m	PGBrl. 800-1 vor der Mauer BS 1/800-m-S	12.10.2021 8:10
pH-Wert	ρ [g/cm ³]	T [°C]	Lf [mS/cm]
4,275	1,2997	37,7	108,8

Nuklid	Methode	Nachweisgrenze (NWG) [Bq/l]	Messwert [Bq/l]	Unsicherheit* [%]
H-3	Beta-LSC	1,6	857	6,2
C-14 _{ges.}	Beta-LSC	1,1	< NWG	
C-14 _{anorg.}	Beta-LSC	0,049	< NWG	
K-40	Gammaspektrometrie	3,31	81,3	7,7
Co-60	Gammaspektrometrie	0,174	< NWG	
Ni-63	Beta-LSC	0,413	< NWG	
Sr-90	Low Level Beta	0,040	< NWG	
Nb-94	Gammaspektrometrie	0,133	< NWG	
Ag-108m	Gammaspektrometrie	0,124	< NWG	
Sb-125	Gammaspektrometrie	0,347	< NWG	
I-129	Gammaspektrometrie	0,750	< NWG	
Ba-133	Gammaspektrometrie	0,183	< NWG	
Cs-137	Gammaspektrometrie	0,115	0,52	23
Eu-152	Gammaspektrometrie	0,240	< NWG	
Eu-154	Gammaspektrometrie	0,161	< NWG	
Pb-210	Alphaspektrometrie	0,040	1,32	21
Po-210	Alphaspektrometrie	0,072	0,710	20
Ra-226	Gammaspektrometrie	0,008	0,016	64
Ra-228	Gammaspektrometrie	0,015	0,113	18
Th-228	Alphaspektrometrie	0,0030	0,064	20
Th-230	Alphaspektrometrie	0,0030	< NWG	
Th-232	Alphaspektrometrie	0,0025	< NWG	
U-233/234	Alphaspektrometrie	0,0024	0,097	18
U-235	Alphaspektrometrie	0,0024	0,0040	62
U-238	Alphaspektrometrie	0,0024	0,099	18
Pu-238	Alphaspektrometrie	0,0010	< NWG	

Nuklid	Methode	Nachweisgrenze (NWG) [Bq/l]	Messwert [Bq/l]	Unsicherheit* [%]
Pu-239/240	Alphaspektrometrie	0,00062	< NWG	
Am-241	Alphaspektrometrie	0,00089	< NWG	

*Unsicherheiten: kombinierte doppelte relative Standardmessunsicherheiten

IAF - Radioökologie GmbH

Labor für Radionuklidanalytik | Radiologische Gutachten | Consulting

Beprobung und Analyse von Salzlösungen in der Schachanlage Asse II im Jahr 2021

Anhang C: Ergebnisse der chemisch-physikalischen Analytik, K-UTEC AG Salt Technologies, 99706 Sondershausen

Auftraggeber: BGE Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH
Eschenstraße 55
31224 Peine

Projektname: Beprobung und Analyse von Salzlösungen
in der Schachanlage Asse II im Jahr 2021

Projektnummer: 211018-01

Auftragnehmer: IAF-Radioökologie GmbH

Autor: Dr. rer. nat. habil. [REDACTED]
Dr. rer. nat. [REDACTED]
Dr. rer. nat. [REDACTED]

Radeberg, den 30.05.2022

[REDACTED]



Geschäftsführer

Wilhelm-Rönsch-Str. 9
01454 Radeberg
Tel. +49 (0) 3528 48730-0
Fax +49 (0) 3528 48730-22
E-Mail info@iaf-dresden.de

Geschäftsführer:
Dr. rer. nat. habil. Hartmut Schulz
Dr. rer. nat. Christian Kunze
Dipl.-Ing. (BA) René Baumert
Handelsregister: HRB 9185
Amtsgericht Dresden

Bankverbindung:
HypoVereinsbank Dresden
IBAN: DE92 8502 0086 5360 1794 29
SWIFT (BIC): HYVEDEMM496

Anhang C

Ergebnisse der chemisch-physikalischen Analytik, K-UTECH AG Salt Technologies, 99706 Sondershausen

Chemisch-physikalische Analytik

K-UTEC AG Salt Technologies
Am Petersenschacht 7
99706 Sondershausen

Tel.: +49 3632 610-150
Fax.: +49 3632 610-105
E-Mail: cpa@k-utec.de

Prüfbericht: 21-1840-1

Auftrag: Lösungsuntersuchung - 211018-01
Auftraggeber: IAF-Radioökologie GmbH
[REDACTED]
Wilhelm-Rönsch-Straße 9
01454 Radeberg

Probeneingang: 26.10.2021
Probennahme: Auftraggeber
Entnahmeort:
Entnahmedatum:
Probenanzahl: 14
Prüfzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021

Proben-Nr.	Probentext
21-1840/01	SB3
21-1840/02	P490009
21-1840/03	L658008-S1
21-1840/04	L658008
21-1840/05	L725005
21-1840/06	L725006
21-1840/07	P725004
21-1840/08	P725010
21-1840/09	P725007
21-1840/10	P725011
21-1840/11	P725019
21-1840/12	P725020
21-1840/13	P750006
21-1840/14	L925007

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung - 211018-01

Seite 2 von 30

Dieser Prüfbericht darf ohne Genehmigung der K-UTEC AG nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände. (DIN EN ISO/IEC 17025)

* nicht akkreditierter Parameter
n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze
Dim. Dimension
bezogen auf Trockensubstanz

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung - 211018-01

Seite 3 von 30

Probenart: Salzlösung
Proben-Nr.: 21-1840/01
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
SB3

Probenbez.: SB3

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestim.- grenze
Dichte (vor Ort)	intern. Verfahren*	1,206	g/cm ³	
Temperatur (vor Ort)	intern. Verfahren*	28,9	°C	
Dichte (Labor)	DEV-C 9*	1,209	g/cm ³	
Temperatur (Labor)	DIN 38 404-C 4*	22	°C	
pH-Wert	K-UTEC 108: 2016-03	7,08	-	
Natrium	K-UTEC 110: 2016-03	111000	mg/l	5
Kalium	K-UTEC 110: 2016-03	3070	mg/l	7
Magnesium	K-UTEC 112: 2016-03	8430	mg/l	10
Calcium	K-UTEC 6: 2016-04	730	mg/l	1
Chlorid	K-UTEC 114: 2016-03	194000	mg/l	30
Sulfat	K-UTEC 104: 2016-04	8760	mg/l	10
Mangan	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	1
Eisen	DIN 38406-E1 *	n.n.	mg/l	0,6
Eisen (II)	DIN 38406-E1 *	n.n.	mg/l	0,6
Eisen-III	DIN 38406-E1 *	n.n.	mg/l	0,6
Carbonat	DIN ISO 10693*	n.n.	mg/l	0,5
CO ₂	DIN EN 1484-H 3*	2,50	mg/l	0,40
Hydrogencarbonat	DEV-D8*	35,0	mg/l	0,5
Lithium	K-UTEC 6: 2016-04	2,12	mg/l	0,10
Strontium	K-UTEC 6: 2016-04	20,9	mg/l	0,5
Cäsium	AAS*	n.n.	mg/l	0,5
Rubidium	AES*	2,4	mg/l	0,1
Aluminium	K-UTEC 6: 2016-04	0,620	mg/l	0,049
Barium	K-UTEC 6: 2016-04	0,061	mg/l	0,030
Blei	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,077
Cadmium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,006
Chrom	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,001
Cobalt	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,01
Kupfer	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,01
Nickel	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,001
Silicium	K-UTEC 6: 2016-04	2,65	mg/l	0,02
Zink	K-UTEC 6: 2016-04	0,130	mg/l	0,005
Bor	K-UTEC 6: 2016-04	24,8	mg/l	0,01
Phosphor	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,033
Quecksilber	K-UTEC 121: 2016-03	n.n.	mg/l	0,01
Bromid	intern. Verfahren*	330	mg/l	1,0
Ammonium	K-UTEC 116: 2016-04	13,7	mg/l	0,6
Nitrat	K-UTEC 5: 2017-11	0,64	mg/l	0,20
Kaliumhexacyanoferrat(II)	DIN 38 405-D 13-1-3*	n.n.	mg/l	0,01
CaSO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	2,48	g/l	

* nicht akkreditierter Parameter
n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze
Dim. Dimension
bezogen auf Trockensubstanz

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung - 211018-01

Seite 4 von 30

Proben-Nr.: 21-1840/01 Fortsetzung

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestim.- grenze
CaCl ₂	K-UTEC 126: 2016-03	0	g/l	
MgSO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	8,78	g/l	
MgCl ₂	K-UTEC 126: 2016-03	25,8	g/l	
MgBr ₂	intern. Verfahren*	0,38	g/l	
Mg ₃ B ₈ O ₁₅	intern. Verfahren*	0,11	g/l	
K ₂ SO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	n.n.	g/l	0,01
KCl	K-UTEC 126: 2016-03	5,85	g/l	
Na ₂ SO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	n.n.	g/l	0,01
NaCl	K-UTEC 126: 2016-03	283	g/l	
H ₂ O	K-UTEC 126: 2016-03	883	g/l	

* nicht akkreditierter Parameter
n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze
Dim. Dimension
bezogen auf Trockensubstanz

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung - 211018-01

Seite 5 von 30

Probenart: Salzlösung
Proben-Nr.: 21-1840/02
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
P490009

Probenbez.: P490009

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestim.- grenze
Dichte (vor Ort)	intern. Verfahren*	1,269	g/cm ³	
Temperatur (vor Ort)	intern. Verfahren*	33,2	°C	
Dichte (Labor)	DEV-C 9*	1,272	g/cm ³	
Temperatur (Labor)	DIN 38 404-C 4*	22	°C	
pH-Wert	K-UTEC 108: 2016-03	7,00	-	
Natrium	K-UTEC 110: 2016-03	74300	mg/l	5
Kalium	K-UTEC 110: 2016-03	28300	mg/l	7
Magnesium	K-UTEC 112: 2016-03	36700	mg/l	10
Calcium	K-UTEC 6: 2016-04	21,9	mg/l	1,0
Chlorid	K-UTEC 114: 2016-03	190000	mg/l	30
Sulfat	K-UTEC 104: 2016-04	76300	mg/l	10
Mangan	K-UTEC 6: 2016-04	1,38	mg/l	1,00
Eisen	DIN 38406-E1 *	0,69	mg/l	0,60
Eisen (II)	DIN 38406-E1 *	n.n.	mg/l	0,6
Eisen-III	DIN 38406-E1 *	n.n.	mg/l	0,6
Carbonat	DIN ISO 10693*	0,55	mg/l	0,50
CO ₂	DIN EN 1484-H 3*	13,8	mg/l	0,40
Hydrogencarbonat	DEV-D8*	163	mg/l	0,5
Lithium	K-UTEC 6: 2016-04	5,81	mg/l	0,10
Strontium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,5
Cäsium	AAS*	0,5	mg/l	0,5
Rubidium	AES*	10,9	mg/l	0,1
Aluminium	K-UTEC 6: 2016-04	0,250	mg/l	0,049
Barium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,03
Blei	K-UTEC 6: 2016-04	1,12	mg/l	0,077
Cadmium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,006
Chrom	K-UTEC 6: 2016-04	0,0165	mg/l	0,0010
Cobalt	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,01
Kupfer	K-UTEC 6: 2016-04	0,361	mg/l	0,010
Nickel	K-UTEC 6: 2016-04	0,166	mg/l	0,001
Silicium	K-UTEC 6: 2016-04	2,40	mg/l	0,02
Zink	K-UTEC 6: 2016-04	7,43	mg/l	0,005
Bor	K-UTEC 6: 2016-04	77,3	mg/l	0,01
Phosphor	K-UTEC 6: 2016-04	0,690	mg/l	0,033
Quecksilber	K-UTEC 121: 2016-03	n.n.	mg/l	0,01
Bromid	intern. Verfahren*	1560	mg/l	1,0
Ammonium	K-UTEC 116: 2016-04	36,8	mg/l	0,6
Nitrat	K-UTEC 5: 2017-11	155	mg/l	0,2
Kaliumhexacyanoferrat(II)	DIN 38 405-D 13-1-3*	0,38	mg/l	0,01
CaSO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	0,07	g/l	

* nicht akkreditierter Parameter
n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze
Dim. Dimension
bezogen auf Trockensubstanz

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung - 211018-01

Seite 6 von 30

Proben-Nr.: 21-1840/02 Fortsetzung

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestim.- grenze
CaCl ₂	K-UTEC 126: 2016-03	0	g/l	
MgSO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	95,5	g/l	
MgCl ₂	K-UTEC 126: 2016-03	67,1	g/l	
MgBr ₂	intern. Verfahren*	1,8	g/l	
Mg ₃ B ₈ O ₁₅	intern. Verfahren*	0,36	g/l	
K ₂ SO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	n.n.	g/l	0,01
KCl	K-UTEC 126: 2016-03	54,0	g/l	
Na ₂ SO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	n.n.	g/l	0,01
NaCl	K-UTEC 126: 2016-03	189	g/l	
H ₂ O	K-UTEC 126: 2016-03	865	g/l	

* nicht akkreditierter Parameter
n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze
Dim. Dimension
bezogen auf Trockensubstanz

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung - 211018-01

Seite 7 von 30

Probenart: Salzlösung
Proben-Nr.: 21-1840/03
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
L658008-S1

Probenbez.: L658008-S1

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestim.- grenze
Dichte (vor Ort)	intern. Verfahren*	1,205	g/cm ³	
Temperatur (vor Ort)	intern. Verfahren*	31,3	°C	
Dichte (Labor)	DEV-C 9*	1,211	g/cm ³	
Temperatur (Labor)	DIN 38 404-C 4*	22	°C	
pH-Wert	K-UTEC 108: 2016-03	6,94	-	
Natrium	K-UTEC 110: 2016-03	112000	mg/l	5
Kalium	K-UTEC 110: 2016-03	3100	mg/l	7
Magnesium	K-UTEC 112: 2016-03	8530	mg/l	10
Calcium	K-UTEC 6: 2016-04	768	mg/l	1
Chlorid	K-UTEC 114: 2016-03	195000	mg/l	30
Sulfat	K-UTEC 104: 2016-04	8870	mg/l	10
Mangan	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	1
Eisen	DIN 38406-E1 *	n.n.	mg/l	0,6
Eisen (II)	DIN 38406-E1 *	n.n.	mg/l	0,6
Eisen-III	DIN 38406-E1 *	n.n.	mg/l	0,6
Carbonat	DIN ISO 10693*	n.n.	mg/l	0,5
CO ₂	DIN EN 1484-H 3*	3,40	mg/l	0,40
Hydrogencarbonat	DEV-D8*	34,3	mg/l	0,5
Lithium	K-UTEC 6: 2016-04	2,24	mg/l	0,10
Strontium	K-UTEC 6: 2016-04	22,3	mg/l	0,5
Cäsium	AAS*	0,6	mg/l	0,5
Rubidium	AES*	2,6	mg/l	0,1
Aluminium	K-UTEC 6: 2016-04	0,460	mg/l	0,049
Barium	K-UTEC 6: 2016-04	0,081	mg/l	0,030
Blei	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,077
Cadmium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,006
Chrom	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,001
Cobalt	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,01
Kupfer	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,01
Nickel	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,001
Silicium	K-UTEC 6: 2016-04	2,24	mg/l	0,02
Zink	K-UTEC 6: 2016-04	0,160	mg/l	0,005
Bor	K-UTEC 6: 2016-04	26,1	mg/l	0,01
Phosphor	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,033
Quecksilber	K-UTEC 121: 2016-03	n.n.	mg/l	0,01
Bromid	intern. Verfahren*	350	mg/l	1,0
Ammonium	K-UTEC 116: 2016-04	14,4	mg/l	0,6
Nitrat	K-UTEC 5: 2017-11	n.n.	mg/l	0,2
Kaliumhexacyanoferrat(II)	DIN 38 405-D 13-1-3*	n.n.	mg/l	0,01
CaSO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	2,61	g/l	

* nicht akkreditierter Parameter
n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze
Dim. Dimension
bezogen auf Trockensubstanz

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung - 211018-01

Seite 8 von 30

Proben-Nr.: 21-1840/03 Fortsetzung

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestim.- grenze
CaCl ₂	K-UTEC 126: 2016-03	0	g/l	
MgSO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	8,8	g/l	
MgCl ₂	K-UTEC 126: 2016-03	26,2	g/l	
MgBr ₂	intern. Verfahren*	0,4	g/l	
Mg ₃ B ₈ O ₁₅	intern. Verfahren*	0,12	g/l	
K ₂ SO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	n.n.	g/l	0,01
KCl	K-UTEC 126: 2016-03	5,91	g/l	
Na ₂ SO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	n.n.	g/l	0,01
NaCl	K-UTEC 126: 2016-03	285	g/l	
H ₂ O	K-UTEC 126: 2016-03	882	g/l	

* nicht akkreditierter Parameter
n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze
Dim. Dimension
bezogen auf Trockensubstanz

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung - 211018-01

Seite 9 von 30

Probenart: Salzlösung
Proben-Nr.: 21-1840/04
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
L658008

Probenbez.: L658008

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestim.- grenze
Dichte (vor Ort)	intern. Verfahren*	1,205	g/cm ³	
Temperatur (vor Ort)	intern. Verfahren*	31,5	°C	
Dichte (Labor)	DEV-C 9*	1,204	g/cm ³	
Temperatur (Labor)	DIN 38 404-C 4*	22	°C	
pH-Wert	K-UTEC 108: 2016-03	6,88	-	
Natrium	K-UTEC 110: 2016-03	111000	mg/l	5
Kalium	K-UTEC 110: 2016-03	3150	mg/l	7
Magnesium	K-UTEC 112: 2016-03	8530	mg/l	10
Calcium	K-UTEC 6: 2016-04	771	mg/l	1
Chlorid	K-UTEC 114: 2016-03	194000	mg/l	30
Sulfat	K-UTEC 104: 2016-04	8740	mg/l	10
Mangan	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	1
Eisen	DIN 38406-E1*	n.n.	mg/l	0,6
Eisen (II)	DIN 38406-E1*	n.n.	mg/l	0,6
Eisen-III	DIN 38406-E1*	n.n.	mg/l	0,6
Carbonat	DIN ISO 10693*	n.n.	mg/l	0,5
CO ₂	DIN EN 1484-H 3*	3,80	mg/l	0,40
Hydrogencarbonat	DEV-D8*	33,2	mg/l	0,5
Lithium	K-UTEC 6: 2016-04	2,35	mg/l	0,10
Strontium	K-UTEC 6: 2016-04	22,5	mg/l	0,5
Cäsium	AAS*	n.n.	mg/l	0,5
Rubidium	AES*	2,6	mg/l	0,1
Aluminium	K-UTEC 6: 2016-04	0,540	mg/l	0,049
Barium	K-UTEC 6: 2016-04	0,074	mg/l	0,030
Blei	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,077
Cadmium	K-UTEC 6: 2016-04	0,0068	mg/l	0,0060
Chrom	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,001
Cobalt	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,01
Kupfer	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,01
Nickel	K-UTEC 6: 2016-04	0,0215	mg/l	0,0010
Silicium	K-UTEC 6: 2016-04	2,48	mg/l	0,02
Zink	K-UTEC 6: 2016-04	0,130	mg/l	0,005
Bor	K-UTEC 6: 2016-04	26,9	mg/l	0,01
Phosphor	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,033
Quecksilber	K-UTEC 121: 2016-03	n.n.	mg/l	0,01
Bromid	intern. Verfahren*	363	mg/l	1,0
Ammonium	K-UTEC 116: 2016-04	15,2	mg/l	0,6
Nitrat	K-UTEC 5: 2017-11	n.n.	mg/l	0,2
Kaliumhexacyanoferrat(II)	DIN 38 405-D 13-1-3*	n.n.	mg/l	0,01
CaSO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	2,62	g/l	

* nicht akkreditierter Parameter
n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze
Dim. Dimension
bezogen auf Trockensubstanz

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung - 211018-01

Seite 10 von 30

Proben-Nr.: 21-1840/04 Fortsetzung

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestim.- grenze
CaCl ₂	K-UTEC 126: 2016-03	0	g/l	
MgSO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	8,64	g/l	
MgCl ₂	K-UTEC 126: 2016-03	26,3	g/l	
MgBr ₂	intern. Verfahren*	0,42	g/l	
Mg ₃ B ₈ O ₁₅	intern. Verfahren*	0,12	g/l	
K ₂ SO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	n.n.	g/l	0,01
KCl	K-UTEC 126: 2016-03	6,01	g/l	
Na ₂ SO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	n.n.	g/l	0,01
NaCl	K-UTEC 126: 2016-03	283	g/l	
H ₂ O	K-UTEC 126: 2016-03	877	g/l	

* nicht akkreditierter Parameter
n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze
Dim. Dimension
bezogen auf Trockensubstanz

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung - 211018-01

Seite 11 von 30

Probenart: Salzlösung
Proben-Nr.: 21-1840/05
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
L725005

Probenbez.: L725005

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestim.- grenze
Dichte (vor Ort)	intern. Verfahren*	1,359	g/cm ³	
Temperatur (vor Ort)	intern. Verfahren*	35,8	°C	
Dichte (Labor)	DEV-C 9*	1,359	g/cm ³	
Temperatur (Labor)	DIN 38 404-C 4*	22	°C	
pH-Wert	K-UTEC 108: 2016-03	1,98	-	
Natrium	K-UTEC 110: 2016-03	1730	mg/l	5
Kalium	K-UTEC 110: 2016-03	1150	mg/l	7
Magnesium	K-UTEC 112: 2016-03	131000	mg/l	10
Calcium	K-UTEC 6: 2016-04	113	mg/l	1
Chlorid	K-UTEC 114: 2016-03	361000	mg/l	30
Sulfat	K-UTEC 104: 2016-04	30900	mg/l	10
Mangan	K-UTEC 6: 2016-04	28,5	mg/l	1,0
Eisen	DIN 38406-E1 *	155	mg/l	0,6
Eisen (II)	DIN 38406-E1 *	63,3	mg/l	0,6
Eisen-III	DIN 38406-E1 *	92,1	mg/l	0,6
Carbonat	DIN ISO 10693*	n.n.	mg/l	0,5
CO ₂	DIN EN 1484-H 3*	n.n.	mg/l	0,40
Hydrogencarbonat	DEV-D8*	n.n.	mg/l	0,5
Lithium	K-UTEC 6: 2016-04	8,97	mg/l	0,10
Strontium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,5
Cäsium	AAS*	1,6	mg/l	0,5
Rubidium	AES*	0,3	mg/l	0,1
Aluminium	K-UTEC 6: 2016-04	1,02	mg/l	0,049
Barium	K-UTEC 6: 2016-04	0,26	mg/l	0,03
Blei	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,077
Cadmium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,006
Chrom	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,001
Cobalt	K-UTEC 6: 2016-04	0,159	mg/l	0,010
Kupfer	K-UTEC 6: 2016-04	7,07	mg/l	0,01
Nickel	K-UTEC 6: 2016-04	0,024	mg/l	0,001
Silicium	K-UTEC 6: 2016-04	1,15	mg/l	0,02
Zink	K-UTEC 6: 2016-04	38,5	mg/l	0,005
Bor	K-UTEC 6: 2016-04	95,8	mg/l	0,01
Phosphor	K-UTEC 6: 2016-04	0,910	mg/l	0,033
Quecksilber	K-UTEC 121: 2016-03	0,127	mg/l	0,010
Bromid	intern. Verfahren*	6290	mg/l	1,0
Ammonium	K-UTEC 116: 2016-04	15,9	mg/l	0,6
Nitrat	K-UTEC 5: 2017-11	296	mg/l	0,2
Kaliumhexacyanoferrat(II)	DIN 38 405-D 13-1-3*	0,05	mg/l	0,01
CaSO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	0,38	g/l	

* nicht akkreditierter Parameter
n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze
Dim. Dimension
bezogen auf Trockensubstanz

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung - 211018-01

Seite 12 von 30

Proben-Nr.: 21-1840/05 Fortsetzung

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestim.- grenze
CaCl ₂	K-UTEC 126: 2016-03	0	g/l	
MgSO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	38,4	g/l	
MgCl ₂	K-UTEC 126: 2016-03	480	g/l	
MgBr ₂	intern. Verfahren*	7,25	g/l	
Mg ₃ B ₈ O ₁₅	intern. Verfahren*	0,44	g/l	
K ₂ SO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	n.n.	g/l	0,01
KCl	K-UTEC 126: 2016-03	2,19	g/l	
Na ₂ SO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	n.n.	g/l	0,01
NaCl	K-UTEC 126: 2016-03	4,41	g/l	
H ₂ O	K-UTEC 126: 2016-03	826	g/l	

* nicht akkreditierter Parameter
n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze
Dim. Dimension
bezogen auf Trockensubstanz

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung - 211018-01

Seite 13 von 30

Probenart: Salzlösung
Proben-Nr.: 21-1840/06
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
L725006

Probenbez.: L725006

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestim.- grenze
Dichte (vor Ort)	intern. Verfahren*	1,237	g/cm ³	
Temperatur (vor Ort)	intern. Verfahren*	33,6	°C	
Dichte (Labor)	DEV-C 9*	1,246	g/cm ³	
Temperatur (Labor)	DIN 38 404-C 4*	22	°C	
pH-Wert	K-UTEC 108: 2016-03	7,41	-	
Natrium	K-UTEC 110: 2016-03	82800	mg/l	5
Kalium	K-UTEC 110: 2016-03	12500	mg/l	7
Magnesium	K-UTEC 112: 2016-03	26900	mg/l	10
Calcium	K-UTEC 6: 2016-04	311	mg/l	1
Chlorid	K-UTEC 114: 2016-03	198000	mg/l	30
Sulfat	K-UTEC 104: 2016-04	26800	mg/l	10
Mangan	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	1
Eisen	DIN 38406-E1*	n.n.	mg/l	0,6
Eisen (II)	DIN 38406-E1*	n.n.	mg/l	0,6
Eisen-III	DIN 38406-E1*	n.n.	mg/l	0,6
Carbonat	DIN ISO 10693*	1,5	mg/l	0,5
CO ₂	DIN EN 1484-H 3*	6,20	mg/l	0,40
Hydrogencarbonat	DEV-D8*	184	mg/l	0,5
Lithium	K-UTEC 6: 2016-04	5,35	mg/l	0,10
Strontium	K-UTEC 6: 2016-04	15,0	mg/l	0,5
Cäsium	AAS*	0,7	mg/l	0,5
Rubidium	AES*	7,0	mg/l	0,1
Aluminium	K-UTEC 6: 2016-04	0,420	mg/l	0,049
Barium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,03
Blei	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,077
Cadmium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,006
Chrom	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,001
Cobalt	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,01
Kupfer	K-UTEC 6: 2016-04	0,158	mg/l	0,010
Nickel	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,001
Silicium	K-UTEC 6: 2016-04	3,11	mg/l	0,02
Zink	K-UTEC 6: 2016-04	0,340	mg/l	0,005
Bor	K-UTEC 6: 2016-04	45,7	mg/l	0,01
Phosphor	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,033
Quecksilber	K-UTEC 121: 2016-03	n.n.	mg/l	0,01
Bromid	intern. Verfahren*	1450	mg/l	1,0
Ammonium	K-UTEC 116: 2016-04	34,6	mg/l	0,6
Nitrat	K-UTEC 5: 2017-11	13,0	mg/l	0,2
Kaliumhexacyanoferrat(II)	DIN 38 405-D 13-1-3*	0,01	mg/l	0,01
CaSO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	1,06	g/l	

* nicht akkreditierter Parameter
n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze
Dim. Dimension
bezogen auf Trockensubstanz

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung - 211018-01

Seite 14 von 30

Proben-Nr.: 21-1840/06 Fortsetzung

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestim.- grenze
CaCl ₂	K-UTEC 126: 2016-03	0	g/l	
MgSO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	32,6	g/l	
MgCl ₂	K-UTEC 126: 2016-03	78,7	g/l	
MgBr ₂	intern. Verfahren*	1,67	g/l	
Mg ₃ B ₈ O ₁₅	intern. Verfahren*	0,21	g/l	
K ₂ SO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	n.n.	g/l	0,01
KCl	K-UTEC 126: 2016-03	23,9	g/l	
Na ₂ SO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	n.n.	g/l	0,01
NaCl	K-UTEC 126: 2016-03	210	g/l	
H ₂ O	K-UTEC 126: 2016-03	898	g/l	

* nicht akkreditierter Parameter
n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze
Dim. Dimension
bezogen auf Trockensubstanz

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung - 211018-01

Seite 15 von 30

Probenart: Salzlösung
Proben-Nr.: 21-1840/07
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
P725004

Probenbez.: P725004

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestim.- grenze
Dichte (vor Ort)	intern. Verfahren*	1,218	g/cm ³	
Temperatur (vor Ort)	intern. Verfahren*	33,4	°C	
Dichte (Labor)	DEV-C 9*	1,228	g/cm ³	
Temperatur (Labor)	DIN 38 404-C 4*	22	°C	
pH-Wert	K-UTEC 108: 2016-03	7,12	-	
Natrium	K-UTEC 110: 2016-03	95900	mg/l	5
Kalium	K-UTEC 110: 2016-03	9080	mg/l	7
Magnesium	K-UTEC 112: 2016-03	18900	mg/l	10
Calcium	K-UTEC 6: 2016-04	396	mg/l	1
Chlorid	K-UTEC 114: 2016-03	196000	mg/l	30
Sulfat	K-UTEC 104: 2016-04	20300	mg/l	10
Mangan	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	1
Eisen	DIN 38406-E1 *	n.n.	mg/l	0,6
Eisen (II)	DIN 38406-E1 *	n.n.	mg/l	0,6
Eisen-III	DIN 38406-E1 *	n.n.	mg/l	0,6
Carbonat	DIN ISO 10693*	n.n.	mg/l	0,5
CO ₂	DIN EN 1484-H 3*	4,00	mg/l	0,40
Hydrogencarbonat	DEV-D8*	61,2	mg/l	0,5
Lithium	K-UTEC 6: 2016-04	3,16	mg/l	0,10
Strontium	K-UTEC 6: 2016-04	12,3	mg/l	0,5
Cäsium	AAS*	n.n.	mg/l	0,5
Rubidium	AES*	6,2	mg/l	0,1
Aluminium	K-UTEC 6: 2016-04	0,570	mg/l	0,049
Barium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,03
Blei	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,077
Cadmium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,006
Chrom	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,001
Cobalt	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,01
Kupfer	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,01
Nickel	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,001
Silicium	K-UTEC 6: 2016-04	3,20	mg/l	0,02
Zink	K-UTEC 6: 2016-04	3,49	mg/l	0,005
Bor	K-UTEC 6: 2016-04	34,1	mg/l	0,01
Phosphor	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,033
Quecksilber	K-UTEC 121: 2016-03	n.n.	mg/l	0,01
Bromid	intern. Verfahren*	936	mg/l	1,0
Ammonium	K-UTEC 116: 2016-04	26,7	mg/l	0,6
Nitrat	K-UTEC 5: 2017-11	6,35	mg/l	0,20
Kaliumhexacyanoferrat(II)	DIN 38 405-D 13-1-3*	n.n.	mg/l	0,01
CaSO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	1,35	g/l	

* nicht akkreditierter Parameter
n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze
Dim. Dimension
bezogen auf Trockensubstanz

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung - 211018-01

Seite 16 von 30

Proben-Nr.: 21-1840/07 Fortsetzung

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestim.- grenze
CaCl ₂	K-UTEC 126: 2016-03	0	g/l	
MgSO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	24,2	g/l	
MgCl ₂	K-UTEC 126: 2016-03	54,0	g/l	
MgBr ₂	intern. Verfahren*	1,08	g/l	
Mg ₃ B ₈ O ₁₅	intern. Verfahren*	0,16	g/l	
K ₂ SO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	n.n.	g/l	0,01
KCl	K-UTEC 126: 2016-03	17,3	g/l	
Na ₂ SO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	n.n.	g/l	0,01
NaCl	K-UTEC 126: 2016-03	244	g/l	
H ₂ O	K-UTEC 126: 2016-03	886	g/l	

* nicht akkreditierter Parameter
n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze
Dim. Dimension
bezogen auf Trockensubstanz

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung - 211018-01

Seite 17 von 30

Probenart: Salzlösung
Proben-Nr.: 21-1840/08
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
P725010

Probenbez.: P725010

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestim.- grenze
Dichte (vor Ort)	intern. Verfahren*	1,283	g/cm ³	
Temperatur (vor Ort)	intern. Verfahren*	35,4	°C	
Dichte (Labor)	DEV-C 9*	1,298	g/cm ³	
Temperatur (Labor)	DIN 38 404-C 4*	22	°C	
pH-Wert	K-UTEC 108: 2016-03	6,07	-	
Natrium	K-UTEC 110: 2016-03	12900	mg/l	5
Kalium	K-UTEC 110: 2016-03	11900	mg/l	7
Magnesium	K-UTEC 112: 2016-03	87600	mg/l	10
Calcium	K-UTEC 6: 2016-04	69,1	mg/l	1,0
Chlorid	K-UTEC 114: 2016-03	260000	mg/l	30
Sulfat	K-UTEC 104: 2016-04	32200	mg/l	10
Mangan	K-UTEC 6: 2016-04	2,73	mg/l	1,00
Eisen	DIN 38406-E1 *	1,95	mg/l	0,60
Eisen (II)	DIN 38406-E1 *	0,85	mg/l	0,60
Eisen-III	DIN 38406-E1 *	1,1	mg/l	0,6
Carbonat	DIN ISO 10693*	n.n.	mg/l	0,5
CO ₂	DIN EN 1484-H 3*	57,7	mg/l	0,40
Hydrogencarbonat	DEV-D8*	81,0	mg/l	0,5
Lithium	K-UTEC 6: 2016-04	8,14	mg/l	0,10
Strontium	K-UTEC 6: 2016-04	0,61	mg/l	0,50
Cäsium	AAS*	0,7	mg/l	0,5
Rubidium	AES*	12,3	mg/l	0,1
Aluminium	K-UTEC 6: 2016-04	0,260	mg/l	0,049
Barium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,03
Blei	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,077
Cadmium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,006
Chrom	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,001
Cobalt	K-UTEC 6: 2016-04	0,054	mg/l	0,010
Kupfer	K-UTEC 6: 2016-04	0,72	mg/l	0,01
Nickel	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,001
Silicium	K-UTEC 6: 2016-04	1,04	mg/l	0,02
Zink	K-UTEC 6: 2016-04	32,6	mg/l	0,005
Bor	K-UTEC 6: 2016-04	70,5	mg/l	0,01
Phosphor	K-UTEC 6: 2016-04	0,910	mg/l	0,033
Quecksilber	K-UTEC 121: 2016-03	n.n.	mg/l	0,01
Bromid	intern. Verfahren*	4360	mg/l	1,0
Ammonium	K-UTEC 116: 2016-04	27,4	mg/l	0,6
Nitrat	K-UTEC 5: 2017-11	143	mg/l	0,2
Kaliumhexacyanoferrat(II)	DIN 38 405-D 13-1-3*	n.n.	mg/l	0,01
CaSO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	0,23	g/l	

* nicht akkreditierter Parameter
n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze
Dim. Dimension
bezogen auf Trockensubstanz

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung - 211018-01

Seite 18 von 30

Proben-Nr.: 21-1840/08 Fortsetzung

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestim.- grenze
CaCl ₂	K-UTEC 126: 2016-03	0	g/l	
MgSO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	40,1	g/l	
MgCl ₂	K-UTEC 126: 2016-03	309	g/l	
MgBr ₂	intern. Verfahren*	5,03	g/l	
Mg ₃ B ₈ O ₁₅	intern. Verfahren*	0,32	g/l	
K ₂ SO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	n.n.	g/l	0,01
KCl	K-UTEC 126: 2016-03	22,7	g/l	
Na ₂ SO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	n.n.	g/l	0,01
NaCl	K-UTEC 126: 2016-03	32,8	g/l	
H ₂ O	K-UTEC 126: 2016-03	888	g/l	

* nicht akkreditierter Parameter
n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze
Dim. Dimension
bezogen auf Trockensubstanz

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung - 211018-01

Seite 19 von 30

Probenart: Salzlösung
Proben-Nr.: 21-1840/09
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
P725007

Probenbez.: P725007

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestim.- grenze
Dichte (vor Ort)	intern. Verfahren*	1,252	g/cm ³	
Temperatur (vor Ort)	intern. Verfahren*	35,5	°C	
Dichte (Labor)	DEV-C 9*	1,252	g/cm ³	
Temperatur (Labor)	DIN 38 404-C 4*	22	°C	
pH-Wert	K-UTEC 108: 2016-03	3,38	-	
Natrium	K-UTEC 110: 2016-03	46000	mg/l	5
Kalium	K-UTEC 110: 2016-03	16900	mg/l	7
Magnesium	K-UTEC 112: 2016-03	54200	mg/l	10
Calcium	K-UTEC 6: 2016-04	233	mg/l	1
Chlorid	K-UTEC 114: 2016-03	210000	mg/l	30
Sulfat	K-UTEC 104: 2016-04	45000	mg/l	10
Mangan	K-UTEC 6: 2016-04	5,2	mg/l	1,0
Eisen	DIN 38406-E1 *	57,1	mg/l	0,6
Eisen (II)	DIN 38406-E1 *	8,62	mg/l	0,60
Eisen-III	DIN 38406-E1 *	48,5	mg/l	0,6
Carbonat	DIN ISO 10693*	n.n.	mg/l	0,5
CO ₂	DIN EN 1484-H 3*	n.n.	mg/l	0,40
Hydrogencarbonat	DEV-D8*	n.n.	mg/l	0,5
Lithium	K-UTEC 6: 2016-04	7,06	mg/l	0,10
Strontium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,5
Cäsium	AAS*	n.n.	mg/l	0,5
Rubidium	AES*	13,6	mg/l	0,1
Aluminium	K-UTEC 6: 2016-04	0,850	mg/l	0,049
Barium	K-UTEC 6: 2016-04	0,30	mg/l	0,03
Blei	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,077
Cadmium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,006
Chrom	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,001
Cobalt	K-UTEC 6: 2016-04	0,047	mg/l	0,010
Kupfer	K-UTEC 6: 2016-04	0,514	mg/l	0,010
Nickel	K-UTEC 6: 2016-04	0,026	mg/l	0,001
Silicium	K-UTEC 6: 2016-04	1,48	mg/l	0,02
Zink	K-UTEC 6: 2016-04	51,2	mg/l	0,005
Bor	K-UTEC 6: 2016-04	60,8	mg/l	0,01
Phosphor	K-UTEC 6: 2016-04	0,500	mg/l	0,033
Quecksilber	K-UTEC 121: 2016-03	n.n.	mg/l	0,01
Bromid	intern. Verfahren*	3000	mg/l	1,0
Ammonium	K-UTEC 116: 2016-04	63,5	mg/l	0,6
Nitrat	K-UTEC 5: 2017-11	36,6	mg/l	0,2
Kaliumhexacyanoferrat(II)	DIN 38 405-D 13-1-3*	n.n.	mg/l	0,01
CaSO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	0,79	g/l	

* nicht akkreditierter Parameter
n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze
Dim. Dimension
bezogen auf Trockensubstanz

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung - 211018-01

Seite 20 von 30

Proben-Nr.: 21-1840/09 Fortsetzung

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestim.- grenze
CaCl ₂	K-UTEC 126: 2016-03	0	g/l	
MgSO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	55,6	g/l	
MgCl ₂	K-UTEC 126: 2016-03	166	g/l	
MgBr ₂	intern. Verfahren*	3,45	g/l	
Mg ₃ B ₈ O ₁₅	intern. Verfahren*	0,28	g/l	
K ₂ SO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	n.n.	g/l	0,01
KCl	K-UTEC 126: 2016-03	32,2	g/l	
Na ₂ SO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	n.n.	g/l	0,01
NaCl	K-UTEC 126: 2016-03	117	g/l	
H ₂ O	K-UTEC 126: 2016-03	876	g/l	

* nicht akkreditierter Parameter
n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze
Dim. Dimension
bezogen auf Trockensubstanz

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung - 211018-01

Seite 21 von 30

Probenart: Salzlösung
Proben-Nr.: 21-1840/10
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
P725011

Probenbez.: P725011

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestim.- grenze
Dichte (vor Ort)	intern. Verfahren*	1,256	g/cm ³	
Temperatur (vor Ort)	intern. Verfahren*	35,9	°C	
Dichte (Labor)	DEV-C 9*	1,269	g/cm ³	
Temperatur (Labor)	DIN 38 404-C 4*	22	°C	
pH-Wert	K-UTEC 108: 2016-03	6,52	-	
Natrium	K-UTEC 110: 2016-03	24000	mg/l	5
Kalium	K-UTEC 110: 2016-03	10400	mg/l	7
Magnesium	K-UTEC 112: 2016-03	72200	mg/l	10
Calcium	K-UTEC 6: 2016-04	116	mg/l	1
Chlorid	K-UTEC 114: 2016-03	241000	mg/l	30
Sulfat	K-UTEC 104: 2016-04	19600	mg/l	10
Mangan	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	1
Eisen	DIN 38406-E1 *	n.n.	mg/l	0,6
Eisen (II)	DIN 38406-E1 *	n.n.	mg/l	0,6
Eisen-III	DIN 38406-E1 *	n.n.	mg/l	0,6
Carbonat	DIN ISO 10693*	n.n.	mg/l	0,5
CO ₂	DIN EN 1484-H 3*	26,2	mg/l	0,40
Hydrogencarbonat	DEV-D8*	103	mg/l	0,5
Lithium	K-UTEC 6: 2016-04	7,11	mg/l	0,10
Strontium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,5
Cäsium	AAS*	0,8	mg/l	0,5
Rubidium	AES*	16,8	mg/l	0,1
Aluminium	K-UTEC 6: 2016-04	0,340	mg/l	0,049
Barium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,03
Blei	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,077
Cadmium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,006
Chrom	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,001
Cobalt	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,01
Kupfer	K-UTEC 6: 2016-04	1,14	mg/l	0,01
Nickel	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,001
Silicium	K-UTEC 6: 2016-04	0,87	mg/l	0,02
Zink	K-UTEC 6: 2016-04	27,4	mg/l	0,005
Bor	K-UTEC 6: 2016-04	58,1	mg/l	0,01
Phosphor	K-UTEC 6: 2016-04	0,750	mg/l	0,033
Quecksilber	K-UTEC 121: 2016-03	0,0708	mg/l	0,0100
Bromid	intern. Verfahren*	3960	mg/l	1,0
Ammonium	K-UTEC 116: 2016-04	42,6	mg/l	0,6
Nitrat	K-UTEC 5: 2017-11	137	mg/l	0,2
Kaliumhexacyanoferrat(II)	DIN 38 405-D 13-1-3*	0,02	mg/l	0,01
CaSO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	0,39	g/l	

* nicht akkreditierter Parameter
n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze
Dim. Dimension
bezogen auf Trockensubstanz

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung - 211018-01

Seite 22 von 30

Proben-Nr.: 21-1840/10 Fortsetzung

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestim.- grenze
CaCl ₂	K-UTEC 126: 2016-03	0	g/l	
MgSO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	24,2	g/l	
MgCl ₂	K-UTEC 126: 2016-03	261	g/l	
MgBr ₂	intern. Verfahren*	4,57	g/l	
Mg ₃ B ₈ O ₁₅	intern. Verfahren*	0,27	g/l	
K ₂ SO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	n.n.	g/l	0,01
KCl	K-UTEC 126: 2016-03	19,8	g/l	
Na ₂ SO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	n.n.	g/l	0,01
NaCl	K-UTEC 126: 2016-03	60,9	g/l	
H ₂ O	K-UTEC 126: 2016-03	898	g/l	

* nicht akkreditierter Parameter
n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze
Dim. Dimension
bezogen auf Trockensubstanz

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung - 211018-01

Seite 23 von 30

Probenart: Salzlösung
Proben-Nr.: 21-1840/11
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
P725019
Probenbez.: P725019

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestim.- grenze
Dichte (vor Ort)	intern. Verfahren*	1,225	g/cm ³	
Temperatur (vor Ort)	intern. Verfahren*	35	°C	
Dichte (Labor)	DEV-C 9*	1,229	g/cm ³	
Temperatur (Labor)	DIN 38 404-C 4*	22	°C	
pH-Wert	K-UTEC 108: 2016-03	6,96	-	
Natrium	K-UTEC 110: 2016-03	71900	mg/l	5
Kalium	K-UTEC 110: 2016-03	11100	mg/l	7
Magnesium	K-UTEC 112: 2016-03	32900	mg/l	10
Calcium	K-UTEC 6: 2016-04	227	mg/l	1
Chlorid	K-UTEC 114: 2016-03	199000	mg/l	30
Sulfat	K-UTEC 104: 2016-04	23700	mg/l	10
Mangan	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	1
Eisen	DIN 38406-E1 *	n.n.	mg/l	0,6
Eisen (II)	DIN 38406-E1 *	n.n.	mg/l	0,6
Eisen-III	DIN 38406-E1 *	n.n.	mg/l	0,6
Carbonat	DIN ISO 10693*	n.n.	mg/l	0,5
CO ₂	DIN EN 1484-H 3*	8,40	mg/l	0,40
Hydrogencarbonat	DEV-D8*	89,2	mg/l	0,5
Lithium	K-UTEC 6: 2016-04	5,13	mg/l	0,10
Strontium	K-UTEC 6: 2016-04	4,42	mg/l	0,50
Cäsium	AAS*	0,6	mg/l	0,5
Rubidium	AES*	11,6	mg/l	0,1
Aluminium	K-UTEC 6: 2016-04	0,220	mg/l	0,049
Barium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,03
Blei	K-UTEC 6: 2016-04	0,210	mg/l	0,077
Cadmium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,006
Chrom	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,001
Cobalt	K-UTEC 6: 2016-04	0,045	mg/l	0,010
Kupfer	K-UTEC 6: 2016-04	0,148	mg/l	0,010
Nickel	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,001
Silicium	K-UTEC 6: 2016-04	2,59	mg/l	0,02
Zink	K-UTEC 6: 2016-04	7,56	mg/l	0,005
Bor	K-UTEC 6: 2016-04	48,0	mg/l	0,01
Phosphor	K-UTEC 6: 2016-04	0,510	mg/l	0,033
Quecksilber	K-UTEC 121: 2016-03	0,0223	mg/l	0,0100
Bromid	intern. Verfahren*	1740	mg/l	1,0
Ammonium	K-UTEC 116: 2016-04	47,6	mg/l	0,6
Nitrat	K-UTEC 5: 2017-11	45,6	mg/l	0,2
Kaliumhexacyanoferrat(II)	DIN 38 405-D 13-1-3*	0,01	mg/l	0,01
CaSO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	0,77	g/l	

* nicht akkreditierter Parameter
n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze
Dim. Dimension
bezogen auf Trockensubstanz

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung - 211018-01

Seite 24 von 30

Proben-Nr.: 21-1840/11 Fortsetzung

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestim.- grenze
CaCl ₂	K-UTEC 126: 2016-03	0	g/l	
MgSO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	29,1	g/l	
MgCl ₂	K-UTEC 126: 2016-03	105	g/l	
MgBr ₂	intern. Verfahren*	2	g/l	
Mg ₃ B ₈ O ₁₅	intern. Verfahren*	0,22	g/l	
K ₂ SO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	n.n.	g/l	0,01
KCl	K-UTEC 126: 2016-03	21,1	g/l	
Na ₂ SO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	n.n.	g/l	0,01
NaCl	K-UTEC 126: 2016-03	183	g/l	
H ₂ O	K-UTEC 126: 2016-03	888	g/l	

* nicht akkreditierter Parameter
n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze
Dim. Dimension
bezogen auf Trockensubstanz

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung - 211018-01

Seite 25 von 30

Probenart: Salzlösung
Proben-Nr.: 21-1840/12
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
P725020

Probenbez.: P725020

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestim.- grenze
Dichte (vor Ort)	intern. Verfahren*	1,248	g/cm ³	
Temperatur (vor Ort)	intern. Verfahren*	35,4	°C	
Dichte (Labor)	DEV-C 9*	1,250	g/cm ³	
Temperatur (Labor)	DIN 38 404-C 4*	22	°C	
pH-Wert	K-UTEC 108: 2016-03	6,35	-	
Natrium	K-UTEC 110: 2016-03	37300	mg/l	5
Kalium	K-UTEC 110: 2016-03	15200	mg/l	7
Magnesium	K-UTEC 112: 2016-03	58500	mg/l	10
Calcium	K-UTEC 6: 2016-04	147	mg/l	1
Chlorid	K-UTEC 114: 2016-03	217000	mg/l	30
Sulfat	K-UTEC 104: 2016-04	32100	mg/l	10
Mangan	K-UTEC 6: 2016-04	2,54	mg/l	1,00
Eisen	DIN 38406-E1 *	0,66	mg/l	0,60
Eisen (II)	DIN 38406-E1 *	n.n.	mg/l	0,6
Eisen-III	DIN 38406-E1 *	n.n.	mg/l	0,6
Carbonat	DIN ISO 10693*	n.n.	mg/l	0,5
CO ₂	DIN EN 1484-H 3*	71,3	mg/l	0,40
Hydrogencarbonat	DEV-D8*	188	mg/l	0,5
Lithium	K-UTEC 6: 2016-04	9,8	mg/l	0,1
Strontium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,5
Cäsium	AAS*	0,5	mg/l	0,5
Rubidium	AES*	10,9	mg/l	0,1
Aluminium	K-UTEC 6: 2016-04	0,190	mg/l	0,049
Barium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,03
Blei	K-UTEC 6: 2016-04	0,345	mg/l	0,077
Cadmium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,006
Chrom	K-UTEC 6: 2016-04	0,235	mg/l	0,001
Cobalt	K-UTEC 6: 2016-04	0,05	mg/l	0,01
Kupfer	K-UTEC 6: 2016-04	2,16	mg/l	0,01
Nickel	K-UTEC 6: 2016-04	0,327	mg/l	0,001
Silicium	K-UTEC 6: 2016-04	1,23	mg/l	0,02
Zink	K-UTEC 6: 2016-04	104	mg/l	0,005
Bor	K-UTEC 6: 2016-04	65,3	mg/l	0,01
Phosphor	K-UTEC 6: 2016-04	0,800	mg/l	0,033
Quecksilber	K-UTEC 121: 2016-03	n.n.	mg/l	0,01
Bromid	intern. Verfahren*	3360	mg/l	1,0
Ammonium	K-UTEC 116: 2016-04	59,2	mg/l	0,6
Nitrat	K-UTEC 5: 2017-11	532	mg/l	0,2
Kaliumhexacyanoferrat(II)	DIN 38 405-D 13-1-3*	0,02	mg/l	0,01
CaSO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	0,5	g/l	

* nicht akkreditierter Parameter
n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze
Dim. Dimension
bezogen auf Trockensubstanz

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung - 211018-01

Seite 26 von 30

Proben-Nr.: 21-1840/12 Fortsetzung

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestim.- grenze
CaCl ₂	K-UTEC 126: 2016-03	0	g/l	
MgSO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	39,8	g/l	
MgCl ₂	K-UTEC 126: 2016-03	195	g/l	
MgBr ₂	intern. Verfahren*	3,87	g/l	
Mg ₃ B ₈ O ₁₅	intern. Verfahren*	0,3	g/l	
K ₂ SO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	n.n.	g/l	0,01
KCl	K-UTEC 126: 2016-03	28,9	g/l	
Na ₂ SO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	n.n.	g/l	0,01
NaCl	K-UTEC 126: 2016-03	94,9	g/l	
H ₂ O	K-UTEC 126: 2016-03	886	g/l	

* nicht akkreditierter Parameter
n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze
Dim. Dimension
bezogen auf Trockensubstanz

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung - 211018-01

Seite 27 von 30

Probenart: Salzlösung
Proben-Nr.: 21-1840/13
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
P750006

Probenbez.: P750006

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestim.- grenze
Dichte (vor Ort)	intern. Verfahren*	1,262	g/cm ³	
Temperatur (vor Ort)	intern. Verfahren*	34,7	°C	
Dichte (Labor)	DEV-C 9*	1,272	g/cm ³	
Temperatur (Labor)	DIN 38 404-C 4*	22	°C	
pH-Wert	K-UTEC 108: 2016-03	7,05	-	
Natrium	K-UTEC 110: 2016-03	25700	mg/l	5
Kalium	K-UTEC 110: 2016-03	14800	mg/l	7
Magnesium	K-UTEC 112: 2016-03	71500	mg/l	10
Calcium	K-UTEC 6: 2016-04	165	mg/l	1
Chlorid	K-UTEC 114: 2016-03	237000	mg/l	30
Sulfat	K-UTEC 104: 2016-04	30900	mg/l	10
Mangan	K-UTEC 6: 2016-04	5,88	mg/l	1,00
Eisen	DIN 38406-E1 *	23,1	mg/l	0,6
Eisen (II)	DIN 38406-E1 *	4,25	mg/l	0,60
Eisen-III	DIN 38406-E1 *	18,8	mg/l	0,6
Carbonat	DIN ISO 10693*	1,0	mg/l	0,5
CO ₂	DIN EN 1484-H 3*	18,4	mg/l	0,40
Hydrogencarbonat	DEV-D8*	246	mg/l	0,5
Lithium	K-UTEC 6: 2016-04	7,98	mg/l	0,10
Strontium	K-UTEC 6: 2016-04	0,53	mg/l	0,50
Cäsium	AAS*	0,7	mg/l	0,5
Rubidium	AES*	21,7	mg/l	0,1
Aluminium	K-UTEC 6: 2016-04	0,320	mg/l	0,049
Barium	K-UTEC 6: 2016-04	0,035	mg/l	0,030
Blei	K-UTEC 6: 2016-04	8,38	mg/l	0,077
Cadmium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,006
Chrom	K-UTEC 6: 2016-04	3,80	mg/l	0,001
Cobalt	K-UTEC 6: 2016-04	0,143	mg/l	0,010
Kupfer	K-UTEC 6: 2016-04	1,93	mg/l	0,01
Nickel	K-UTEC 6: 2016-04	4,84	mg/l	0,001
Silicium	K-UTEC 6: 2016-04	0,50	mg/l	0,02
Zink	K-UTEC 6: 2016-04	11,0	mg/l	0,005
Bor	K-UTEC 6: 2016-04	56,1	mg/l	0,01
Phosphor	K-UTEC 6: 2016-04	0,640	mg/l	0,033
Quecksilber	K-UTEC 121: 2016-03	n.n.	mg/l	0,01
Bromid	intern. Verfahren*	3630	mg/l	1,0
Ammonium	K-UTEC 116: 2016-04	74,3	mg/l	0,6
Nitrat	K-UTEC 5: 2017-11	129	mg/l	0,2
Kaliumhexacyanoferrat(II)	DIN 38 405-D 13-1-3*	n.n.	mg/l	0,01
CaSO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	0,56	g/l	

* nicht akkreditierter Parameter
n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze
Dim. Dimension
bezogen auf Trockensubstanz

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung - 211018-01

Seite 28 von 30

Proben-Nr.: 21-1840/13 Fortsetzung

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestim.- grenze
CaCl ₂	K-UTEC 126: 2016-03	0	g/l	
MgSO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	38,3	g/l	
MgCl ₂	K-UTEC 126: 2016-03	247	g/l	
MgBr ₂	intern. Verfahren*	4,18	g/l	
Mg ₃ B ₈ O ₁₅	intern. Verfahren*	0,26	g/l	
K ₂ SO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	n.n.	g/l	0,01
KCl	K-UTEC 126: 2016-03	28,2	g/l	
Na ₂ SO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	n.n.	g/l	0,01
NaCl	K-UTEC 126: 2016-03	65,4	g/l	
H ₂ O	K-UTEC 126: 2016-03	888	g/l	

* nicht akkreditierter Parameter
n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze
Dim. Dimension
bezogen auf Trockensubstanz

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung - 211018-01

Seite 29 von 30

Probenart: Salzlösung
Proben-Nr.: 21-1840/14
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
L925007

Probenbez.: L925007

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestim.- grenze
Dichte (vor Ort)	intern. Verfahren*	1,3	g/cm ³	
Temperatur (vor Ort)	intern. Verfahren*	37,7	°C	
Dichte (Labor)	DEV-C 9*	1,315	g/cm ³	
Temperatur (Labor)	DIN 38 404-C 4*	22	°C	
pH-Wert	K-UTEC 108: 2016-03	5,15	-	
Natrium	K-UTEC 110: 2016-03	5650	mg/l	5
Kalium	K-UTEC 110: 2016-03	3210	mg/l	7
Magnesium	K-UTEC 112: 2016-03	104000	mg/l	10
Calcium	K-UTEC 6: 2016-04	79,5	mg/l	1,0
Chlorid	K-UTEC 114: 2016-03	302000	mg/l	30
Sulfat	K-UTEC 104: 2016-04	15500	mg/l	10
Mangan	K-UTEC 6: 2016-04	41,3	mg/l	1,0
Eisen	DIN 38406-E1 *	0,83	mg/l	0,60
Eisen (II)	DIN 38406-E1 *	n.n.	mg/l	0,6
Eisen-III	DIN 38406-E1 *	n.n.	mg/l	0,6
Carbonat	DIN ISO 10693*	n.n.	mg/l	0,5
CO ₂	DIN EN 1484-H 3*	401	mg/l	0,40
Hydrogencarbonat	DEV-D8*	68,3	mg/l	0,5
Lithium	K-UTEC 6: 2016-04	2,83	mg/l	0,10
Strontium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,5
Cäsium	AAS*	1,2	mg/l	0,5
Rubidium	AES*	1,9	mg/l	0,1
Aluminium	K-UTEC 6: 2016-04	0,370	mg/l	0,049
Barium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,03
Blei	K-UTEC 6: 2016-04	4,26	mg/l	0,077
Cadmium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,006
Chrom	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,001
Cobalt	K-UTEC 6: 2016-04	0,31	mg/l	0,01
Kupfer	K-UTEC 6: 2016-04	0,308	mg/l	0,010
Nickel	K-UTEC 6: 2016-04	0,114	mg/l	0,001
Silicium	K-UTEC 6: 2016-04	1,60	mg/l	0,02
Zink	K-UTEC 6: 2016-04	21,6	mg/l	0,005
Bor	K-UTEC 6: 2016-04	39,5	mg/l	0,01
Phosphor	K-UTEC 6: 2016-04	2,38	mg/l	0,033
Quecksilber	K-UTEC 121: 2016-03	n.n.	mg/l	0,01
Bromid	intern. Verfahren*	4560	mg/l	1,0
Ammonium	K-UTEC 116: 2016-04	11,5	mg/l	0,6
Nitrat	K-UTEC 5: 2017-11	61,3	mg/l	0,2
Kaliumhexacyanoferrat(II)	DIN 38 405-D 13-1-3*	0,02	mg/l	0,01
CaSO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	0,27	g/l	

* nicht akkreditierter Parameter
n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze
Dim. Dimension
bezogen auf Trockensubstanz

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung - 211018-01

Seite 30 von 30

Proben-Nr.: 21-1840/14 Fortsetzung

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestim.- grenze
CaCl ₂	K-UTEC 126: 2016-03	0	g/l	
MgSO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	19,1	g/l	
MgCl ₂	K-UTEC 126: 2016-03	391	g/l	
MgBr ₂	intern. Verfahren*	5,26	g/l	
Mg ₃ B ₈ O ₁₅	intern. Verfahren*	0,18	g/l	
K ₂ SO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	n.n.	g/l	0,01
KCl	K-UTEC 126: 2016-03	6,13	g/l	
Na ₂ SO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	n.n.	g/l	0,01
NaCl	K-UTEC 126: 2016-03	14,4	g/l	
H ₂ O	K-UTEC 126: 2016-03	879	g/l	

Sondershausen, den 17.11.2021



Laborleiter

Anlage: 2 zus. PB, Jänecke-Diag.(4 S.)

* nicht akkreditierter Parameter
n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze
Dim. Dimension
bezogen auf Trockensubstanz

Chemisch-physikalische Analytik

K-UTEC AG Salt Technologies
Am Petersenschacht 7
99706 Sondershausen

Tel.: (03632)61 01 50
Fax.: (03632)61 01 05
E-Mail: cpa@k-utec.de

Prüfbericht

21-1840-1

Hier: Massenkonzentrationen

Auftrag: Lösungsuntersuchung - 211018-01
Auftraggeber: IAF-Radioökologie GmbH

Wilhelm-Rönsch-Straße 9
01454 Radeberg

Probeneingang: 26.10.2021
Probennahme: Auftraggeber
Entnahmeort:
Entnahmedatum:
Probenanzahl: 14
Prüfzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021

Proben-Nr.	Probentext
21-1840/01	SB3
21-1840/02	P490009
21-1840/03	L658008-S1
21-1840/04	L658008
21-1840/05	L725005
21-1840/06	L725006
21-1840/07	P725004
21-1840/08	P725010
21-1840/09	P725007
21-1840/10	P725011
21-1840/11	P725019
21-1840/12	P725020
21-1840/13	P750006
21-1840/14	L925007

Dieser Prüfbericht darf ohne Genehmigung der K-UTEC AG nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände (DIN EN ISO/IEC 17025)

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung

Probenart: Salzlösung Probenbez.: SB3
Proben-Nr.: 21-1840/01
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
SB3

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestimm.- grenze
Natrium	K-UTEC 110: 2016-03	9,18	g/100g	0,00041
Kalium	K-UTEC 110: 2016-03	0,25	g/100g	0,00058
Magnesium	K-UTEC 112: 2016-03	0,70	g/100g	0,00083
Calcium	K-UTEC 6: 2016-04	0,0604	g/100g	0,00008
Chlorid	K-UTEC 114: 2016-03	16,05	g/100g	0,00248
Sulfat	K-UTEC 104: 2016-04	0,72	g/100g	0,00083
Mangan	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,83
Eisen	DIN 38406-E1*	n. n.	µg/g	0,50
Eisen (II)	DIN 38406-E1*	n. n.	µg/g	0,50
Eisen-III	DIN 38406-E1*	n. n.	µg/g	0,50
Carbonat	DIN ISO 10693*	n. n.	g/100g	0,00004
CO ₂	DIN EN 1484-H 3*	0,0002	g/100g	0,00003
Hydrogencarbonat	DEV-D8*	0,0029	g/100g	0,00004
Lithium	K-UTEC 6: 2016-04	1,75	µg/g	0,08
Strontium	K-UTEC 6: 2016-04	17,29	µg/g	0,41
Cäsium	AAS*	n. n.	µg/g	0,41
Rubidium	AES*	1,99	µg/g	0,08
Aluminium	K-UTEC 6: 2016-04	0,51	µg/g	0,04
Barium	K-UTEC 6: 2016-04	0,05	µg/g	0,02
Blei	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,06
Cadmium	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,005
Chrom	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,001
Cobalt	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,01
Kupfer	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,01
Nickel	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,00
Silicium	K-UTEC 6: 2016-04	2,19	µg/g	0,02
Zink	K-UTEC 6: 2016-04	0,11	µg/g	0,004
Bor	K-UTEC 6: 2016-04	20,51	µg/g	0,01
Phosphor	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,03
Quecksilber	K-UTEC 121: 2016-03	n. n.	µg/g	0,01
Bromid	intern. Verfahren*	0,027	g/100g	0,00008
Ammonium	K-UTEC 116: 2016-04	0,0011	g/100g	0,00005
Nitrat	K-UTEC 5: 2017-11	0,0001	g/100g	0,00002
Kaliumhexacyanoferrat(II)	DIN 38 405-D 13-1-3*	n. n.	µg/g	0,01

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung

Probenart: Salzlösung Probenbez.: P490009
Proben-Nr.: 21-1840/02
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
P490009

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestimm.- grenze
Natrium	K-UITEC 110: 2016-03	5,84	g/100g	0,00039
Kalium	K-UITEC 110: 2016-03	2,22	g/100g	0,00055
Magnesium	K-UITEC 112: 2016-03	2,89	g/100g	0,00079
Calcium	K-UITEC 6: 2016-04	0,0017	g/100g	0,00008
Chlorid	K-UITEC 114: 2016-03	14,94	g/100g	0,00236
Sulfat	K-UITEC 104: 2016-04	6,00	g/100g	0,00079
Mangan	K-UITEC 6: 2016-04	1,08	µg/g	0,79
Eisen	DIN 38406-E1*	0,54	µg/g	0,47
Eisen (II)	DIN 38406-E1*	n. n.	µg/g	0,47
Eisen-III	DIN 38406-E1*	n. n.	µg/g	0,47
Carbonat	DIN ISO 10693*	0,0000	g/100g	0,00004
CO ₂	DIN EN 1484-H 3*	0,0011	g/100g	0,00003
Hydrogencarbonat	DEV-D8*	0,0128	g/100g	0,00004
Lithium	K-UITEC 6: 2016-04	4,57	µg/g	0,08
Strontium	K-UITEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,39
Cäsium	AAS*	0,39	µg/g	0,39
Rubidium	AES*	8,57	µg/g	0,08
Aluminium	K-UITEC 6: 2016-04	0,20	µg/g	0,04
Barium	K-UITEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,02
Blei	K-UITEC 6: 2016-04	0,88	µg/g	0,06
Cadmium	K-UITEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,005
Chrom	K-UITEC 6: 2016-04	0,01	µg/g	0,001
Cobalt	K-UITEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,01
Kupfer	K-UITEC 6: 2016-04	0,28	µg/g	0,01
Nickel	K-UITEC 6: 2016-04	0,13	µg/g	0,00
Silicium	K-UITEC 6: 2016-04	1,89	µg/g	0,02
Zink	K-UITEC 6: 2016-04	5,84	µg/g	0,004
Bor	K-UITEC 6: 2016-04	60,77	µg/g	0,01
Phosphor	K-UITEC 6: 2016-04	0,54	µg/g	0,03
Quecksilber	K-UITEC 121: 2016-03	n. n.	µg/g	0,01
Bromid	intern. Verfahren*	0,123	g/100g	0,00008
Ammonium	K-UITEC 116: 2016-04	0,00289	g/100g	0,00005
Nitrat	K-UITEC 5: 2017-11	0,0122	g/100g	0,00002
Kaliumhexacyanoferrat(II)	DIN 38 405-D 13-1-3*	0,30	µg/g	0,01

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung

Probenart: Salzlösung Probenbez.: L658008-S1
Proben-Nr.: 21-1840/03
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
L658008-S1

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestimm.- grenze
Natrium	K-UTEC 110: 2016-03	9,25	g/100g	0,00039
Kalium	K-UTEC 110: 2016-03	0,26	g/100g	0,00055
Magnesium	K-UTEC 112: 2016-03	0,70	g/100g	0,00079
Calcium	K-UTEC 6: 2016-04	0,0634	g/100g	0,00008
Chlorid	K-UTEC 114: 2016-03	16,10	g/100g	0,00236
Sulfat	K-UTEC 104: 2016-04	0,73	g/100g	0,00079
Mangan	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,79
Eisen	DIN 38406-E1*	n. n.	µg/g	0,47
Eisen (II)	DIN 38406-E1*	n. n.	µg/g	0,47
Eisen-III	DIN 38406-E1*	n. n.	µg/g	0,47
Carbonat	DIN ISO 10693*	n. n.	g/100g	0,00004
CO ₂	DIN EN 1484-H 3*	0,0003	g/100g	0,00003
Hydrogencarbonat	DEV-D8*	0,0028	g/100g	0,00004
Lithium	K-UTEC 6: 2016-04	1,85	µg/g	0,08
Strontium	K-UTEC 6: 2016-04	18,41	µg/g	0,39
Cäsium	AAS*	0,50	µg/g	0,39
Rubidium	AES*	2,15	µg/g	0,08
Aluminium	K-UTEC 6: 2016-04	0,38	µg/g	0,04
Barium	K-UTEC 6: 2016-04	0,07	µg/g	0,02
Blei	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,06
Cadmium	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,005
Chrom	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,001
Cobalt	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,01
Kupfer	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,01
Nickel	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,00
Silicium	K-UTEC 6: 2016-04	1,85	µg/g	0,02
Zink	K-UTEC 6: 2016-04	0,13	µg/g	0,004
Bor	K-UTEC 6: 2016-04	21,55	µg/g	0,01
Phosphor	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,03
Quecksilber	K-UTEC 121: 2016-03	n. n.	µg/g	0,01
Bromid	intern. Verfahren*	0,029	g/100g	0,00008
Ammonium	K-UTEC 116: 2016-04	0,00119	g/100g	0,00005
Nitrat	K-UTEC 5: 2017-11	n. n.	g/100g	0,00002
Kaliumhexacyanoferrat(II)	DIN 38 405-D 13-1-3*	n. n.	µg/g	0,01

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung

Probenart: Salzlösung Probenbez.: L658008
Proben-Nr.: 21-1840/04
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
L658008

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestimm.- grenze
Natrium	K-UTEC 110: 2016-03	9,22	g/100g	0,00039
Kalium	K-UTEC 110: 2016-03	0,26	g/100g	0,00055
Magnesium	K-UTEC 112: 2016-03	0,71	g/100g	0,00079
Calcium	K-UTEC 6: 2016-04	0,0640	g/100g	0,00008
Chlorid	K-UTEC 114: 2016-03	16,11	g/100g	0,00236
Sulfat	K-UTEC 104: 2016-04	0,73	g/100g	0,00079
Mangan	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,79
Eisen	DIN 38406-E1*	n. n.	µg/g	0,47
Eisen (II)	DIN 38406-E1*	n. n.	µg/g	0,47
Eisen-III	DIN 38406-E1*	n. n.	µg/g	0,47
Carbonat	DIN ISO 10693*	n. n.	g/100g	0,00004
CO ₂	DIN EN 1484-H 3*	0,0003	g/100g	0,00003
Hydrogencarbonat	DEV-D8*	0,0028	g/100g	0,00004
Lithium	K-UTEC 6: 2016-04	1,95	µg/g	0,08
Strontium	K-UTEC 6: 2016-04	18,69	µg/g	0,39
Cäsium	AAS*	n. n.	µg/g	0,39
Rubidium	AES*	2,16	µg/g	0,08
Aluminium	K-UTEC 6: 2016-04	0,45	µg/g	0,04
Barium	K-UTEC 6: 2016-04	0,06	µg/g	0,02
Blei	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,06
Cadmium	K-UTEC 6: 2016-04	0,01	µg/g	0,005
Chrom	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,001
Cobalt	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,01
Kupfer	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,01
Nickel	K-UTEC 6: 2016-04	0,02	µg/g	0,00
Silicium	K-UTEC 6: 2016-04	2,06	µg/g	0,02
Zink	K-UTEC 6: 2016-04	0,11	µg/g	0,004
Bor	K-UTEC 6: 2016-04	22,34	µg/g	0,01
Phosphor	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,03
Quecksilber	K-UTEC 121: 2016-03	n. n.	µg/g	0,01
Bromid	intern. Verfahren*	0,030	g/100g	0,00008
Ammonium	K-UTEC 116: 2016-04	0,00126	g/100g	0,00005
Nitrat	K-UTEC 5: 2017-11	n. n.	g/100g	0,00002
Kaliumhexacyanoferrat(II)	DIN 38 405-D 13-1-3*	n. n.	µg/g	0,01

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung

Probenart: Salzlösung Probenbez.: L725005
Proben-Nr.: 21-1840/05
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
L725005

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestimm.- grenze
Natrium	K-U-TEC 110: 2016-03	0,13	g/100g	0,00039
Kalium	K-U-TEC 110: 2016-03	0,08	g/100g	0,00055
Magnesium	K-U-TEC 112: 2016-03	9,64	g/100g	0,00079
Calcium	K-U-TEC 6: 2016-04	0,0083	g/100g	0,00008
Chlorid	K-U-TEC 114: 2016-03	26,56	g/100g	0,00236
Sulfat	K-U-TEC 104: 2016-04	2,27	g/100g	0,00079
Mangan	K-U-TEC 6: 2016-04	20,97	µg/g	0,79
Eisen	DIN 38406-E1*	114,05	µg/g	0,47
Eisen (II)	DIN 38406-E1*	46,58	µg/g	0,47
Eisen-III	DIN 38406-E1*	67,77	µg/g	0,47
Carbonat	DIN ISO 10693*	n. n.	g/100g	0,00004
CO ₂	DIN EN 1484-H 3*	n. n.	g/100g	0,00003
Hydrogencarbonat	DEV-D8*	n. n.	g/100g	0,00004
Lithium	K-U-TEC 6: 2016-04	6,60	µg/g	0,08
Strontium	K-U-TEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,39
Cäsium	AAS*	1,18	µg/g	0,39
Rubidium	AES*	0,22	µg/g	0,08
Aluminium	K-U-TEC 6: 2016-04	0,75	µg/g	0,04
Barium	K-U-TEC 6: 2016-04	0,19	µg/g	0,02
Blei	K-U-TEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,06
Cadmium	K-U-TEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,005
Chrom	K-U-TEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,001
Cobalt	K-U-TEC 6: 2016-04	0,12	µg/g	0,01
Kupfer	K-U-TEC 6: 2016-04	5,20	µg/g	0,01
Nickel	K-U-TEC 6: 2016-04	0,02	µg/g	0,00
Silicium	K-U-TEC 6: 2016-04	0,85	µg/g	0,02
Zink	K-U-TEC 6: 2016-04	28,33	µg/g	0,004
Bor	K-U-TEC 6: 2016-04	70,49	µg/g	0,01
Phosphor	K-U-TEC 6: 2016-04	0,67	µg/g	0,03
Quecksilber	K-U-TEC 121: 2016-03	0,09	µg/g	0,01
Bromid	intern. Verfahren*	0,463	g/100g	0,00008
Ammonium	K-U-TEC 116: 2016-04	0,00117	g/100g	0,00005
Nitrat	K-U-TEC 5: 2017-11	0,0218	g/100g	0,00002
Kaliumhexacyanoferrat(II)	DIN 38 405-D 13-1-3*	0,04	µg/g	0,01

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung

Probenart: Salzlösung Probenbez.: L725006
Proben-Nr.: 21-1840/06
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
L725006

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestimm.- grenze
Natrium	K-UTEC 110: 2016-03	6,65	g/100g	0,00039
Kalium	K-UTEC 110: 2016-03	1,00	g/100g	0,00055
Magnesium	K-UTEC 112: 2016-03	2,16	g/100g	0,00079
Calcium	K-UTEC 6: 2016-04	0,0250	g/100g	0,00008
Chlorid	K-UTEC 114: 2016-03	15,89	g/100g	0,00236
Sulfat	K-UTEC 104: 2016-04	2,15	g/100g	0,00079
Mangan	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,79
Eisen	DIN 38406-E1*	n. n.	µg/g	0,47
Eisen (II)	DIN 38406-E1*	n. n.	µg/g	0,47
Eisen-III	DIN 38406-E1*	n. n.	µg/g	0,47
Carbonat	DIN ISO 10693*	0,0001	g/100g	0,00004
CO ₂	DIN EN 1484-H 3*	0,0005	g/100g	0,00003
Hydrogencarbonat	DEV-D8*	0,0148	g/100g	0,00004
Lithium	K-UTEC 6: 2016-04	4,29	µg/g	0,08
Strontium	K-UTEC 6: 2016-04	12,04	µg/g	0,39
Cäsium	AAS*	0,56	µg/g	0,39
Rubidium	AES*	5,62	µg/g	0,08
Aluminium	K-UTEC 6: 2016-04	0,34	µg/g	0,04
Barium	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,02
Blei	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,06
Cadmium	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,005
Chrom	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,001
Cobalt	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,01
Kupfer	K-UTEC 6: 2016-04	0,13	µg/g	0,01
Nickel	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,00
Silicium	K-UTEC 6: 2016-04	2,50	µg/g	0,02
Zink	K-UTEC 6: 2016-04	0,27	µg/g	0,004
Bor	K-UTEC 6: 2016-04	36,68	µg/g	0,01
Phosphor	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,03
Quecksilber	K-UTEC 121: 2016-03	n. n.	µg/g	0,01
Bromid	intern. Verfahren*	0,116	g/100g	0,00008
Ammonium	K-UTEC 116: 2016-04	0,00278	g/100g	0,00005
Nitrat	K-UTEC 5: 2017-11	0,0010	g/100g	0,00002
Kaliumhexacyanoferrat(II)	DIN 38 405-D 13-1-3*	0,01	µg/g	0,01

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung

Probenart: Salzlösung Probenbez.: P725004
Proben-Nr.: 21-1840/07
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
P725004

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestimm.- grenze
Natrium	K-UTEC 110: 2016-03	7,81	g/100g	0,00039
Kalium	K-UTEC 110: 2016-03	0,74	g/100g	0,00055
Magnesium	K-UTEC 112: 2016-03	1,54	g/100g	0,00079
Calcium	K-UTEC 6: 2016-04	0,0322	g/100g	0,00008
Chlorid	K-UTEC 114: 2016-03	15,96	g/100g	0,00236
Sulfat	K-UTEC 104: 2016-04	1,65	g/100g	0,00079
Mangan	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,79
Eisen	DIN 38406-E1*	n. n.	µg/g	0,47
Eisen (II)	DIN 38406-E1*	n. n.	µg/g	0,47
Eisen-III	DIN 38406-E1*	n. n.	µg/g	0,47
Carbonat	DIN ISO 10693*	n. n.	g/100g	0,00004
CO ₂	DIN EN 1484-H 3*	0,0003	g/100g	0,00003
Hydrogencarbonat	DEV-D8*	0,0050	g/100g	0,00004
Lithium	K-UTEC 6: 2016-04	2,57	µg/g	0,08
Strontium	K-UTEC 6: 2016-04	10,02	µg/g	0,39
Cäsium	AAS*	n. n.	µg/g	0,39
Rubidium	AES*	5,05	µg/g	0,08
Aluminium	K-UTEC 6: 2016-04	0,46	µg/g	0,04
Barium	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,02
Blei	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,06
Cadmium	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,005
Chrom	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,001
Cobalt	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,01
Kupfer	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,01
Nickel	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,00
Silicium	K-UTEC 6: 2016-04	2,61	µg/g	0,02
Zink	K-UTEC 6: 2016-04	2,84	µg/g	0,004
Bor	K-UTEC 6: 2016-04	27,77	µg/g	0,01
Phosphor	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,03
Quecksilber	K-UTEC 121: 2016-03	n. n.	µg/g	0,01
Bromid	intern. Verfahren*	0,076	g/100g	0,00008
Ammonium	K-UTEC 116: 2016-04	0,00217	g/100g	0,00005
Nitrat	K-UTEC 5: 2017-11	0,0005	g/100g	0,00002
Kaliumhexacyanoferrat(II)	DIN 38 405-D 13-1-3*	n. n.	µg/g	0,01

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung

Probenart: Salzlösung Probenbez.: P725010
Proben-Nr.: 21-1840/08
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
P725010

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestimm.- grenze
Natrium	K-UTECH 110: 2016-03	0,99	g/100g	0,00039
Kalium	K-UTECH 110: 2016-03	0,92	g/100g	0,00055
Magnesium	K-UTECH 112: 2016-03	6,75	g/100g	0,00079
Calcium	K-UTECH 6: 2016-04	0,0053	g/100g	0,00008
Chlorid	K-UTECH 114: 2016-03	20,03	g/100g	0,00236
Sulfat	K-UTECH 104: 2016-04	2,48	g/100g	0,00079
Mangan	K-UTECH 6: 2016-04	2,10	µg/g	0,79
Eisen	DIN 38406-E1*	1,50	µg/g	0,47
Eisen (II)	DIN 38406-E1*	0,65	µg/g	0,47
Eisen-III	DIN 38406-E1*	0,85	µg/g	0,47
Carbonat	DIN ISO 10693*	n. n.	g/100g	0,00004
CO ₂	DIN EN 1484-H 3*	0,0044	g/100g	0,00003
Hydrogencarbonat	DEV-D8*	0,0062	g/100g	0,00004
Lithium	K-UTECH 6: 2016-04	6,27	µg/g	0,08
Strontium	K-UTECH 6: 2016-04	0,47	µg/g	0,39
Cäsium	AAS*	0,54	µg/g	0,39
Rubidium	AES*	9,48	µg/g	0,08
Aluminium	K-UTECH 6: 2016-04	0,20	µg/g	0,04
Barium	K-UTECH 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,02
Blei	K-UTECH 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,06
Cadmium	K-UTECH 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,005
Chrom	K-UTECH 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,001
Cobalt	K-UTECH 6: 2016-04	0,04	µg/g	0,01
Kupfer	K-UTECH 6: 2016-04	0,55	µg/g	0,01
Nickel	K-UTECH 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,00
Silicium	K-UTECH 6: 2016-04	0,80	µg/g	0,02
Zink	K-UTECH 6: 2016-04	25,12	µg/g	0,004
Bor	K-UTECH 6: 2016-04	54,31	µg/g	0,01
Phosphor	K-UTECH 6: 2016-04	0,70	µg/g	0,03
Quecksilber	K-UTECH 121: 2016-03	n. n.	µg/g	0,01
Bromid	intern. Verfahren*	0,336	g/100g	0,00008
Ammonium	K-UTECH 116: 2016-04	0,00211	g/100g	0,00005
Nitrat	K-UTECH 5: 2017-11	0,0110	g/100g	0,00002
Kaliumhexacyanoferrat(II)	DIN 38 405-D 13-1-3*	n. n.	µg/g	0,01

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung

Probenart: Salzlösung Probenbez.: P725007
Proben-Nr.: 21-1840/09
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
P725007

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestimm.- grenze
Natrium	K-UITEC 110: 2016-03	3,67	g/100g	0,00039
Kalium	K-UITEC 110: 2016-03	1,35	g/100g	0,00055
Magnesium	K-UITEC 112: 2016-03	4,33	g/100g	0,00079
Calcium	K-UITEC 6: 2016-04	0,0186	g/100g	0,00008
Chlorid	K-UITEC 114: 2016-03	16,77	g/100g	0,00236
Sulfat	K-UITEC 104: 2016-04	3,59	g/100g	0,00079
Mangan	K-UITEC 6: 2016-04	4,15	µg/g	0,79
Eisen	DIN 38406-E1*	45,61	µg/g	0,47
Eisen (II)	DIN 38406-E1*	6,88	µg/g	0,47
Eisen-III	DIN 38406-E1*	38,74	µg/g	0,47
Carbonat	DIN ISO 10693*	n. n.	g/100g	0,00004
CO ₂	DIN EN 1484-H 3*	n. n.	g/100g	0,00003
Hydrogencarbonat	DEV-D8*	n. n.	g/100g	0,00004
Lithium	K-UITEC 6: 2016-04	5,64	µg/g	0,08
Strontium	K-UITEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,39
Cäsium	AAS*	n. n.	µg/g	0,39
Rubidium	AES*	10,86	µg/g	0,08
Aluminium	K-UITEC 6: 2016-04	0,68	µg/g	0,04
Barium	K-UITEC 6: 2016-04	0,24	µg/g	0,02
Blei	K-UITEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,06
Cadmium	K-UITEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,005
Chrom	K-UITEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,001
Cobalt	K-UITEC 6: 2016-04	0,04	µg/g	0,01
Kupfer	K-UITEC 6: 2016-04	0,41	µg/g	0,01
Nickel	K-UITEC 6: 2016-04	0,02	µg/g	0,00
Silicium	K-UITEC 6: 2016-04	1,18	µg/g	0,02
Zink	K-UITEC 6: 2016-04	40,89	µg/g	0,004
Bor	K-UITEC 6: 2016-04	48,56	µg/g	0,01
Phosphor	K-UITEC 6: 2016-04	0,40	µg/g	0,03
Quecksilber	K-UITEC 121: 2016-03	n. n.	µg/g	0,01
Bromid	intern. Verfahren*	0,240	g/100g	0,00008
Ammonium	K-UITEC 116: 2016-04	0,00507	g/100g	0,00005
Nitrat	K-UITEC 5: 2017-11	0,0029	g/100g	0,00002
Kaliumhexacyanoferrat(II)	DIN 38 405-D 13-1-3*	n. n.	µg/g	0,01

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung

Probenart: Salzlösung Probenbez.: P725011
Proben-Nr.: 21-1840/10
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
P725011

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestimm.- grenze
Natrium	K-UITEC 110: 2016-03	1,89	g/100g	0,00039
Kalium	K-UITEC 110: 2016-03	0,82	g/100g	0,00055
Magnesium	K-UITEC 112: 2016-03	5,69	g/100g	0,00079
Calcium	K-UITEC 6: 2016-04	0,0091	g/100g	0,00008
Chlorid	K-UITEC 114: 2016-03	18,99	g/100g	0,00236
Sulfat	K-UITEC 104: 2016-04	1,54	g/100g	0,00079
Mangan	K-UITEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,79
Eisen	DIN 38406-E1*	n. n.	µg/g	0,47
Eisen (II)	DIN 38406-E1*	n. n.	µg/g	0,47
Eisen-III	DIN 38406-E1*	n. n.	µg/g	0,47
Carbonat	DIN ISO 10693*	n. n.	g/100g	0,00004
CO ₂	DIN EN 1484-H 3*	0,0021	g/100g	0,00003
Hydrogencarbonat	DEV-D8*	0,0081	g/100g	0,00004
Lithium	K-UITEC 6: 2016-04	5,60	µg/g	0,08
Strontium	K-UITEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,39
Cäsium	AAS*	0,63	µg/g	0,39
Rubidium	AES*	13,24	µg/g	0,08
Aluminium	K-UITEC 6: 2016-04	0,27	µg/g	0,04
Barium	K-UITEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,02
Blei	K-UITEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,06
Cadmium	K-UITEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,005
Chrom	K-UITEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,001
Cobalt	K-UITEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,01
Kupfer	K-UITEC 6: 2016-04	0,90	µg/g	0,01
Nickel	K-UITEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,00
Silicium	K-UITEC 6: 2016-04	0,69	µg/g	0,02
Zink	K-UITEC 6: 2016-04	21,59	µg/g	0,004
Bor	K-UITEC 6: 2016-04	45,78	µg/g	0,01
Phosphor	K-UITEC 6: 2016-04	0,59	µg/g	0,03
Quecksilber	K-UITEC 121: 2016-03	0,06	µg/g	0,01
Bromid	intern. Verfahren*	0,312	g/100g	0,00008
Ammonium	K-UITEC 116: 2016-04	0,00336	g/100g	0,00005
Nitrat	K-UITEC 5: 2017-11	0,0108	g/100g	0,00002
Kaliumhexacyanoferrat(II)	DIN 38 405-D 13-1-3*	0,02	µg/g	0,01

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung

Probenart: Salzlösung Probenbez.: P725019
Proben-Nr.: 21-1840/11
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
P725019

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestimm.- grenze
Natrium	K-UITEC 110: 2016-03	5,85	g/100g	0,00039
Kalium	K-UITEC 110: 2016-03	0,90	g/100g	0,00055
Magnesium	K-UITEC 112: 2016-03	2,68	g/100g	0,00079
Calcium	K-UITEC 6: 2016-04	0,0185	g/100g	0,00008
Chlorid	K-UITEC 114: 2016-03	16,19	g/100g	0,00236
Sulfat	K-UITEC 104: 2016-04	1,93	g/100g	0,00079
Mangan	K-UITEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,79
Eisen	DIN 38406-E1*	n. n.	µg/g	0,47
Eisen (II)	DIN 38406-E1*	n. n.	µg/g	0,47
Eisen-III	DIN 38406-E1*	n. n.	µg/g	0,47
Carbonat	DIN ISO 10693*	n. n.	g/100g	0,00004
CO ₂	DIN EN 1484-H 3*	0,0007	g/100g	0,00003
Hydrogencarbonat	DEV-D8*	0,0073	g/100g	0,00004
Lithium	K-UITEC 6: 2016-04	4,17	µg/g	0,08
Strontium	K-UITEC 6: 2016-04	3,60	µg/g	0,39
Cäsium	AAS*	0,49	µg/g	0,39
Rubidium	AES*	9,44	µg/g	0,08
Aluminium	K-UITEC 6: 2016-04	0,18	µg/g	0,04
Barium	K-UITEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,02
Blei	K-UITEC 6: 2016-04	0,17	µg/g	0,06
Cadmium	K-UITEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,005
Chrom	K-UITEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,001
Cobalt	K-UITEC 6: 2016-04	0,04	µg/g	0,01
Kupfer	K-UITEC 6: 2016-04	0,12	µg/g	0,01
Nickel	K-UITEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,00
Silicium	K-UITEC 6: 2016-04	2,11	µg/g	0,02
Zink	K-UITEC 6: 2016-04	6,15	µg/g	0,004
Bor	K-UITEC 6: 2016-04	39,06	µg/g	0,01
Phosphor	K-UITEC 6: 2016-04	0,41	µg/g	0,03
Quecksilber	K-UITEC 121: 2016-03	0,02	µg/g	0,01
Bromid	intern. Verfahren*	0,142	g/100g	0,00008
Ammonium	K-UITEC 116: 2016-04	0,00387	g/100g	0,00005
Nitrat	K-UITEC 5: 2017-11	0,0037	g/100g	0,00002
Kaliumhexacyanoferrat(II)	DIN 38 405-D 13-1-3*	0,01	µg/g	0,01

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung

Probenart: Salzlösung Probenbez.: P725020
Proben-Nr.: 21-1840/12
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
P725020

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestimm.- grenze
Natrium	K-UTECH 110: 2016-03	2,98	g/100g	0,00039
Kalium	K-UTECH 110: 2016-03	1,22	g/100g	0,00055
Magnesium	K-UTECH 112: 2016-03	4,68	g/100g	0,00079
Calcium	K-UTECH 6: 2016-04	0,0118	g/100g	0,00008
Chlorid	K-UTECH 114: 2016-03	17,36	g/100g	0,00236
Sulfat	K-UTECH 104: 2016-04	2,57	g/100g	0,00079
Mangan	K-UTECH 6: 2016-04	2,03	µg/g	0,79
Eisen	DIN 38406-E1*	0,53	µg/g	0,47
Eisen (II)	DIN 38406-E1*	n. n.	µg/g	0,47
Eisen-III	DIN 38406-E1*	n. n.	µg/g	0,47
Carbonat	DIN ISO 10693*	n. n.	g/100g	0,00004
CO ₂	DIN EN 1484-H 3*	0,0057	g/100g	0,00003
Hydrogencarbonat	DEV-D8*	0,0150	g/100g	0,00004
Lithium	K-UTECH 6: 2016-04	7,84	µg/g	0,08
Strontium	K-UTECH 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,39
Cäsium	AAS*	0,40	µg/g	0,39
Rubidium	AES*	8,72	µg/g	0,08
Aluminium	K-UTECH 6: 2016-04	0,15	µg/g	0,04
Barium	K-UTECH 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,02
Blei	K-UTECH 6: 2016-04	0,28	µg/g	0,06
Cadmium	K-UTECH 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,005
Chrom	K-UTECH 6: 2016-04	0,19	µg/g	0,001
Cobalt	K-UTECH 6: 2016-04	0,04	µg/g	0,01
Kupfer	K-UTECH 6: 2016-04	1,73	µg/g	0,01
Nickel	K-UTECH 6: 2016-04	0,26	µg/g	0,00
Silicium	K-UTECH 6: 2016-04	0,98	µg/g	0,02
Zink	K-UTECH 6: 2016-04	83,20	µg/g	0,004
Bor	K-UTECH 6: 2016-04	52,24	µg/g	0,01
Phosphor	K-UTECH 6: 2016-04	0,64	µg/g	0,03
Quecksilber	K-UTECH 121: 2016-03	n. n.	µg/g	0,01
Bromid	intern. Verfahren*	0,269	g/100g	0,00008
Ammonium	K-UTECH 116: 2016-04	0,00474	g/100g	0,00005
Nitrat	K-UTECH 5: 2017-11	0,0426	g/100g	0,00002
Kaliumhexacyanoferrat(II)	DIN 38 405-D 13-1-3*	0,02	µg/g	0,01

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung

Probenart: Salzlösung Probenbez.: P750006
Proben-Nr.: 21-1840/13
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
P750006

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestimm.- grenze
Natrium	K-UITEC 110: 2016-03	2,02	g/100g	0,00039
Kalium	K-UITEC 110: 2016-03	1,16	g/100g	0,00055
Magnesium	K-UITEC 112: 2016-03	5,62	g/100g	0,00079
Calcium	K-UITEC 6: 2016-04	0,0130	g/100g	0,00008
Chlorid	K-UITEC 114: 2016-03	18,63	g/100g	0,00236
Sulfat	K-UITEC 104: 2016-04	2,43	g/100g	0,00079
Mangan	K-UITEC 6: 2016-04	4,62	µg/g	0,79
Eisen	DIN 38406-E1*	18,16	µg/g	0,47
Eisen (II)	DIN 38406-E1*	3,34	µg/g	0,47
Eisen-III	DIN 38406-E1*	14,78	µg/g	0,47
Carbonat	DIN ISO 10693*	0,0001	g/100g	0,00004
CO ₂	DIN EN 1484-H 3*	0,0014	g/100g	0,00003
Hydrogencarbonat	DEV-D8*	0,0193	g/100g	0,00004
Lithium	K-UITEC 6: 2016-04	6,27	µg/g	0,08
Strontium	K-UITEC 6: 2016-04	0,42	µg/g	0,39
Cäsium	AAS*	0,55	µg/g	0,39
Rubidium	AES*	17,06	µg/g	0,08
Aluminium	K-UITEC 6: 2016-04	0,25	µg/g	0,04
Barium	K-UITEC 6: 2016-04	0,03	µg/g	0,02
Blei	K-UITEC 6: 2016-04	6,59	µg/g	0,06
Cadmium	K-UITEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,005
Chrom	K-UITEC 6: 2016-04	2,99	µg/g	0,001
Cobalt	K-UITEC 6: 2016-04	0,11	µg/g	0,01
Kupfer	K-UITEC 6: 2016-04	1,52	µg/g	0,01
Nickel	K-UITEC 6: 2016-04	3,81	µg/g	0,00
Silicium	K-UITEC 6: 2016-04	0,39	µg/g	0,02
Zink	K-UITEC 6: 2016-04	8,65	µg/g	0,004
Bor	K-UITEC 6: 2016-04	44,10	µg/g	0,01
Phosphor	K-UITEC 6: 2016-04	0,50	µg/g	0,03
Quecksilber	K-UITEC 121: 2016-03	n. n.	µg/g	0,01
Bromid	intern. Verfahren*	0,285	g/100g	0,00008
Ammonium	K-UITEC 116: 2016-04	0,00584	g/100g	0,00005
Nitrat	K-UITEC 5: 2017-11	0,0101	g/100g	0,00002
Kaliumhexacyanoferrat(II)	DIN 38 405-D 13-1-3*	n. n.	µg/g	0,01

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung

Probenart: Salzlösung Probenbez.: L925007
Proben-Nr.: 21-1840/14
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
L925007

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestimm.- grenze
Natrium	K-UTEC 110: 2016-03	0,43	g/100g	0,00039
Kalium	K-UTEC 110: 2016-03	0,24	g/100g	0,00055
Magnesium	K-UTEC 112: 2016-03	7,91	g/100g	0,00079
Calcium	K-UTEC 6: 2016-04	0,0060	g/100g	0,00008
Chlorid	K-UTEC 114: 2016-03	22,97	g/100g	0,00236
Sulfat	K-UTEC 104: 2016-04	1,18	g/100g	0,00079
Mangan	K-UTEC 6: 2016-04	31,41	µg/g	0,79
Eisen	DIN 38406-E1*	0,63	µg/g	0,47
Eisen (II)	DIN 38406-E1*	n. n.	µg/g	0,47
Eisen-III	DIN 38406-E1*	n. n.	µg/g	0,47
Carbonat	DIN ISO 10693*	n. n.	g/100g	0,00004
CO ₂	DIN EN 1484-H 3*	0,0305	g/100g	0,00003
Hydrogencarbonat	DEV-D8*	0,0052	g/100g	0,00004
Lithium	K-UTEC 6: 2016-04	2,15	µg/g	0,08
Strontium	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,39
Cäsium	AAS*	0,91	µg/g	0,39
Rubidium	AES*	1,44	µg/g	0,08
Aluminium	K-UTEC 6: 2016-04	0,28	µg/g	0,04
Barium	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,02
Blei	K-UTEC 6: 2016-04	3,24	µg/g	0,06
Cadmium	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,005
Chrom	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,001
Cobalt	K-UTEC 6: 2016-04	0,24	µg/g	0,01
Kupfer	K-UTEC 6: 2016-04	0,23	µg/g	0,01
Nickel	K-UTEC 6: 2016-04	0,09	µg/g	0,00
Silicium	K-UTEC 6: 2016-04	1,22	µg/g	0,02
Zink	K-UTEC 6: 2016-04	16,43	µg/g	0,004
Bor	K-UTEC 6: 2016-04	30,04	µg/g	0,01
Phosphor	K-UTEC 6: 2016-04	1,81	µg/g	0,03
Quecksilber	K-UTEC 121: 2016-03	n. n.	µg/g	0,01
Bromid	intern. Verfahren*	0,347	g/100g	0,00008
Ammonium	K-UTEC 116: 2016-04	0,00087	g/100g	0,00005
Nitrat	K-UTEC 5: 2017-11	0,0047	g/100g	0,00002
Kaliumhexacyanoferrat(II)	DIN 38 405-D 13-1-3*	0,02	µg/g	0,01

Sondershausen, den 17.11.2021



Laborleiter

* nicht akkreditierte Parameter

n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze

Dim Dimension

TS bezogen auf Trockensubstanz

Chemisch-physikalische Analytik

K-UTEC AG Salt Technologies
Am Petersenschacht 7
99706 Sondershausen

Tel.: (03632)61 01 50
Fax.: (03632)61 01 05
E-Mail: cpa@k-utec.de

Prüfbericht

21-1840-1

Hier: Stoffmengenkonzentrationen und Ionenbilanzierung

Auftrag: Lösungsuntersuchung - 211018-01
Auftraggeber: IAF-Radioökologie GmbH

Wilhelm-Rönsch-Straße 9
01454 Radeberg

Probeneingang: 26.10.2021
Probennahme: Auftraggeber
Entnahmeort:
Entnahmedatum:
Probenanzahl: 14
Prüfzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021

Proben-Nr.	Probentext
21-1840/01	SB3
21-1840/02	P490009
21-1840/03	L658008-S1
21-1840/04	L658008
21-1840/05	L725005
21-1840/06	L725006
21-1840/07	P725004
21-1840/08	P725010
21-1840/09	P725007
21-1840/10	P725011
21-1840/11	P725019
21-1840/12	P725020
21-1840/13	P750006
21-1840/14	L925007

Dieser Prüfbericht darf ohne Genehmigung der K-UTEC AG nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände (DIN EN ISO/IEC 17025)

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung

Probenart: Salzlösung Probenbez.: SB3
Proben-Nr.: 21-1840/01
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
SB3

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestimm.- grenze
Natrium	K-UITEC 110: 2016-03	86,98	mol/kmol H ₂ O	0,0039
Kalium	K-UITEC 110: 2016-03	1,41	mol/kmol H ₂ O	0,0032
Magnesium	K-UITEC 112: 2016-03	6,25	mol/kmol H ₂ O	0,0074
Calcium	K-UITEC 6: 2016-04	0,328	mol/kmol H ₂ O	0,0004
Chlorid	K-UITEC 114: 2016-03	98,58	mol/kmol H ₂ O	0,0152
Sulfat	K-UITEC 104: 2016-04	1,64	mol/kmol H ₂ O	0,0019

Ionenbilanzierung

DIN 38402-A62:2014-12*

Na ⁺	4828	mmol/l (eq)
K ⁺	79	mmol/l (eq)
Mg ²⁺	694	mmol/l (eq)
Ca ²⁺	36,43	mmol/l (eq)
Σ Kationenäquivalente	5637	mmol/l (eq)
Cl ⁻	5472	mmol/l (eq)
SO ₄ ²⁻	182	mmol/l (eq)
HCO ₃ ⁻	0,57	mmol/l (eq)
Br ⁻	4,13	mmol/l (eq)
B ₈ O ₁₅ ⁶⁻	1,72	mmol/l (eq)
Σ Anionenäquivalente	5661	mmol/l (eq)
Relative Abweichung	-0,42	%

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung

Probenart: Salzlösung Probenbez.: P490009
Proben-Nr.: 21-1840/02
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
P490009

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestimm.- grenze
Natrium	K-UTE ^C 110: 2016-03	58,22	mol/kmol H ₂ O	0,0039
Kalium	K-UTE ^C 110: 2016-03	13,04	mol/kmol H ₂ O	0,0032
Magnesium	K-UTE ^C 112: 2016-03	27,20	mol/kmol H ₂ O	0,0074
Calcium	K-UTE ^C 6: 2016-04	0,010	mol/kmol H ₂ O	0,0004
Chlorid	K-UTE ^C 114: 2016-03	96,55	mol/kmol H ₂ O	0,0152
Sulfat	K-UTE ^C 104: 2016-04	14,31	mol/kmol H ₂ O	0,0019

Ionenbilanzierung

DIN 38402-A62:2014-12*

Na ⁺	3232	mmol/l (eq)
K ⁺	724	mmol/l (eq)
Mg ²⁺	3020	mmol/l (eq)
Ca ²⁺	1,09	mmol/l (eq)
Σ Kationenäquivalente	6977	mmol/l (eq)
Cl ⁻	5359	mmol/l (eq)
SO ₄ ²⁻	1589	mmol/l (eq)
HCO ₃ ⁻	2,67	mmol/l (eq)
Br ⁻	19,52	mmol/l (eq)
B ₈ O ₁₅ ⁶⁻	5,36	mmol/l (eq)
Σ Anionenäquivalente	6975	mmol/l (eq)
Relative Abweichung	0,02	%

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung

Probenart: Salzlösung Probenbez.: L658008-S1
Proben-Nr.: 21-1840/03
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
L658008-S1

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestimm.- grenze
Natrium	K-UTECH 110: 2016-03	87,77	mol/kmol H ₂ O	0,0039
Kalium	K-UTECH 110: 2016-03	1,43	mol/kmol H ₂ O	0,0032
Magnesium	K-UTECH 112: 2016-03	6,32	mol/kmol H ₂ O	0,0074
Calcium	K-UTECH 6: 2016-04	0,345	mol/kmol H ₂ O	0,0004
Chlorid	K-UTECH 114: 2016-03	99,09	mol/kmol H ₂ O	0,0152
Sulfat	K-UTECH 104: 2016-04	1,66	mol/kmol H ₂ O	0,0019

Ionenbilanzierung

DIN 38402-A62:2014-12*

Na ⁺	4872	mmol/l (eq)
K ⁺	79	mmol/l (eq)
Mg ²⁺	702	mmol/l (eq)
Ca ²⁺	38,32	mmol/l (eq)
Σ Kationenäquivalente	5691	mmol/l (eq)
Cl ⁻	5500	mmol/l (eq)
SO ₄ ²⁻	185	mmol/l (eq)
HCO ₃ ⁻	0,56	mmol/l (eq)
Br ⁻	4,38	mmol/l (eq)
B ₈ O ₁₅ ⁶⁻	1,81	mmol/l (eq)
Σ Anionenäquivalente	5692	mmol/l (eq)
Relative Abweichung	-0,01	%

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung

Probenart: Salzlösung Probenbez.: L658008
Proben-Nr.: 21-1840/04
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
L658008

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestimm.- grenze
Natrium	K-UTECH 110: 2016-03	86,98	mol/kmol H ₂ O	0,0039
Kalium	K-UTECH 110: 2016-03	1,45	mol/kmol H ₂ O	0,0032
Magnesium	K-UTECH 112: 2016-03	6,32	mol/kmol H ₂ O	0,0074
Calcium	K-UTECH 6: 2016-04	0,347	mol/kmol H ₂ O	0,0004
Chlorid	K-UTECH 114: 2016-03	98,58	mol/kmol H ₂ O	0,0152
Sulfat	K-UTECH 104: 2016-04	1,64	mol/kmol H ₂ O	0,0019

Ionenbilanzierung

DIN 38402-A62:2014-12*

Na ⁺	4828	mmol/l (eq)
K ⁺	81	mmol/l (eq)
Mg ²⁺	702	mmol/l (eq)
Ca ²⁺	38,47	mmol/l (eq)
Σ Kationenäquivalente	5649	mmol/l (eq)
Cl ⁻	5472	mmol/l (eq)
SO ₄ ²⁻	182	mmol/l (eq)
HCO ₃ ⁻	0,54	mmol/l (eq)
Br ⁻	4,54	mmol/l (eq)
B ₈ O ₁₅ ⁶⁻	1,87	mmol/l (eq)
Σ Anionenäquivalente	5661	mmol/l (eq)
Relative Abweichung	-0,21	%

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung

Probenart: Salzlösung Probenbez.: L725005
Proben-Nr.: 21-1840/05
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
L725005

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestimm.- grenze
Natrium	K-UTECH 110: 2016-03	1,36	mol/kmol H ₂ O	0,0039
Kalium	K-UTECH 110: 2016-03	0,53	mol/kmol H ₂ O	0,0032
Magnesium	K-UTECH 112: 2016-03	97,10	mol/kmol H ₂ O	0,0074
Calcium	K-UTECH 6: 2016-04	0,051	mol/kmol H ₂ O	0,0004
Chlorid	K-UTECH 114: 2016-03	183,44	mol/kmol H ₂ O	0,0152
Sulfat	K-UTECH 104: 2016-04	5,79	mol/kmol H ₂ O	0,0019

Ionenbilanzierung

DIN 38402-A62:2014-12*

Na ⁺	75	mmol/l (eq)
K ⁺	29	mmol/l (eq)
Mg ²⁺	10780	mmol/l (eq)
Ca ²⁺	5,64	mmol/l (eq)
Σ Kationenäquivalente	10890	mmol/l (eq)
Cl ⁻	10182	mmol/l (eq)
SO ₄ ²⁻	643	mmol/l (eq)
HCO ₃ ⁻	0,00	mmol/l (eq)
Br ⁻	78,72	mmol/l (eq)
B ₈ O ₁₅ ⁶⁻	6,65	mmol/l (eq)
Σ Anionenäquivalente	10911	mmol/l (eq)
Relative Abweichung	-0,19	%

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung

Probenart: Salzlösung Probenbez.: L725006
Proben-Nr.: 21-1840/06
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
L725006

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestimm.- grenze
Natrium	K-UTECH 110: 2016-03	64,88	mol/kmol H ₂ O	0,0039
Kalium	K-UTECH 110: 2016-03	5,76	mol/kmol H ₂ O	0,0032
Magnesium	K-UTECH 112: 2016-03	19,94	mol/kmol H ₂ O	0,0074
Calcium	K-UTECH 6: 2016-04	0,140	mol/kmol H ₂ O	0,0004
Chlorid	K-UTECH 114: 2016-03	100,61	mol/kmol H ₂ O	0,0152
Sulfat	K-UTECH 104: 2016-04	5,03	mol/kmol H ₂ O	0,0019

Ionenbilanzierung

DIN 38402-A62:2014-12*

Na ⁺	3602	mmol/l (eq)
K ⁺	320	mmol/l (eq)
Mg ²⁺	2214	mmol/l (eq)
Ca ²⁺	15,52	mmol/l (eq)
Σ Kationenäquivalente	6150	mmol/l (eq)
Cl ⁻	5585	mmol/l (eq)
SO ₄ ²⁻	558	mmol/l (eq)
HCO ₃ ⁻	3,02	mmol/l (eq)
Br ⁻	18,15	mmol/l (eq)
B ₈ O ₁₅ ⁶⁻	3,17	mmol/l (eq)
Σ Anionenäquivalente	6167	mmol/l (eq)
Relative Abweichung	-0,27	%

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung

Probenart: Salzlösung Probenbez.: P725004
Proben-Nr.: 21-1840/07
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
P725004

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestimm.- grenze
Natrium	K-UTECH 110: 2016-03	75,15	mol/kmol H ₂ O	0,0039
Kalium	K-UTECH 110: 2016-03	4,18	mol/kmol H ₂ O	0,0032
Magnesium	K-UTECH 112: 2016-03	14,01	mol/kmol H ₂ O	0,0074
Calcium	K-UTECH 6: 2016-04	0,178	mol/kmol H ₂ O	0,0004
Chlorid	K-UTECH 114: 2016-03	99,60	mol/kmol H ₂ O	0,0152
Sulfat	K-UTECH 104: 2016-04	3,81	mol/kmol H ₂ O	0,0019

Ionenbilanzierung

DIN 38402-A62:2014-12*

Na ⁺	4171	mmol/l (eq)
K ⁺	232	mmol/l (eq)
Mg ²⁺	1555	mmol/l (eq)
Ca ²⁺	19,76	mmol/l (eq)
Σ Kationenäquivalente	5979	mmol/l (eq)
Cl ⁻	5528	mmol/l (eq)
SO ₄ ²⁻	423	mmol/l (eq)
HCO ₃ ⁻	1,00	mmol/l (eq)
Br ⁻	11,71	mmol/l (eq)
B ₈ O ₁₅ ⁶⁻	2,37	mmol/l (eq)
Σ Anionenäquivalente	5966	mmol/l (eq)
Relative Abweichung	0,21	%

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung

Probenart: Salzlösung Probenbez.: P725010
Proben-Nr.: 21-1840/08
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
P725010

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestimm.- grenze
Natrium	K-UTEK 110: 2016-03	10,11	mol/kmol H ₂ O	0,0039
Kalium	K-UTEK 110: 2016-03	5,48	mol/kmol H ₂ O	0,0032
Magnesium	K-UTEK 112: 2016-03	64,93	mol/kmol H ₂ O	0,0074
Calcium	K-UTEK 6: 2016-04	0,031	mol/kmol H ₂ O	0,0004
Chlorid	K-UTEK 114: 2016-03	132,12	mol/kmol H ₂ O	0,0152
Sulfat	K-UTEK 104: 2016-04	6,04	mol/kmol H ₂ O	0,0019

Ionenbilanzierung

DIN 38402-A62:2014-12*

Na ⁺	561	mmol/l (eq)
K ⁺	304	mmol/l (eq)
Mg ²⁺	7208	mmol/l (eq)
Ca ²⁺	3,45	mmol/l (eq)
Σ Kationenäquivalente	8077	mmol/l (eq)
Cl ⁻	7334	mmol/l (eq)
SO ₄ ²⁻	670	mmol/l (eq)
HCO ₃ ⁻	1,33	mmol/l (eq)
Br ⁻	54,57	mmol/l (eq)
B ₈ O ₁₅ ⁶⁻	4,89	mmol/l (eq)
Σ Anionenäquivalente	8065	mmol/l (eq)
Relative Abweichung	0,15	%

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung

Probenart: Salzlösung Probenbez.: P725007
Proben-Nr.: 21-1840/09
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
P725007

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestimm.- grenze
Natrium	K-UTECH 110: 2016-03	36,05	mol/kmol H ₂ O	0,0039
Kalium	K-UTECH 110: 2016-03	7,79	mol/kmol H ₂ O	0,0032
Magnesium	K-UTECH 112: 2016-03	40,17	mol/kmol H ₂ O	0,0074
Calcium	K-UTECH 6: 2016-04	0,105	mol/kmol H ₂ O	0,0004
Chlorid	K-UTECH 114: 2016-03	106,71	mol/kmol H ₂ O	0,0152
Sulfat	K-UTECH 104: 2016-04	8,44	mol/kmol H ₂ O	0,0019

Ionenbilanzierung

DIN 38402-A62:2014-12*

Na ⁺	2001	mmol/l (eq)
K ⁺	432	mmol/l (eq)
Mg ²⁺	4460	mmol/l (eq)
Ca ²⁺	11,63	mmol/l (eq)
Σ Kationenäquivalente	6905	mmol/l (eq)
Cl ⁻	5923	mmol/l (eq)
SO ₄ ²⁻	937	mmol/l (eq)
HCO ₃ ⁻	0,00	mmol/l (eq)
Br ⁻	37,55	mmol/l (eq)
B ₈ O ₁₅ ⁶⁻	4,22	mmol/l (eq)
Σ Anionenäquivalente	6902	mmol/l (eq)
Relative Abweichung	0,04	%

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung

Probenart: Salzlösung Probenbez.: P725011
Proben-Nr.: 21-1840/10
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
P725011

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestimm.- grenze
Natrium	K-UTECH 110: 2016-03	18,81	mol/kmol H ₂ O	0,0039
Kalium	K-UTECH 110: 2016-03	4,79	mol/kmol H ₂ O	0,0032
Magnesium	K-UTECH 112: 2016-03	53,52	mol/kmol H ₂ O	0,0074
Calcium	K-UTECH 6: 2016-04	0,052	mol/kmol H ₂ O	0,0004
Chlorid	K-UTECH 114: 2016-03	122,46	mol/kmol H ₂ O	0,0152
Sulfat	K-UTECH 104: 2016-04	3,68	mol/kmol H ₂ O	0,0019

Ionenbilanzierung

DIN 38402-A62:2014-12*

Na ⁺	1044	mmol/l (eq)
K ⁺	266	mmol/l (eq)
Mg ²⁺	5941	mmol/l (eq)
Ca ²⁺	5,79	mmol/l (eq)
Σ Kationenäquivalente	7257	mmol/l (eq)
Cl ⁻	6798	mmol/l (eq)
SO ₄ ²⁻	408	mmol/l (eq)
HCO ₃ ⁻	1,69	mmol/l (eq)
Br ⁻	49,56	mmol/l (eq)
B ₈ O ₁₅ ⁶⁻	4,03	mmol/l (eq)
Σ Anionenäquivalente	7261	mmol/l (eq)
Relative Abweichung	-0,06	%

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung

Probenart: Salzlösung Probenbez.: P725019
Proben-Nr.: 21-1840/11
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
P725019

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestimm.- grenze
Natrium	K-UTECH 110: 2016-03	56,34	mol/kmol H ₂ O	0,0039
Kalium	K-UTECH 110: 2016-03	5,11	mol/kmol H ₂ O	0,0032
Magnesium	K-UTECH 112: 2016-03	24,39	mol/kmol H ₂ O	0,0074
Calcium	K-UTECH 6: 2016-04	0,102	mol/kmol H ₂ O	0,0004
Chlorid	K-UTECH 114: 2016-03	101,12	mol/kmol H ₂ O	0,0152
Sulfat	K-UTECH 104: 2016-04	4,44	mol/kmol H ₂ O	0,0019

Ionenbilanzierung

DIN 38402-A62:2014-12*

Na ⁺	3127	mmol/l (eq)
K ⁺	284	mmol/l (eq)
Mg ²⁺	2707	mmol/l (eq)
Ca ²⁺	11,33	mmol/l (eq)
Σ Kationenäquivalente	6130	mmol/l (eq)
Cl ⁻	5613	mmol/l (eq)
SO ₄ ²⁻	493	mmol/l (eq)
HCO ₃ ⁻	1,46	mmol/l (eq)
Br ⁻	21,78	mmol/l (eq)
B ₈ O ₁₅ ⁶⁻	3,33	mmol/l (eq)
Σ Anionenäquivalente	6133	mmol/l (eq)
Relative Abweichung	-0,05	%

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung

Probenart: Salzlösung Probenbez.: P725020
Proben-Nr.: 21-1840/12
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
P725020

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestimm.- grenze
Natrium	K-UTECH 110: 2016-03	29,23	mol/kmol H ₂ O	0,0039
Kalium	K-UTECH 110: 2016-03	7,00	mol/kmol H ₂ O	0,0032
Magnesium	K-UTECH 112: 2016-03	43,36	mol/kmol H ₂ O	0,0074
Calcium	K-UTECH 6: 2016-04	0,066	mol/kmol H ₂ O	0,0004
Chlorid	K-UTECH 114: 2016-03	110,27	mol/kmol H ₂ O	0,0152
Sulfat	K-UTECH 104: 2016-04	6,02	mol/kmol H ₂ O	0,0019

Ionenbilanzierung

DIN 38402-A62:2014-12*

Na ⁺	1622	mmol/l (eq)
K ⁺	389	mmol/l (eq)
Mg ²⁺	4814	mmol/l (eq)
Ca ²⁺	7,34	mmol/l (eq)
Σ Kationenäquivalente	6832	mmol/l (eq)
Cl ⁻	6121	mmol/l (eq)
SO ₄ ²⁻	668	mmol/l (eq)
HCO ₃ ⁻	3,08	mmol/l (eq)
Br ⁻	42,05	mmol/l (eq)
B ₈ O ₁₅ ⁶⁻	4,53	mmol/l (eq)
Σ Anionenäquivalente	6839	mmol/l (eq)
Relative Abweichung	-0,09	%

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung

Probenart: Salzlösung Probenbez.: P750006
Proben-Nr.: 21-1840/13
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
P750006

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestimm.- grenze
Natrium	K-UTECH 110: 2016-03	20,14	mol/kmol H ₂ O	0,0039
Kalium	K-UTECH 110: 2016-03	6,82	mol/kmol H ₂ O	0,0032
Magnesium	K-UTECH 112: 2016-03	53,00	mol/kmol H ₂ O	0,0074
Calcium	K-UTECH 6: 2016-04	0,074	mol/kmol H ₂ O	0,0004
Chlorid	K-UTECH 114: 2016-03	120,43	mol/kmol H ₂ O	0,0152
Sulfat	K-UTECH 104: 2016-04	5,79	mol/kmol H ₂ O	0,0019

Ionenbilanzierung

DIN 38402-A62:2014-12*

Na ⁺	1118	mmol/l (eq)
K ⁺	379	mmol/l (eq)
Mg ²⁺	5884	mmol/l (eq)
Ca ²⁺	8,23	mmol/l (eq)
Σ Kationenäquivalente	7388	mmol/l (eq)
Cl ⁻	6685	mmol/l (eq)
SO ₄ ²⁻	643	mmol/l (eq)
HCO ₃ ⁻	4,03	mmol/l (eq)
Br ⁻	45,43	mmol/l (eq)
B ₈ O ₁₅ ⁶⁻	3,89	mmol/l (eq)
Σ Anionenäquivalente	7382	mmol/l (eq)
Relative Abweichung	0,09	%

Prüfbericht-Nr.: 21-1840-1
Betreff: Lösungsuntersuchung

Probenart: Salzlösung Probenbez.: L925007
Proben-Nr.: 21-1840/14
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
L925007

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestimm.- grenze
Natrium	K-UTECH 110: 2016-03	4,43	mol/kmol H ₂ O	0,0039
Kalium	K-UTECH 110: 2016-03	1,48	mol/kmol H ₂ O	0,0032
Magnesium	K-UTECH 112: 2016-03	77,09	mol/kmol H ₂ O	0,0074
Calcium	K-UTECH 6: 2016-04	0,036	mol/kmol H ₂ O	0,0004
Chlorid	K-UTECH 114: 2016-03	153,46	mol/kmol H ₂ O	0,0152
Sulfat	K-UTECH 104: 2016-04	2,91	mol/kmol H ₂ O	0,0019

Ionenbilanzierung

DIN 38402-A62:2014-12*

Na ⁺	246	mmol/l (eq)
K ⁺	82	mmol/l (eq)
Mg ²⁺	8558	mmol/l (eq)
Ca ²⁺	3,97	mmol/l (eq)
Σ Kationenäquivalente	8890	mmol/l (eq)
Cl ⁻	8518	mmol/l (eq)
SO ₄ ²⁻	323	mmol/l (eq)
HCO ₃ ⁻	1,12	mmol/l (eq)
Br ⁻	57,07	mmol/l (eq)
B ₈ O ₁₅ ⁶⁻	2,74	mmol/l (eq)
Σ Anionenäquivalente	8902	mmol/l (eq)
Relative Abweichung	-0,14	%

Sondershausen, den 17.11.2021

Laborleiter

* nicht akkreditierte Parameter

n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze

Dim Dimension

TS bezogen auf Trockensubstanz

Umrechnung der Konzentrationen von g/l in Jänecke-Koordinaten					
	21-1840/01	21-1840/02	21-1840/03	21-1840/04	21-1840/05
	SB3	P490009	L658008-S1	L658008	L725005
MgSO ₄ g/l	8,8	95,5	8,8	8,6	38,4
MgCl ₂ g/l	25,8	67,1	26,2	26,3	480,0
KCl g/l	5,9	54,0	5,9	6,0	2,2
NaCl g/l	283,0	189,0	285,0	283,0	4,4
H ₂ O g/l	883,0	865,0	882,0	877,0	826,0
Temp	25	25	25	25	25
Dichte	1,206	1,269	1,205	1,205	1,359
MgSO ₄ g/1000g	9,9	110,4	10,0	9,9	46,5
MgCl ₂ g/1000g	29,2	77,6	29,7	30,0	581,1
KCl g/1000g	6,6	62,4	6,7	6,9	2,7
NaCl g/1000g	320,5	218,5	323,1	322,7	5,3
MgSO ₄ m/100m	0,15	1,65	0,15	0,15	0,70
MgCl ₂ m/100m	0,55	1,47	0,56	0,57	11,00
K ₂ Cl ₂ m/100m	0,08	0,75	0,08	0,08	0,03
Na ₂ Cl ₂ m/100m	4,94	3,37	4,98	4,97	0,08
Zw. Summe:	0,93	5,53	0,94	0,95	12,42
S₀₄	16,0	29,9	15,9	15,6	5,6
Mg	75,4	56,5	75,5	75,6	94,1
K₂	8,6	13,6	8,6	8,8	0,3
MgSO ₄	120,369	120,369	120,369	120,369	120,369
MgCl ₂	95,2106	95,2106	95,2106	95,2106	95,2106
K ₂ Cl ₂	149,102	149,102	149,102	149,102	149,102
Na ₂ Cl ₂	116,88512	116,88512	116,88512	116,88512	116,88512
H ₂ O	18,0153	18,0153	18,0153	18,0153	18,0153

Umrechnung der Konzentrationen von g/l in Jänecke-Koordinaten					
	21-1840/06	21-1840/07	21-1840/08	21-1840/09	21-1840/10
	L725006	P725004	P725010	P725007	P725011
MgSO ₄ g/l	32,6	24,2	40,1	55,6	24,2
MgCl ₂ g/l	78,7	54,0	309,0	166,0	261,0
KCl g/l	23,9	17,3	22,7	32,2	19,8
NaCl g/l	210,0	244,0	32,8	117,0	60,9
H ₂ O g/l	898,0	886,0	888,0	876,0	898,0
Temp	25	25	25	25	25
Dichte	1,237	1,218	1,283	1,252	1,256
MgSO ₄ g/1000g	36,3	27,3	45,2	63,5	26,9
MgCl ₂ g/1000g	87,6	60,9	348,0	189,5	290,6
KCl g/1000g	26,6	19,5	25,6	36,8	22,0
NaCl g/1000g	233,9	275,4	36,9	133,6	67,8
MgSO ₄ m/100m	0,54	0,41	0,68	0,95	0,40
MgCl ₂ m/100m	1,66	1,15	6,58	3,59	5,50
K ₂ Cl ₂ m/100m	0,32	0,24	0,31	0,44	0,27
Na ₂ Cl ₂ m/100m	3,60	4,24	0,57	2,06	1,05
Zw. Summe:	3,07	2,21	8,24	5,93	6,57
S ₀₄	17,7	18,5	8,2	16,0	6,1
Mg	71,8	70,8	88,1	76,5	89,8
K ₂	10,5	10,7	3,7	7,5	4,1
MgSO ₄	120,369	120,369	120,369	120,369	120,369
MgCl ₂	95,2106	95,2106	95,2106	95,2106	95,2106
K ₂ Cl ₂	149,102	149,102	149,102	149,102	149,102
Na ₂ Cl ₂	116,88512	116,88512	116,88512	116,88512	116,88512
H ₂ O	18,0153	18,0153	18,0153	18,0153	18,0153

Umrechnung der Konzentrationen von g/l in Jänecke-Koordinaten					
	21-1840/11	21-1840/12	21-1840/13	21-1840/14	
	P725019	P725020	P750006	L925007	
MgSO ₄ g/l	29,1	39,8	38,3	19,1	
MgCl ₂ g/l	105,0	195,0	247,0	391,0	
KCl g/l	21,1	28,9	28,2	6,1	
NaCl g/l	183,0	94,9	65,4	14,4	
H ₂ O g/l	888,0	886,0	888,0	879,0	
Temp	25	25	25	25	
Dichte	1,225	1,248	1,262	1,300	
MgSO ₄ g/1000g	32,8	44,9	43,1	21,7	
MgCl ₂ g/1000g	118,2	220,1	278,2	444,8	
KCl g/1000g	23,8	32,6	31,8	7,0	
NaCl g/1000g	206,1	107,1	73,6	16,4	
MgSO ₄ m/100m	0,49	0,67	0,65	0,33	
MgCl ₂ m/100m	2,24	4,16	5,26	8,42	
K ₂ Cl ₂ m/100m	0,29	0,39	0,38	0,08	
Na ₂ Cl ₂ m/100m	3,18	1,65	1,14	0,25	
Zw. Summe:	3,51	5,90	6,94	9,15	
S ₀ ₄	14,0	11,4	9,3	3,6	
Mg	77,8	81,9	85,2	95,5	
K ₂	8,2	6,7	5,5	0,9	
MgSO ₄	120,369	120,369	120,369	120,369	
MgCl ₂	95,2106	95,2106	95,2106	95,2106	
K ₂ Cl ₂	149,102	149,102	149,102	149,102	
Na ₂ Cl ₂	116,88512	116,88512	116,88512	116,88512	
H ₂ O	18,0153	18,0153	18,0153	18,0153	

Chemisch-physikalische Analytik

K-UTEC AG Salt Technologies
Am Petersenschacht 7
99706 Sondershausen

Tel.: +49 3632 610-150
Fax.: +49 3632 610-105
E-Mail: cpa@k-utec.de

Prüfbericht: 21-1841-1

Auftrag: Lösungsuntersuchung - 211018-01
Auftraggeber: IAF-Radioökologie GmbH
[REDACTED]
Wilhelm-Rönsch-Straße 9
01454 Radeberg

Probeneingang: 26.10.2021
Probennahme: Auftraggeber
Entnahmeort:
Entnahmedatum:
Probenanzahl: 11
Prüfzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021

Proben-Nr.	Probentext
21-1841/01	P750040
21-1841/02	P750148
21-1841/03	P750153
21-1841/04	P750154
21-1841/05	P750177
21-1841/06	P750185
21-1841/07	P750189
21-1841/08	L800004
21-1841/09	L800005
21-1841/10	P750059
21-1841/11	P750039

Prüfbericht-Nr.: 21-1841-1
Betreff: Lösungsuntersuchung - 211018-01

Seite 2 von 24

Dieser Prüfbericht darf ohne Genehmigung der K-UTEC AG nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände. (DIN EN ISO/IEC 17025)

* nicht akkreditierter Parameter
n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze
Dim. Dimension
bezogen auf Trockensubstanz

Prüfbericht-Nr.: 21-1841-1
Betreff: Lösungsuntersuchung - 211018-01

Seite 3 von 24

Probenart: Salzlösung
Proben-Nr.: 21-1841/01
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
P750040

Probenbez.: P750040

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestim.- grenze
Dichte (vor Ort)	intern. Verfahren*	1,353	g/cm ³	
Temperatur (vor Ort)	intern. Verfahren*	29,2	°C	
Dichte (Labor)	DEV-C 9*	1,353	g/cm ³	
Temperatur (Labor)	DIN 38 404-C 4*	22	°C	
pH-Wert	K-UTEC 108: 2016-03	5,48	-	
Natrium	K-UTEC 110: 2016-03	3010	mg/l	5
Kalium	K-UTEC 110: 2016-03	3170	mg/l	7
Magnesium	K-UTEC 112: 2016-03	120000	mg/l	10
Calcium	K-UTEC 6: 2016-04	32,4	mg/l	1,0
Chlorid	K-UTEC 114: 2016-03	329000	mg/l	30
Sulfat	K-UTEC 104: 2016-04	37500	mg/l	10
Mangan	K-UTEC 6: 2016-04	10,3	mg/l	1,0
Eisen	DIN 38406-E1 *	0,88	mg/l	0,60
Eisen (II)	DIN 38406-E1 *	n.n.	mg/l	0,6
Eisen-III	DIN 38406-E1 *	n.n.	mg/l	0,6
Carbonat	DIN ISO 10693*	n.n.	mg/l	0,5
CO ₂	DIN EN 1484-H 3*	82,6	mg/l	0,40
Hydrogencarbonat	DEV-D8*	30,3	mg/l	0,5
Lithium	K-UTEC 6: 2016-04	2,55	mg/l	0,10
Strontium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,5
Cäsium	AAS*	1,4	mg/l	0,5
Rubidium	AES*	3,6	mg/l	0,1
Aluminium	K-UTEC 6: 2016-04	0,190	mg/l	0,049
Barium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,03
Blei	K-UTEC 6: 2016-04	2,21	mg/l	0,077
Cadmium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,006
Chrom	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,001
Cobalt	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,01
Kupfer	K-UTEC 6: 2016-04	0,513	mg/l	0,010
Nickel	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,001
Silicium	K-UTEC 6: 2016-04	0,50	mg/l	0,02
Zink	K-UTEC 6: 2016-04	44,1	mg/l	0,005
Bor	K-UTEC 6: 2016-04	112	mg/l	0,01
Phosphor	K-UTEC 6: 2016-04	1,21	mg/l	0,033
Quecksilber	K-UTEC 121: 2016-03	n.n.	mg/l	0,01
Bromid	intern. Verfahren*	4630	mg/l	1,0
Ammonium	K-UTEC 116: 2016-04	2,89	mg/l	0,60
Nitrat	K-UTEC 5: 2017-11	47,5	mg/l	0,2
CaSO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	0,11	g/l	
CaCl ₂	K-UTEC 126: 2016-03	0	g/l	

* nicht akkreditierter Parameter
n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze
Dim. Dimension
bezogen auf Trockensubstanz

Prüfbericht-Nr.: 21-1841-1
Betreff: Lösungsuntersuchung - 211018-01

Seite 4 von 24

Proben-Nr.: 21-1841/01 Fortsetzung

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestim.- grenze
MgSO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	46,9	g/l	
MgCl ₂	K-UTEC 126: 2016-03	431	g/l	
MgBr ₂	intern. Verfahren*	5,33	g/l	
Mg ₃ B ₈ O ₁₅	intern. Verfahren*	0,52	g/l	
K ₂ SO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	n.n.	g/l	0,01
KCl	K-UTEC 126: 2016-03	6,04	g/l	
Na ₂ SO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	n.n.	g/l	0,01
NaCl	K-UTEC 126: 2016-03	7,66	g/l	
H ₂ O	K-UTEC 126: 2016-03	855	g/l	

* nicht akkreditierter Parameter
n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze
Dim. Dimension
bezogen auf Trockensubstanz

Prüfbericht-Nr.: 21-1841-1
Betreff: Lösungsuntersuchung - 211018-01

Seite 5 von 24

Probenart: Salzlösung
Proben-Nr.: 21-1841/02
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
P750148

Probenbez.: P750148

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestim.- grenze
Dichte (vor Ort)	intern. Verfahren*	1,318	g/cm ³	
Temperatur (vor Ort)	intern. Verfahren*	29,3	°C	
Dichte (Labor)	DEV-C 9*	1,316	g/cm ³	
Temperatur (Labor)	DIN 38 404-C 4*	22	°C	
pH-Wert	K-UTEC 108: 2016-03	5,68	-	
Natrium	K-UTEC 110: 2016-03	6400	mg/l	5
Kalium	K-UTEC 110: 2016-03	10700	mg/l	7
Magnesium	K-UTEC 112: 2016-03	101000	mg/l	10
Calcium	K-UTEC 6: 2016-04	29,3	mg/l	1,0
Chlorid	K-UTEC 114: 2016-03	288000	mg/l	30
Sulfat	K-UTEC 104: 2016-04	31200	mg/l	10
Mangan	K-UTEC 6: 2016-04	8,77	mg/l	1,00
Eisen	DIN 38406-E1 *	0,61	mg/l	0,60
Eisen (II)	DIN 38406-E1 *	n.n.	mg/l	0,6
Eisen-III	DIN 38406-E1 *	n.n.	mg/l	0,6
Carbonat	DIN ISO 10693*	n.n.	mg/l	0,5
CO ₂	DIN EN 1484-H 3*	192	mg/l	0,40
Hydrogencarbonat	DEV-D8*	111	mg/l	0,5
Lithium	K-UTEC 6: 2016-04	2,43	mg/l	0,10
Strontium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,5
Cäsium	AAS*	1,4	mg/l	0,5
Rubidium	AES*	22,8	mg/l	0,1
Aluminium	K-UTEC 6: 2016-04	0,170	mg/l	0,049
Barium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,03
Blei	K-UTEC 6: 2016-04	2,05	mg/l	0,077
Cadmium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,006
Chrom	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,001
Cobalt	K-UTEC 6: 2016-04	0,038	mg/l	0,010
Kupfer	K-UTEC 6: 2016-04	0,111	mg/l	0,010
Nickel	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,001
Silicium	K-UTEC 6: 2016-04	0,35	mg/l	0,02
Zink	K-UTEC 6: 2016-04	3,85	mg/l	0,005
Bor	K-UTEC 6: 2016-04	78,7	mg/l	0,01
Phosphor	K-UTEC 6: 2016-04	1,48	mg/l	0,033
Quecksilber	K-UTEC 121: 2016-03	n.n.	mg/l	0,01
Bromid	intern. Verfahren*	3760	mg/l	1,0
Ammonium	K-UTEC 116: 2016-04	20,9	mg/l	0,6
Nitrat	K-UTEC 5: 2017-11	49,3	mg/l	0,2
CaSO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	0,1	g/l	
CaCl ₂	K-UTEC 126: 2016-03	0	g/l	

* nicht akkreditierter Parameter
n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze
Dim. Dimension
bezogen auf Trockensubstanz

Prüfbericht-Nr.: 21-1841-1
Betreff: Lösungsuntersuchung - 211018-01

Seite 6 von 24

Proben-Nr.: 21-1841/02 Fortsetzung

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestim.- grenze
MgSO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	39	g/l	
MgCl ₂	K-UTEC 126: 2016-03	361	g/l	
MgBr ₂	intern. Verfahren*	4,34	g/l	
Mg ₃ B ₈ O ₁₅	intern. Verfahren*	0,36	g/l	
K ₂ SO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	n.n.	g/l	0,01
KCl	K-UTEC 126: 2016-03	20,4	g/l	
Na ₂ SO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	n.n.	g/l	0,01
NaCl	K-UTEC 126: 2016-03	16,3	g/l	
H ₂ O	K-UTEC 126: 2016-03	875	g/l	

* nicht akkreditierter Parameter
n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze
Dim. Dimension
bezogen auf Trockensubstanz

Prüfbericht-Nr.: 21-1841-1
Betreff: Lösungsuntersuchung - 211018-01

Seite 7 von 24

Probenart: Salzlösung
Proben-Nr.: 21-1841/03
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
P750153

Probenbez.: P750153

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestim.- grenze
Dichte (vor Ort)	intern. Verfahren*	1,291	g/cm ³	
Temperatur (vor Ort)	intern. Verfahren*	31	°C	
Dichte (Labor)	DEV-C 9*	1,281	g/cm ³	
Temperatur (Labor)	DIN 38 404-C 4*	22	°C	
pH-Wert	K-UTEC 108: 2016-03	5,95	-	
Natrium	K-UTEC 110: 2016-03	5970	mg/l	5
Kalium	K-UTEC 110: 2016-03	11700	mg/l	7
Magnesium	K-UTEC 112: 2016-03	87800	mg/l	10
Calcium	K-UTEC 6: 2016-04	32,7	mg/l	1,0
Chlorid	K-UTEC 114: 2016-03	254000	mg/l	30
Sulfat	K-UTEC 104: 2016-04	26800	mg/l	10
Mangan	K-UTEC 6: 2016-04	4,64	mg/l	1,00
Eisen	DIN 38406-E1 *	22,5	mg/l	0,6
Eisen (II)	DIN 38406-E1 *	3,18	mg/l	0,60
Eisen-III	DIN 38406-E1 *	19,3	mg/l	0,6
Carbonat	DIN ISO 10693*	n.n.	mg/l	0,5
CO ₂	DIN EN 1484-H 3*	47,7	mg/l	0,40
Hydrogencarbonat	DEV-D8*	50,8	mg/l	0,5
Lithium	K-UTEC 6: 2016-04	4,2	mg/l	0,1
Strontium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,5
Cäsium	AAS*	1,0	mg/l	0,5
Rubidium	AES*	17,5	mg/l	0,1
Aluminium	K-UTEC 6: 2016-04	1,04	mg/l	0,049
Barium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,03
Blei	K-UTEC 6: 2016-04	3,63	mg/l	0,077
Cadmium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,006
Chrom	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,001
Cobalt	K-UTEC 6: 2016-04	0,053	mg/l	0,010
Kupfer	K-UTEC 6: 2016-04	0,864	mg/l	0,010
Nickel	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,001
Silicium	K-UTEC 6: 2016-04	0,92	mg/l	0,02
Zink	K-UTEC 6: 2016-04	10,0	mg/l	0,005
Bor	K-UTEC 6: 2016-04	99,8	mg/l	0,01
Phosphor	K-UTEC 6: 2016-04	0,970	mg/l	0,033
Quecksilber	K-UTEC 121: 2016-03	n.n.	mg/l	0,01
Bromid	intern. Verfahren*	4160	mg/l	1,0
Ammonium	K-UTEC 116: 2016-04	7,94	mg/l	0,60
Nitrat	K-UTEC 5: 2017-11	43,2	mg/l	0,2
CaSO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	0,11	g/l	
CaCl ₂	K-UTEC 126: 2016-03	0	g/l	

* nicht akkreditierter Parameter
n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze
Dim. Dimension
bezogen auf Trockensubstanz

Prüfbericht-Nr.: 21-1841-1
Betreff: Lösungsuntersuchung - 211018-01

Seite 8 von 24

Proben-Nr.: 21-1841/03 Fortsetzung

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestim.- grenze
MgSO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	33,5	g/l	
MgCl ₂	K-UTEC 126: 2016-03	315	g/l	
MgBr ₂	intern. Verfahren*	4,8	g/l	
Mg ₃ B ₈ O ₁₅	intern. Verfahren*	0,46	g/l	
K ₂ SO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	n.n.	g/l	0,01
KCl	K-UTEC 126: 2016-03	22,4	g/l	
Na ₂ SO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	n.n.	g/l	0,01
NaCl	K-UTEC 126: 2016-03	15,2	g/l	
H ₂ O	K-UTEC 126: 2016-03	890	g/l	

* nicht akkreditierter Parameter
n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze
Dim. Dimension
bezogen auf Trockensubstanz

Prüfbericht-Nr.: 21-1841-1
Betreff: Lösungsuntersuchung - 211018-01

Seite 9 von 24

Probenart: Salzlösung
Proben-Nr.: 21-1841/04
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
P750154

Probenbez.: P750154

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestim.- grenze
Dichte (vor Ort)	intern. Verfahren*	1,308	g/cm ³	
Temperatur (vor Ort)	intern. Verfahren*	32,4	°C	
Dichte (Labor)	DEV-C 9*	1,312	g/cm ³	
Temperatur (Labor)	DIN 38 404-C 4*	22	°C	
pH-Wert	K-UTEC 108: 2016-03	6,01	-	
Natrium	K-UTEC 110: 2016-03	7760	mg/l	5
Kalium	K-UTEC 110: 2016-03	16400	mg/l	7
Magnesium	K-UTEC 112: 2016-03	98000	mg/l	10
Calcium	K-UTEC 6: 2016-04	26,9	mg/l	1,0
Chlorid	K-UTEC 114: 2016-03	283000	mg/l	30
Sulfat	K-UTEC 104: 2016-04	37600	mg/l	10
Mangan	K-UTEC 6: 2016-04	3,75	mg/l	1,00
Eisen	DIN 38406-E1 *	0,86	mg/l	0,60
Eisen (II)	DIN 38406-E1 *	n.n.	mg/l	0,6
Eisen-III	DIN 38406-E1 *	n.n.	mg/l	0,6
Carbonat	DIN ISO 10693*	n.n.	mg/l	0,5
CO ₂	DIN EN 1484-H 3*	101	mg/l	0,40
Hydrogencarbonat	DEV-D8*	124	mg/l	0,5
Lithium	K-UTEC 6: 2016-04	2,26	mg/l	0,10
Strontium	K-UTEC 6: 2016-04	0,53	mg/l	0,50
Cäsium	AAS*	1,0	mg/l	0,5
Rubidium	AES*	38,4	mg/l	0,1
Aluminium	K-UTEC 6: 2016-04	0,430	mg/l	0,049
Barium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,03
Blei	K-UTEC 6: 2016-04	1,87	mg/l	0,077
Cadmium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,006
Chrom	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,001
Cobalt	K-UTEC 6: 2016-04	0,054	mg/l	0,010
Kupfer	K-UTEC 6: 2016-04	0,415	mg/l	0,010
Nickel	K-UTEC 6: 2016-04	0,020	mg/l	0,001
Silicium	K-UTEC 6: 2016-04	0,23	mg/l	0,02
Zink	K-UTEC 6: 2016-04	3,00	mg/l	0,005
Bor	K-UTEC 6: 2016-04	72,1	mg/l	0,01
Phosphor	K-UTEC 6: 2016-04	0,950	mg/l	0,033
Quecksilber	K-UTEC 121: 2016-03	n.n.	mg/l	0,01
Bromid	intern. Verfahren*	3760	mg/l	1,0
Ammonium	K-UTEC 116: 2016-04	15,2	mg/l	0,6
Nitrat	K-UTEC 5: 2017-11	37,6	mg/l	0,2
CaSO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	0,09	g/l	
CaCl ₂	K-UTEC 126: 2016-03	0	g/l	

* nicht akkreditierter Parameter
n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze
Dim. Dimension
bezogen auf Trockensubstanz

Prüfbericht-Nr.: 21-1841-1
Betreff: Lösungsuntersuchung - 211018-01

Seite 10 von 24

Proben-Nr.: 21-1841/04 Fortsetzung

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestim.- grenze
MgSO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	47,0	g/l	
MgCl ₂	K-UTEC 126: 2016-03	344	g/l	
MgBr ₂	intern. Verfahren*	4,34	g/l	
Mg ₃ B ₈ O ₁₅	intern. Verfahren*	0,33	g/l	
K ₂ SO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	n.n.	g/l	0,01
KCl	K-UTEC 126: 2016-03	31,2	g/l	
Na ₂ SO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	n.n.	g/l	0,01
NaCl	K-UTEC 126: 2016-03	19,7	g/l	
H ₂ O	K-UTEC 126: 2016-03	865	g/l	

* nicht akkreditierter Parameter
n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze
Dim. Dimension
bezogen auf Trockensubstanz

Prüfbericht-Nr.: 21-1841-1
Betreff: Lösungsuntersuchung - 211018-01

Seite 11 von 24

Probenart: Salzlösung
Proben-Nr.: 21-1841/05
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
P750177

Probenbez.: P750177

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestim.- grenze
Dichte (vor Ort)	intern. Verfahren*	1,322	g/cm ³	
Temperatur (vor Ort)	intern. Verfahren*	32,8	°C	
Dichte (Labor)	DEV-C 9*	1,334	g/cm ³	
Temperatur (Labor)	DIN 38 404-C 4*	22	°C	
pH-Wert	K-UTEC 108: 2016-03	5,90	-	
Natrium	K-UTEC 110: 2016-03	5140	mg/l	5
Kalium	K-UTEC 110: 2016-03	6630	mg/l	7
Magnesium	K-UTEC 112: 2016-03	109000	mg/l	10
Calcium	K-UTEC 6: 2016-04	26,3	mg/l	1,0
Chlorid	K-UTEC 114: 2016-03	302000	mg/l	30
Sulfat	K-UTEC 104: 2016-04	36700	mg/l	10
Mangan	K-UTEC 6: 2016-04	9,58	mg/l	1,00
Eisen	DIN 38406-E1 *	n.n.	mg/l	0,6
Eisen (II)	DIN 38406-E1 *	n.n.	mg/l	0,6
Eisen-III	DIN 38406-E1 *	n.n.	mg/l	0,6
Carbonat	DIN ISO 10693*	n.n.	mg/l	0,5
CO ₂	DIN EN 1484-H 3*	47,9	mg/l	0,40
Hydrogencarbonat	DEV-D8*	45,9	mg/l	0,5
Lithium	K-UTEC 6: 2016-04	2,23	mg/l	0,10
Strontium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,5
Cäsium	AAS*	1,2	mg/l	0,5
Rubidium	AES*	8,6	mg/l	0,1
Aluminium	K-UTEC 6: 2016-04	0,270	mg/l	0,049
Barium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,03
Blei	K-UTEC 6: 2016-04	2,41	mg/l	0,077
Cadmium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,006
Chrom	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,001
Cobalt	K-UTEC 6: 2016-04	0,037	mg/l	0,010
Kupfer	K-UTEC 6: 2016-04	0,101	mg/l	0,010
Nickel	K-UTEC 6: 2016-04	0,016	mg/l	0,001
Silicium	K-UTEC 6: 2016-04	0,36	mg/l	0,02
Zink	K-UTEC 6: 2016-04	3,95	mg/l	0,005
Bor	K-UTEC 6: 2016-04	99,6	mg/l	0,01
Phosphor	K-UTEC 6: 2016-04	1,24	mg/l	0,033
Quecksilber	K-UTEC 121: 2016-03	n.n.	mg/l	0,01
Bromid	intern. Verfahren*	4100	mg/l	1,0
Ammonium	K-UTEC 116: 2016-04	11,5	mg/l	0,6
Nitrat	K-UTEC 5: 2017-11	42,5	mg/l	0,2
CaSO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	0,09	g/l	
CaCl ₂	K-UTEC 126: 2016-03	0	g/l	

* nicht akkreditierter Parameter
n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze
Dim. Dimension
bezogen auf Trockensubstanz

Prüfbericht-Nr.: 21-1841-1
Betreff: Lösungsuntersuchung - 211018-01

Seite 12 von 24

Proben-Nr.: 21-1841/05 Fortsetzung

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestim.- grenze
MgSO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	45,9	g/l	
MgCl ₂	K-UTEC 126: 2016-03	387	g/l	
MgBr ₂	intern. Verfahren*	4,72	g/l	
Mg ₃ B ₈ O ₁₅	intern. Verfahren*	0,46	g/l	
K ₂ SO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	n.n.	g/l	0,01
KCl	K-UTEC 126: 2016-03	12,6	g/l	
Na ₂ SO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	n.n.	g/l	0,01
NaCl	K-UTEC 126: 2016-03	13,1	g/l	
H ₂ O	K-UTEC 126: 2016-03	870	g/l	

* nicht akkreditierter Parameter
n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze
Dim. Dimension
bezogen auf Trockensubstanz

Prüfbericht-Nr.: 21-1841-1
Betreff: Lösungsuntersuchung - 211018-01

Seite 13 von 24

Probenart: Salzlösung
Proben-Nr.: 21-1841/06
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
P750185

Probenbez.: P750185

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestim.- grenze
Dichte (vor Ort)	intern. Verfahren*	1,3	g/cm ³	
Temperatur (vor Ort)	intern. Verfahren*	32,6	°C	
Dichte (Labor)	DEV-C 9*	1,300	g/cm ³	
Temperatur (Labor)	DIN 38 404-C 4*	22	°C	
pH-Wert	K-UTEC 108: 2016-03	5,48	-	
Natrium	K-UTEC 110: 2016-03	6940	mg/l	5
Kalium	K-UTEC 110: 2016-03	13400	mg/l	7
Magnesium	K-UTEC 112: 2016-03	98700	mg/l	10
Calcium	K-UTEC 6: 2016-04	29,6	mg/l	1,0
Chlorid	K-UTEC 114: 2016-03	288000	mg/l	30
Sulfat	K-UTEC 104: 2016-04	28100	mg/l	10
Mangan	K-UTEC 6: 2016-04	22,2	mg/l	1,0
Eisen	DIN 38406-E1 *	4,22	mg/l	0,60
Eisen (II)	DIN 38406-E1 *	0,9	mg/l	0,6
Eisen-III	DIN 38406-E1 *	3,32	mg/l	0,60
Carbonat	DIN ISO 10693*	n.n.	mg/l	0,5
CO ₂	DIN EN 1484-H 3*	25,3	mg/l	0,40
Hydrogencarbonat	DEV-D8*	9,2	mg/l	0,5
Lithium	K-UTEC 6: 2016-04	7,67	mg/l	0,10
Strontium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,5
Cäsium	AAS*	1,0	mg/l	0,5
Rubidium	AES*	20,3	mg/l	0,1
Aluminium	K-UTEC 6: 2016-04	0,250	mg/l	0,049
Barium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,03
Blei	K-UTEC 6: 2016-04	12,3	mg/l	0,077
Cadmium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,006
Chrom	K-UTEC 6: 2016-04	0,019	mg/l	0,001
Cobalt	K-UTEC 6: 2016-04	0,099	mg/l	0,010
Kupfer	K-UTEC 6: 2016-04	0,921	mg/l	0,010
Nickel	K-UTEC 6: 2016-04	0,014	mg/l	0,001
Silicium	K-UTEC 6: 2016-04	0,44	mg/l	0,02
Zink	K-UTEC 6: 2016-04	11,8	mg/l	0,005
Bor	K-UTEC 6: 2016-04	132	mg/l	0,01
Phosphor	K-UTEC 6: 2016-04	1,14	mg/l	0,033
Quecksilber	K-UTEC 121: 2016-03	0,0131	mg/l	0,0100
Bromid	intern. Verfahren*	4100	mg/l	1,0
Ammonium	K-UTEC 116: 2016-04	39,0	mg/l	0,6
Nitrat	K-UTEC 5: 2017-11	62,6	mg/l	0,2
CaSO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	0,1	g/l	
CaCl ₂	K-UTEC 126: 2016-03	0	g/l	

* nicht akkreditierter Parameter
n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze
Dim. Dimension
bezogen auf Trockensubstanz

Prüfbericht-Nr.: 21-1841-1
Betreff: Lösungsuntersuchung - 211018-01

Seite 14 von 24

Proben-Nr.: 21-1841/06 Fortsetzung

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestim.- grenze
MgSO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	35,2	g/l	
MgCl ₂	K-UTEC 126: 2016-03	356	g/l	
MgBr ₂	intern. Verfahren*	4,72	g/l	
Mg ₃ B ₈ O ₁₅	intern. Verfahren*	0,61	g/l	
K ₂ SO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	n.n.	g/l	0,01
KCl	K-UTEC 126: 2016-03	25,5	g/l	
Na ₂ SO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	n.n.	g/l	0,01
NaCl	K-UTEC 126: 2016-03	17,6	g/l	
H ₂ O	K-UTEC 126: 2016-03	860	g/l	

* nicht akkreditierter Parameter
n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze
Dim. Dimension
bezogen auf Trockensubstanz

Prüfbericht-Nr.: 21-1841-1
Betreff: Lösungsuntersuchung - 211018-01

Seite 15 von 24

Probenart: Salzlösung
Proben-Nr.: 21-1841/07
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
P750189

Probenbez.: P750189

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestim.- grenze
Dichte (vor Ort)	intern. Verfahren*	1,304	g/cm ³	
Temperatur (vor Ort)	intern. Verfahren*	35,8	°C	
Dichte (Labor)	DEV-C 9*	1,308	g/cm ³	
Temperatur (Labor)	DIN 38 404-C 4*	22	°C	
pH-Wert	K-UTEC 108: 2016-03	5,92	-	
Natrium	K-UTEC 110: 2016-03	7840	mg/l	5
Kalium	K-UTEC 110: 2016-03	16200	mg/l	7
Magnesium	K-UTEC 112: 2016-03	98800	mg/l	10
Calcium	K-UTEC 6: 2016-04	29,3	mg/l	1,0
Chlorid	K-UTEC 114: 2016-03	291000	mg/l	30
Sulfat	K-UTEC 104: 2016-04	29600	mg/l	10
Mangan	K-UTEC 6: 2016-04	19,2	mg/l	1,0
Eisen	DIN 38406-E1*	n.n.	mg/l	0,6
Eisen (II)	DIN 38406-E1*	n.n.	mg/l	0,6
Eisen-III	DIN 38406-E1*	n.n.	mg/l	0,6
Carbonat	DIN ISO 10693*	n.n.	mg/l	0,5
CO ₂	DIN EN 1484-H 3*	64,5	mg/l	0,40
Hydrogencarbonat	DEV-D8*	64,5	mg/l	0,5
Lithium	K-UTEC 6: 2016-04	3,71	mg/l	0,10
Strontium	K-UTEC 6: 2016-04	0,55	mg/l	0,50
Cäsium	AAS*	1,2	mg/l	0,5
Rubidium	AES*	30,0	mg/l	0,1
Aluminium	K-UTEC 6: 2016-04	0,370	mg/l	0,049
Barium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,03
Blei	K-UTEC 6: 2016-04	4,98	mg/l	0,077
Cadmium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,006
Chrom	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,001
Cobalt	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,01
Kupfer	K-UTEC 6: 2016-04	0,077	mg/l	0,010
Nickel	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,001
Silicium	K-UTEC 6: 2016-04	0,14	mg/l	0,02
Zink	K-UTEC 6: 2016-04	4,85	mg/l	0,005
Bor	K-UTEC 6: 2016-04	98,2	mg/l	0,01
Phosphor	K-UTEC 6: 2016-04	1,11	mg/l	0,033
Quecksilber	K-UTEC 121: 2016-03	n.n.	mg/l	0,01
Bromid	intern. Verfahren*	3830	mg/l	1,0
Ammonium	K-UTEC 116: 2016-04	31,0	mg/l	0,6
Nitrat	K-UTEC 5: 2017-11	35,0	mg/l	0,2
CaSO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	0,1	g/l	
CaCl ₂	K-UTEC 126: 2016-03	0	g/l	

* nicht akkreditierter Parameter
n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze
Dim. Dimension
bezogen auf Trockensubstanz

Prüfbericht-Nr.: 21-1841-1
Betreff: Lösungsuntersuchung - 211018-01

Seite 16 von 24

Proben-Nr.: 21-1841/07 Fortsetzung

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestim.- grenze
MgSO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	37,1	g/l	
MgCl ₂	K-UTEC 126: 2016-03	355	g/l	
MgBr ₂	intern. Verfahren*	4,41	g/l	
Mg ₃ B ₈ O ₁₅	intern. Verfahren*	0,45	g/l	
K ₂ SO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	n.n.	g/l	0,01
KCl	K-UTEC 126: 2016-03	30,9	g/l	
Na ₂ SO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	n.n.	g/l	0,01
NaCl	K-UTEC 126: 2016-03	19,9	g/l	
H ₂ O	K-UTEC 126: 2016-03	860	g/l	

* nicht akkreditierter Parameter
n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze
Dim. Dimension
bezogen auf Trockensubstanz

Prüfbericht-Nr.: 21-1841-1
Betreff: Lösungsuntersuchung - 211018-01

Seite 17 von 24

Probenart: Salzlösung
Proben-Nr.: 21-1841/08
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
L800004

Probenbez.: L800004

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestim.- grenze
Dichte (vor Ort)	intern. Verfahren*	1,37	g/cm ³	
Temperatur (vor Ort)	intern. Verfahren*	33,9	°C	
Dichte (Labor)	DEV-C 9*	1,370	g/cm ³	
Temperatur (Labor)	DIN 38 404-C 4*	22	°C	
pH-Wert	K-UTEC 108: 2016-03	5,12	-	
Natrium	K-UTEC 110: 2016-03	1830	mg/l	5
Kalium	K-UTEC 110: 2016-03	1570	mg/l	7
Magnesium	K-UTEC 112: 2016-03	138000	mg/l	10
Calcium	K-UTEC 6: 2016-04	33,2	mg/l	1,0
Chlorid	K-UTEC 114: 2016-03	372000	mg/l	30
Sulfat	K-UTEC 104: 2016-04	43300	mg/l	10
Mangan	K-UTEC 6: 2016-04	27,8	mg/l	1,0
Eisen	DIN 38406-E1 *	4,51	mg/l	0,60
Eisen (II)	DIN 38406-E1 *	1,75	mg/l	0,60
Eisen-III	DIN 38406-E1 *	2,76	mg/l	0,60
Carbonat	DIN ISO 10693*	n.n.	mg/l	0,5
CO ₂	DIN EN 1484-H 3*	47,0	mg/l	0,40
Hydrogencarbonat	DEV-D8*	7,6	mg/l	0,5
Lithium	K-UTEC 6: 2016-04	69,2	mg/l	0,1
Strontium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,5
Cäsium	AAS*	1,2	mg/l	0,5
Rubidium	AES*	0,4	mg/l	0,1
Aluminium	K-UTEC 6: 2016-04	0,340	mg/l	0,049
Barium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,03
Blei	K-UTEC 6: 2016-04	4,11	mg/l	0,077
Cadmium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,006
Chrom	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,001
Cobalt	K-UTEC 6: 2016-04	0,084	mg/l	0,010
Kupfer	K-UTEC 6: 2016-04	1,87	mg/l	0,01
Nickel	K-UTEC 6: 2016-04	0,033	mg/l	0,001
Silicium	K-UTEC 6: 2016-04	0,30	mg/l	0,02
Zink	K-UTEC 6: 2016-04	35,8	mg/l	0,005
Bor	K-UTEC 6: 2016-04	440	mg/l	0,01
Phosphor	K-UTEC 6: 2016-04	3,27	mg/l	0,033
Quecksilber	K-UTEC 121: 2016-03	n.n.	mg/l	0,01
Bromid	intern. Verfahren*	6430	mg/l	1,0
Ammonium	K-UTEC 116: 2016-04	3,61	mg/l	0,60
Nitrat	K-UTEC 5: 2017-11	87,4	mg/l	0,2
CaSO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	0,11	g/l	
CaCl ₂	K-UTEC 126: 2016-03	0	g/l	

* nicht akkreditierter Parameter
n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze
Dim. Dimension
bezogen auf Trockensubstanz

Prüfbericht-Nr.: 21-1841-1
Betreff: Lösungsuntersuchung - 211018-01

Seite 18 von 24

Proben-Nr.: 21-1841/08 Fortsetzung

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestim.- grenze
MgSO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	54,1	g/l	
MgCl ₂	K-UTEC 126: 2016-03	494	g/l	
MgBr ₂	intern. Verfahren*	7,4	g/l	
Mg ₃ B ₈ O ₁₅	intern. Verfahren*	2,03	g/l	
K ₂ SO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	n.n.	g/l	0,01
KCl	K-UTEC 126: 2016-03	2,99	g/l	
Na ₂ SO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	n.n.	g/l	0,01
NaCl	K-UTEC 126: 2016-03	4,66	g/l	
H ₂ O	K-UTEC 126: 2016-03	805	g/l	

* nicht akkreditierter Parameter
n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze
Dim. Dimension
bezogen auf Trockensubstanz

Prüfbericht-Nr.: 21-1841-1
Betreff: Lösungsuntersuchung - 211018-01

Seite 19 von 24

Probenart: Salzlösung
Proben-Nr.: 21-1841/09
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
L800005

Probenbez.: L800005

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestim.- grenze
Dichte (vor Ort)	intern. Verfahren*	1,337	g/cm ³	
Temperatur (vor Ort)	intern. Verfahren*	34,2	°C	
Dichte (Labor)	DEV-C 9*	1,341	g/cm ³	
Temperatur (Labor)	DIN 38 404-C 4*	22	°C	
pH-Wert	K-UTEC 108: 2016-03	6,24	-	
Natrium	K-UTEC 110: 2016-03	3680	mg/l	5
Kalium	K-UTEC 110: 2016-03	4610	mg/l	7
Magnesium	K-UTEC 112: 2016-03	115000	mg/l	10
Calcium	K-UTEC 6: 2016-04	28,4	mg/l	1,0
Chlorid	K-UTEC 114: 2016-03	317000	mg/l	30
Sulfat	K-UTEC 104: 2016-04	37600	mg/l	10
Mangan	K-UTEC 6: 2016-04	2,44	mg/l	1,00
Eisen	DIN 38406-E1 *	n.n.	mg/l	0,6
Eisen (II)	DIN 38406-E1 *	n.n.	mg/l	0,6
Eisen-III	DIN 38406-E1 *	n.n.	mg/l	0,6
Carbonat	DIN ISO 10693*	n.n.	mg/l	0,5
CO ₂	DIN EN 1484-H 3*	39,4	mg/l	0,40
Hydrogencarbonat	DEV-D8*	83,0	mg/l	0,5
Lithium	K-UTEC 6: 2016-04	2,58	mg/l	0,10
Strontium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,5
Cäsium	AAS*	1	mg/l	0,5
Rubidium	AES*	5,4	mg/l	0,1
Aluminium	K-UTEC 6: 2016-04	0,230	mg/l	0,049
Barium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,03
Blei	K-UTEC 6: 2016-04	3,23	mg/l	0,077
Cadmium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,006
Chrom	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,001
Cobalt	K-UTEC 6: 2016-04	0,042	mg/l	0,010
Kupfer	K-UTEC 6: 2016-04	0,216	mg/l	0,010
Nickel	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,001
Silicium	K-UTEC 6: 2016-04	0,22	mg/l	0,02
Zink	K-UTEC 6: 2016-04	8,03	mg/l	0,005
Bor	K-UTEC 6: 2016-04	92,1	mg/l	0,01
Phosphor	K-UTEC 6: 2016-04	0,860	mg/l	0,033
Quecksilber	K-UTEC 121: 2016-03	n.n.	mg/l	0,01
Bromid	intern. Verfahren*	4160	mg/l	1,0
Ammonium	K-UTEC 116: 2016-04	10,8	mg/l	0,6
Nitrat	K-UTEC 5: 2017-11	53,1	mg/l	0,2
CaSO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	0,1	g/l	
CaCl ₂	K-UTEC 126: 2016-03	0	g/l	

* nicht akkreditierter Parameter
n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze
Dim. Dimension
bezogen auf Trockensubstanz

Prüfbericht-Nr.: 21-1841-1
Betreff: Lösungsuntersuchung - 211018-01

Seite 20 von 24

Proben-Nr.: 21-1841/09 Fortsetzung

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestim.- grenze
MgSO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	47,0	g/l	
MgCl ₂	K-UTEC 126: 2016-03	412	g/l	
MgBr ₂	intern. Verfahren*	4,8	g/l	
Mg ₃ B ₈ O ₁₅	intern. Verfahren*	0,42	g/l	
K ₂ SO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	n.n.	g/l	0,01
KCl	K-UTEC 126: 2016-03	8,79	g/l	
Na ₂ SO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	n.n.	g/l	0,01
NaCl	K-UTEC 126: 2016-03	9,36	g/l	
H ₂ O	K-UTEC 126: 2016-03	858	g/l	

* nicht akkreditierter Parameter
n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze
Dim. Dimension
bezogen auf Trockensubstanz

Prüfbericht-Nr.: 21-1841-1
Betreff: Lösungsuntersuchung - 211018-01

Seite 21 von 24

Probenart: Salzlösung
Proben-Nr.: 21-1841/10
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
P750059

Probenbez.: P750059

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestim.- grenze
Dichte (vor Ort)	intern. Verfahren*	1,3	g/cm ³	
Temperatur (vor Ort)	intern. Verfahren*	32,1	°C	
Dichte (Labor)	DEV-C 9*	1,305	g/cm ³	
Temperatur (Labor)	DIN 38 404-C 4*	22	°C	
pH-Wert	K-UTEC 108: 2016-03	6,25	-	
Natrium	K-UTEC 110: 2016-03	8430	mg/l	5
Kalium	K-UTEC 110: 2016-03	17100	mg/l	7
Magnesium	K-UTEC 112: 2016-03	94300	mg/l	10
Calcium	K-UTEC 6: 2016-04	50,2	mg/l	1,0
Chlorid	K-UTEC 114: 2016-03	279000	mg/l	30
Sulfat	K-UTEC 104: 2016-04	29300	mg/l	10
Mangan	K-UTEC 6: 2016-04	16,3	mg/l	1,0
Eisen	DIN 38406-E1 *	0,82	mg/l	0,60
Eisen (II)	DIN 38406-E1 *	n.n.	mg/l	0,6
Eisen-III	DIN 38406-E1 *	n.n.	mg/l	0,6
Carbonat	DIN ISO 10693*	n.n.	mg/l	0,5
CO ₂	DIN EN 1484-H 3*	75,0	mg/l	0,40
Hydrogencarbonat	DEV-D8*	160	mg/l	0,5
Lithium	K-UTEC 6: 2016-04	54,7	mg/l	0,1
Strontium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,5
Cäsium	AAS*	1,7	mg/l	0,5
Rubidium	AES*	28,5	mg/l	0,1
Aluminium	K-UTEC 6: 2016-04	0,220	mg/l	0,049
Barium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,03
Blei	K-UTEC 6: 2016-04	3,77	mg/l	0,077
Cadmium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,006
Chrom	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,001
Cobalt	K-UTEC 6: 2016-04	0,038	mg/l	0,010
Kupfer	K-UTEC 6: 2016-04	0,153	mg/l	0,010
Nickel	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,001
Silicium	K-UTEC 6: 2016-04	0,36	mg/l	0,02
Zink	K-UTEC 6: 2016-04	6,36	mg/l	0,005
Bor	K-UTEC 6: 2016-04	323	mg/l	0,01
Phosphor	K-UTEC 6: 2016-04	1,29	mg/l	0,033
Quecksilber	K-UTEC 121: 2016-03	n.n.	mg/l	0,01
Bromid	intern. Verfahren*	4030	mg/l	1,0
Ammonium	K-UTEC 116: 2016-04	93,1	mg/l	0,6
Nitrat	K-UTEC 5: 2017-11	45,5	mg/l	0,2
CaSO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	0,17	g/l	
CaCl ₂	K-UTEC 126: 2016-03	0	g/l	

* nicht akkreditierter Parameter
n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze
Dim. Dimension
bezogen auf Trockensubstanz

Prüfbericht-Nr.: 21-1841-1
Betreff: Lösungsuntersuchung - 211018-01

Seite 22 von 24

Proben-Nr.: 21-1841/10 Fortsetzung

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestim.- grenze
MgSO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	36,6	g/l	
MgCl ₂	K-UTEC 126: 2016-03	337	g/l	
MgBr ₂	intern. Verfahren*	4,64	g/l	
Mg ₃ B ₈ O ₁₅	intern. Verfahren*	1,49	g/l	
K ₂ SO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	n.n.	g/l	0,01
KCl	K-UTEC 126: 2016-03	32,6	g/l	
Na ₂ SO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	n.n.	g/l	0,01
NaCl	K-UTEC 126: 2016-03	21,4	g/l	
H ₂ O	K-UTEC 126: 2016-03	871	g/l	

* nicht akkreditierter Parameter
n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze
Dim. Dimension
bezogen auf Trockensubstanz

Prüfbericht-Nr.: 21-1841-1
Betreff: Lösungsuntersuchung - 211018-01

Seite 23 von 24

Probenart: Salzlösung
Proben-Nr.: 21-1841/11
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
P750039

Probenbez.: P750039

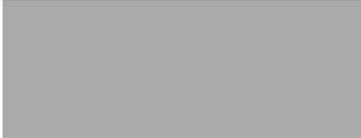
Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestim.- grenze
Dichte (vor Ort)	intern. Verfahren*	1,331	g/cm ³	
Temperatur (vor Ort)	intern. Verfahren*	28,6	°C	
Dichte (Labor)	DEV-C 9*	1,330	g/cm ³	
Temperatur (Labor)	DIN 38 404-C 4*	22	°C	
pH-Wert	K-UTEC 108: 2016-03	5,84	-	
Natrium	K-UTEC 110: 2016-03	3430	mg/l	5
Kalium	K-UTEC 110: 2016-03	3400	mg/l	7
Magnesium	K-UTEC 112: 2016-03	114000	mg/l	10
Calcium	K-UTEC 6: 2016-04	36,3	mg/l	1,0
Chlorid	K-UTEC 114: 2016-03	312000	mg/l	30
Sulfat	K-UTEC 104: 2016-04	35000	mg/l	10
Mangan	K-UTEC 6: 2016-04	9,55	mg/l	1,00
Eisen	DIN 38406-E1 *	n.n.	mg/l	0,6
Eisen (II)	DIN 38406-E1 *	n.n.	mg/l	0,6
Eisen-III	DIN 38406-E1 *	n.n.	mg/l	0,6
Carbonat	DIN ISO 10693*	n.n.	mg/l	0,5
CO ₂	DIN EN 1484-H 3*	114	mg/l	0,40
Hydrogencarbonat	DEV-D8*	95,3	mg/l	0,5
Lithium	K-UTEC 6: 2016-04	3,41	mg/l	0,10
Strontium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,5
Cäsium	AAS*	0,9	mg/l	0,5
Rubidium	AES*	3,0	mg/l	0,1
Aluminium	K-UTEC 6: 2016-04	0,200	mg/l	0,049
Barium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,03
Blei	K-UTEC 6: 2016-04	1,59	mg/l	0,077
Cadmium	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,006
Chrom	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,001
Cobalt	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,01
Kupfer	K-UTEC 6: 2016-04	0,227	mg/l	0,010
Nickel	K-UTEC 6: 2016-04	n.n.	mg/l	0,001
Silicium	K-UTEC 6: 2016-04	0,22	mg/l	0,02
Zink	K-UTEC 6: 2016-04	6,51	mg/l	0,005
Bor	K-UTEC 6: 2016-04	92,4	mg/l	0,01
Phosphor	K-UTEC 6: 2016-04	1,62	mg/l	0,033
Quecksilber	K-UTEC 121: 2016-03	n.n.	mg/l	0,01
Bromid	intern. Verfahren*	4430	mg/l	1,0
Ammonium	K-UTEC 116: 2016-04	7,94	mg/l	0,60
Nitrat	K-UTEC 5: 2017-11	63,1	mg/l	0,2

* nicht akkreditierter Parameter
n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze
Dim. Dimension
bezogen auf Trockensubstanz

Prüfbericht-Nr.: 21-1841-1
Betreff: Lösungsuntersuchung - 211018-01

Seite 24 von 24

Sondershausen, den 17.11.2021



Laborleiter

Anlage: 2 zus. PB, Jänecke-Diag.(3 S.)

Chemisch-physikalische Analytik

K-UTEC AG Salt Technologies
Am Petersenschacht 7
99706 Sondershausen

Tel.: (03632)61 01 50
Fax.: (03632)61 01 05
E-Mail: cpa@k-utec.de

Prüfbericht

21-1841-1

Hier: Massenkonzentrationen

Auftrag: Lösungsuntersuchung - 211018-01
Auftraggeber: IAF-Radioökologie GmbH

Wilhelm-Rönsch-Straße 9
01454 Radeberg

Probeneingang: 26.10.2021
Probennahme: Auftraggeber
Entnahmeort:
Entnahmedatum:
Probenanzahl: 11
Prüfzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021

Proben-Nr.	Probentext
21-1841/01	P750040
21-1841/02	P750148
21-1841/03	P750153
21-1841/04	P750154
21-1841/05	P750177
21-1841/06	P750185
21-1841/07	P750189
21-1841/08	L800004
21-1841/09	L800005
21-1841/10	P750059
21-1841/11	P750039

Dieser Prüfbericht darf ohne Genehmigung der K-UTEC AG nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände (DIN EN ISO/IEC 17025)

Prüfbericht-Nr.: 21-1841-1
Betreff: Lösungsuntersuchung

Probenart: Salzlösung Probenbez.: P750040
Proben-Nr.: 21-1841/01
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
P750040

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestimm.- grenze
Natrium	K-UTEC 110: 2016-03	0,22	g/100g	0,00037
Kalium	K-UTEC 110: 2016-03	0,23	g/100g	0,00052
Magnesium	K-UTEC 112: 2016-03	8,87	g/100g	0,00074
Calcium	K-UTEC 6: 2016-04	0,0024	g/100g	0,00007
Chlorid	K-UTEC 114: 2016-03	24,32	g/100g	0,00222
Sulfat	K-UTEC 104: 2016-04	2,77	g/100g	0,00074
Mangan	K-UTEC 6: 2016-04	7,61	µg/g	0,74
Eisen	DIN 38406-E1*	0,65	µg/g	0,44
Eisen (II)	DIN 38406-E1*	n. n.	µg/g	0,44
Eisen-III	DIN 38406-E1*	n. n.	µg/g	0,44
Carbonat	DIN ISO 10693*	n. n.	g/100g	0,00004
CO ₂	DIN EN 1484-H 3*	0,0061	g/100g	0,00003
Hydrogencarbonat	DEV-D8*	0,0022	g/100g	0,00004
Lithium	K-UTEC 6: 2016-04	1,88	µg/g	0,07
Strontium	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,37
Cäsium	AAS*	1,03	µg/g	0,37
Rubidium	AES*	2,66	µg/g	0,07
Aluminium	K-UTEC 6: 2016-04	0,14	µg/g	0,04
Barium	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,02
Blei	K-UTEC 6: 2016-04	1,63	µg/g	0,06
Cadmium	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,004
Chrom	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,001
Cobalt	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,01
Kupfer	K-UTEC 6: 2016-04	0,38	µg/g	0,01
Nickel	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,00
Silicium	K-UTEC 6: 2016-04	0,37	µg/g	0,01
Zink	K-UTEC 6: 2016-04	32,59	µg/g	0,004
Bor	K-UTEC 6: 2016-04	82,78	µg/g	0,01
Phosphor	K-UTEC 6: 2016-04	0,89	µg/g	0,02
Quecksilber	K-UTEC 121: 2016-03	n. n.	µg/g	0,01
Bromid	intern. Verfahren*	0,342	g/100g	0,00007
Ammonium	K-UTEC 116: 2016-04	0,0002	g/100g	0,00004
Nitrat	K-UTEC 5: 2017-11	0,0035	g/100g	0,00001

Prüfbericht-Nr.: 21-1841-1
Betreff: Lösungsuntersuchung

Probenart: Salzlösung Probenbez.: P750148
Proben-Nr.: 21-1841/02
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
P750148

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestimm.- grenze
Natrium	K-UTEC 110: 2016-03	0,49	g/100g	0,00039
Kalium	K-UTEC 110: 2016-03	0,81	g/100g	0,00055
Magnesium	K-UTEC 112: 2016-03	7,67	g/100g	0,00079
Calcium	K-UTEC 6: 2016-04	0,0022	g/100g	0,00008
Chlorid	K-UTEC 114: 2016-03	21,88	g/100g	0,00236
Sulfat	K-UTEC 104: 2016-04	2,37	g/100g	0,00079
Mangan	K-UTEC 6: 2016-04	6,66	µg/g	0,79
Eisen	DIN 38406-E1*	0,46	µg/g	0,47
Eisen (II)	DIN 38406-E1*	n. n.	µg/g	0,47
Eisen-III	DIN 38406-E1*	n. n.	µg/g	0,47
Carbonat	DIN ISO 10693*	n. n.	g/100g	0,00004
CO ₂	DIN EN 1484-H 3*	0,0146	g/100g	0,00003
Hydrogencarbonat	DEV-D8*	0,0084	g/100g	0,00004
Lithium	K-UTEC 6: 2016-04	1,85	µg/g	0,08
Strontium	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,39
Cäsium	AAS*	1,06	µg/g	0,39
Rubidium	AES*	17,33	µg/g	0,08
Aluminium	K-UTEC 6: 2016-04	0,13	µg/g	0,04
Barium	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,02
Blei	K-UTEC 6: 2016-04	1,56	µg/g	0,06
Cadmium	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,005
Chrom	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,001
Cobalt	K-UTEC 6: 2016-04	0,03	µg/g	0,01
Kupfer	K-UTEC 6: 2016-04	0,08	µg/g	0,01
Nickel	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,00
Silicium	K-UTEC 6: 2016-04	0,27	µg/g	0,02
Zink	K-UTEC 6: 2016-04	2,93	µg/g	0,004
Bor	K-UTEC 6: 2016-04	59,80	µg/g	0,01
Phosphor	K-UTEC 6: 2016-04	1,12	µg/g	0,03
Quecksilber	K-UTEC 121: 2016-03	n. n.	µg/g	0,01
Bromid	intern. Verfahren*	0,286	g/100g	0,00008
Ammonium	K-UTEC 116: 2016-04	0,00159	g/100g	0,00005
Nitrat	K-UTEC 5: 2017-11	0,0037	g/100g	0,00002

Prüfbericht-Nr.: 21-1841-1
Betreff: Lösungsuntersuchung

Probenart: Salzlösung Probenbez.: P750153
Proben-Nr.: 21-1841/03
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
P750153

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestimm.- grenze
Natrium	K-U-TEC 110: 2016-03	0,47	g/100g	0,00039
Kalium	K-U-TEC 110: 2016-03	0,91	g/100g	0,00055
Magnesium	K-U-TEC 112: 2016-03	6,85	g/100g	0,00079
Calcium	K-U-TEC 6: 2016-04	0,0026	g/100g	0,00008
Chlorid	K-U-TEC 114: 2016-03	19,83	g/100g	0,00236
Sulfat	K-U-TEC 104: 2016-04	2,09	g/100g	0,00079
Mangan	K-U-TEC 6: 2016-04	3,62	µg/g	0,79
Eisen	DIN 38406-E1*	17,56	µg/g	0,47
Eisen (II)	DIN 38406-E1*	2,48	µg/g	0,47
Eisen-III	DIN 38406-E1*	15,07	µg/g	0,47
Carbonat	DIN ISO 10693*	n. n.	g/100g	0,00004
CO ₂	DIN EN 1484-H 3*	0,0037	g/100g	0,00003
Hydrogencarbonat	DEV-D8*	0,0040	g/100g	0,00004
Lithium	K-U-TEC 6: 2016-04	3,28	µg/g	0,08
Strontium	K-U-TEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,39
Cäsium	AAS*	0,78	µg/g	0,39
Rubidium	AES*	13,66	µg/g	0,08
Aluminium	K-U-TEC 6: 2016-04	0,81	µg/g	0,04
Barium	K-U-TEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,02
Blei	K-U-TEC 6: 2016-04	2,83	µg/g	0,06
Cadmium	K-U-TEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,005
Chrom	K-U-TEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,001
Cobalt	K-U-TEC 6: 2016-04	0,04	µg/g	0,01
Kupfer	K-U-TEC 6: 2016-04	0,67	µg/g	0,01
Nickel	K-U-TEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,00
Silicium	K-U-TEC 6: 2016-04	0,72	µg/g	0,02
Zink	K-U-TEC 6: 2016-04	7,81	µg/g	0,004
Bor	K-U-TEC 6: 2016-04	77,91	µg/g	0,01
Phosphor	K-U-TEC 6: 2016-04	0,76	µg/g	0,03
Quecksilber	K-U-TEC 121: 2016-03	n. n.	µg/g	0,01
Bromid	intern. Verfahren*	0,325	g/100g	0,00008
Ammonium	K-U-TEC 116: 2016-04	0,00062	g/100g	0,00005
Nitrat	K-U-TEC 5: 2017-11	0,0034	g/100g	0,00002

Prüfbericht-Nr.: 21-1841-1
Betreff: Lösungsuntersuchung

Probenart: Salzlösung Probenbez.: P750154
Proben-Nr.: 21-1841/04
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
P750154

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestimm.- grenze
Natrium	K-UITEC 110: 2016-03	0,59	g/100g	0,00039
Kalium	K-UITEC 110: 2016-03	1,25	g/100g	0,00055
Magnesium	K-UITEC 112: 2016-03	7,47	g/100g	0,00079
Calcium	K-UITEC 6: 2016-04	0,0021	g/100g	0,00008
Chlorid	K-UITEC 114: 2016-03	21,57	g/100g	0,00236
Sulfat	K-UITEC 104: 2016-04	2,87	g/100g	0,00079
Mangan	K-UITEC 6: 2016-04	2,86	µg/g	0,79
Eisen	DIN 38406-E1*	0,66	µg/g	0,47
Eisen (II)	DIN 38406-E1*	n. n.	µg/g	0,47
Eisen-III	DIN 38406-E1*	n. n.	µg/g	0,47
Carbonat	DIN ISO 10693*	n. n.	g/100g	0,00004
CO ₂	DIN EN 1484-H 3*	0,0077	g/100g	0,00003
Hydrogencarbonat	DEV-D8*	0,0095	g/100g	0,00004
Lithium	K-UITEC 6: 2016-04	1,72	µg/g	0,08
Strontium	K-UITEC 6: 2016-04	0,40	µg/g	0,39
Cäsium	AAS*	0,76	µg/g	0,39
Rubidium	AES*	29,27	µg/g	0,08
Aluminium	K-UITEC 6: 2016-04	0,33	µg/g	0,04
Barium	K-UITEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,02
Blei	K-UITEC 6: 2016-04	1,43	µg/g	0,06
Cadmium	K-UITEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,005
Chrom	K-UITEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,001
Cobalt	K-UITEC 6: 2016-04	0,04	µg/g	0,01
Kupfer	K-UITEC 6: 2016-04	0,32	µg/g	0,01
Nickel	K-UITEC 6: 2016-04	0,02	µg/g	0,00
Silicium	K-UITEC 6: 2016-04	0,18	µg/g	0,02
Zink	K-UITEC 6: 2016-04	2,29	µg/g	0,004
Bor	K-UITEC 6: 2016-04	54,95	µg/g	0,01
Phosphor	K-UITEC 6: 2016-04	0,72	µg/g	0,03
Quecksilber	K-UITEC 121: 2016-03	n. n.	µg/g	0,01
Bromid	intern. Verfahren*	0,287	g/100g	0,00008
Ammonium	K-UITEC 116: 2016-04	0,00116	g/100g	0,00005
Nitrat	K-UITEC 5: 2017-11	0,0029	g/100g	0,00002

Prüfbericht-Nr.: 21-1841-1
Betreff: Lösungsuntersuchung

Probenart: Salzlösung Probenbez.: P750177
Proben-Nr.: 21-1841/05
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
P750177

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestimm.- grenze
Natrium	K-UTECH 110: 2016-03	0,39	g/100g	0,00039
Kalium	K-UTECH 110: 2016-03	0,50	g/100g	0,00055
Magnesium	K-UTECH 112: 2016-03	8,17	g/100g	0,00079
Calcium	K-UTECH 6: 2016-04	0,0020	g/100g	0,00008
Chlorid	K-UTECH 114: 2016-03	22,64	g/100g	0,00236
Sulfat	K-UTECH 104: 2016-04	2,75	g/100g	0,00079
Mangan	K-UTECH 6: 2016-04	7,18	µg/g	0,79
Eisen	DIN 38406-E1*	n. n.	µg/g	0,47
Eisen (II)	DIN 38406-E1*	n. n.	µg/g	0,47
Eisen-III	DIN 38406-E1*	n. n.	µg/g	0,47
Carbonat	DIN ISO 10693*	n. n.	g/100g	0,00004
CO ₂	DIN EN 1484-H 3*	0,0036	g/100g	0,00003
Hydrogencarbonat	DEV-D8*	0,0034	g/100g	0,00004
Lithium	K-UTECH 6: 2016-04	1,67	µg/g	0,08
Strontium	K-UTECH 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,39
Cäsium	AAS*	0,90	µg/g	0,39
Rubidium	AES*	6,45	µg/g	0,08
Aluminium	K-UTECH 6: 2016-04	0,20	µg/g	0,04
Barium	K-UTECH 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,02
Blei	K-UTECH 6: 2016-04	1,81	µg/g	0,06
Cadmium	K-UTECH 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,005
Chrom	K-UTECH 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,001
Cobalt	K-UTECH 6: 2016-04	0,03	µg/g	0,01
Kupfer	K-UTECH 6: 2016-04	0,08	µg/g	0,01
Nickel	K-UTECH 6: 2016-04	0,01	µg/g	0,00
Silicium	K-UTECH 6: 2016-04	0,27	µg/g	0,02
Zink	K-UTECH 6: 2016-04	2,96	µg/g	0,004
Bor	K-UTECH 6: 2016-04	74,66	µg/g	0,01
Phosphor	K-UTECH 6: 2016-04	0,93	µg/g	0,03
Quecksilber	K-UTECH 121: 2016-03	n. n.	µg/g	0,01
Bromid	intern. Verfahren*	0,307	g/100g	0,00008
Ammonium	K-UTECH 116: 2016-04	0,00086	g/100g	0,00005
Nitrat	K-UTECH 5: 2017-11	0,0032	g/100g	0,00002

Prüfbericht-Nr.: 21-1841-1
Betreff: Lösungsuntersuchung

Probenart: Salzlösung Probenbez.: P750185
Proben-Nr.: 21-1841/06
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
P750185

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestimm.- grenze
Natrium	K-UTECH 110: 2016-03	0,53	g/100g	0,00039
Kalium	K-UTECH 110: 2016-03	1,03	g/100g	0,00055
Magnesium	K-UTECH 112: 2016-03	7,59	g/100g	0,00079
Calcium	K-UTECH 6: 2016-04	0,0023	g/100g	0,00008
Chlorid	K-UTECH 114: 2016-03	22,15	g/100g	0,00236
Sulfat	K-UTECH 104: 2016-04	2,16	g/100g	0,00079
Mangan	K-UTECH 6: 2016-04	17,08	µg/g	0,79
Eisen	DIN 38406-E1*	3,25	µg/g	0,47
Eisen (II)	DIN 38406-E1*	0,69	µg/g	0,47
Eisen-III	DIN 38406-E1*	2,55	µg/g	0,47
Carbonat	DIN ISO 10693*	n. n.	g/100g	0,00004
CO ₂	DIN EN 1484-H 3*	0,0019	g/100g	0,00003
Hydrogencarbonat	DEV-D8*	0,0007	g/100g	0,00004
Lithium	K-UTECH 6: 2016-04	5,90	µg/g	0,08
Strontium	K-UTECH 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,39
Cäsium	AAS*	0,77	µg/g	0,39
Rubidium	AES*	15,62	µg/g	0,08
Aluminium	K-UTECH 6: 2016-04	0,19	µg/g	0,04
Barium	K-UTECH 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,02
Blei	K-UTECH 6: 2016-04	9,46	µg/g	0,06
Cadmium	K-UTECH 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,005
Chrom	K-UTECH 6: 2016-04	0,01	µg/g	0,001
Cobalt	K-UTECH 6: 2016-04	0,08	µg/g	0,01
Kupfer	K-UTECH 6: 2016-04	0,71	µg/g	0,01
Nickel	K-UTECH 6: 2016-04	0,01	µg/g	0,00
Silicium	K-UTECH 6: 2016-04	0,34	µg/g	0,02
Zink	K-UTECH 6: 2016-04	9,08	µg/g	0,004
Bor	K-UTECH 6: 2016-04	101,54	µg/g	0,01
Phosphor	K-UTECH 6: 2016-04	0,88	µg/g	0,03
Quecksilber	K-UTECH 121: 2016-03	0,01	µg/g	0,01
Bromid	intern. Verfahren*	0,315	g/100g	0,00008
Ammonium	K-UTECH 116: 2016-04	0,00300	g/100g	0,00005
Nitrat	K-UTECH 5: 2017-11	0,0048	g/100g	0,00002

Prüfbericht-Nr.: 21-1841-1
Betreff: Lösungsuntersuchung

Probenart: Salzlösung Probenbez.: P750189
Proben-Nr.: 21-1841/07
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
P750189

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestimm.- grenze
Natrium	K-UITEC 110: 2016-03	0,60	g/100g	0,00039
Kalium	K-UITEC 110: 2016-03	1,24	g/100g	0,00055
Magnesium	K-UITEC 112: 2016-03	7,55	g/100g	0,00079
Calcium	K-UITEC 6: 2016-04	0,0022	g/100g	0,00008
Chlorid	K-UITEC 114: 2016-03	22,25	g/100g	0,00236
Sulfat	K-UITEC 104: 2016-04	2,26	g/100g	0,00079
Mangan	K-UITEC 6: 2016-04	14,68	µg/g	0,79
Eisen	DIN 38406-E1*	n. n.	µg/g	0,47
Eisen (II)	DIN 38406-E1*	n. n.	µg/g	0,47
Eisen-III	DIN 38406-E1*	n. n.	µg/g	0,47
Carbonat	DIN ISO 10693*	n. n.	g/100g	0,00004
CO ₂	DIN EN 1484-H 3*	0,0049	g/100g	0,00003
Hydrogencarbonat	DEV-D8*	0,0049	g/100g	0,00004
Lithium	K-UITEC 6: 2016-04	2,84	µg/g	0,08
Strontium	K-UITEC 6: 2016-04	0,42	µg/g	0,39
Cäsium	AAS*	0,92	µg/g	0,39
Rubidium	AES*	22,94	µg/g	0,08
Aluminium	K-UITEC 6: 2016-04	0,28	µg/g	0,04
Barium	K-UITEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,02
Blei	K-UITEC 6: 2016-04	3,81	µg/g	0,06
Cadmium	K-UITEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,005
Chrom	K-UITEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,001
Cobalt	K-UITEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,01
Kupfer	K-UITEC 6: 2016-04	0,06	µg/g	0,01
Nickel	K-UITEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,00
Silicium	K-UITEC 6: 2016-04	0,11	µg/g	0,02
Zink	K-UITEC 6: 2016-04	3,71	µg/g	0,004
Bor	K-UITEC 6: 2016-04	75,08	µg/g	0,01
Phosphor	K-UITEC 6: 2016-04	0,85	µg/g	0,03
Quecksilber	K-UITEC 121: 2016-03	n. n.	µg/g	0,01
Bromid	intern. Verfahren*	0,293	g/100g	0,00008
Ammonium	K-UITEC 116: 2016-04	0,00237	g/100g	0,00005
Nitrat	K-UITEC 5: 2017-11	0,0027	g/100g	0,00002

Prüfbericht-Nr.: 21-1841-1
Betreff: Lösungsuntersuchung

Probenart: Salzlösung Probenbez.: L800004
Proben-Nr.: 21-1841/08
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
L800004

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestimm.- grenze
Natrium	K-UTEC 110: 2016-03	0,13	g/100g	0,00039
Kalium	K-UTEC 110: 2016-03	0,11	g/100g	0,00055
Magnesium	K-UTEC 112: 2016-03	10,07	g/100g	0,00079
Calcium	K-UTEC 6: 2016-04	0,0024	g/100g	0,00008
Chlorid	K-UTEC 114: 2016-03	27,15	g/100g	0,00236
Sulfat	K-UTEC 104: 2016-04	3,16	g/100g	0,00079
Mangan	K-UTEC 6: 2016-04	20,29	µg/g	0,79
Eisen	DIN 38406-E1*	3,29	µg/g	0,47
Eisen (II)	DIN 38406-E1*	1,28	µg/g	0,47
Eisen-III	DIN 38406-E1*	2,01	µg/g	0,47
Carbonat	DIN ISO 10693*	n. n.	g/100g	0,00004
CO ₂	DIN EN 1484-H 3*	0,0034	g/100g	0,00003
Hydrogencarbonat	DEV-D8*	0,0006	g/100g	0,00004
Lithium	K-UTEC 6: 2016-04	50,51	µg/g	0,08
Strontium	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,39
Cäsium	AAS*	0,88	µg/g	0,39
Rubidium	AES*	0,29	µg/g	0,08
Aluminium	K-UTEC 6: 2016-04	0,25	µg/g	0,04
Barium	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,02
Blei	K-UTEC 6: 2016-04	3,00	µg/g	0,06
Cadmium	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,005
Chrom	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,001
Cobalt	K-UTEC 6: 2016-04	0,06	µg/g	0,01
Kupfer	K-UTEC 6: 2016-04	1,36	µg/g	0,01
Nickel	K-UTEC 6: 2016-04	0,02	µg/g	0,00
Silicium	K-UTEC 6: 2016-04	0,22	µg/g	0,02
Zink	K-UTEC 6: 2016-04	26,13	µg/g	0,004
Bor	K-UTEC 6: 2016-04	321,17	µg/g	0,01
Phosphor	K-UTEC 6: 2016-04	2,39	µg/g	0,03
Quecksilber	K-UTEC 121: 2016-03	n. n.	µg/g	0,01
Bromid	intern. Verfahren*	0,469	g/100g	0,00008
Ammonium	K-UTEC 116: 2016-04	0,00026	g/100g	0,00005
Nitrat	K-UTEC 5: 2017-11	0,0064	g/100g	0,00002

Prüfbericht-Nr.: 21-1841-1
Betreff: Lösungsuntersuchung

Probenart: Salzlösung Probenbez.: L800005
Proben-Nr.: 21-1841/09
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
L800005

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestimm.- grenze
Natrium	K-UTEC 110: 2016-03	0,27	g/100g	0,00039
Kalium	K-UTEC 110: 2016-03	0,34	g/100g	0,00055
Magnesium	K-UTEC 112: 2016-03	8,58	g/100g	0,00079
Calcium	K-UTEC 6: 2016-04	0,0021	g/100g	0,00008
Chlorid	K-UTEC 114: 2016-03	23,64	g/100g	0,00236
Sulfat	K-UTEC 104: 2016-04	2,80	g/100g	0,00079
Mangan	K-UTEC 6: 2016-04	1,82	µg/g	0,79
Eisen	DIN 38406-E1*	n. n.	µg/g	0,47
Eisen (II)	DIN 38406-E1*	n. n.	µg/g	0,47
Eisen-III	DIN 38406-E1*	n. n.	µg/g	0,47
Carbonat	DIN ISO 10693*	n. n.	g/100g	0,00004
CO ₂	DIN EN 1484-H 3*	0,0029	g/100g	0,00003
Hydrogencarbonat	DEV-D8*	0,0062	g/100g	0,00004
Lithium	K-UTEC 6: 2016-04	1,92	µg/g	0,08
Strontium	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,39
Cäsium	AAS*	0,75	µg/g	0,39
Rubidium	AES*	4,03	µg/g	0,08
Aluminium	K-UTEC 6: 2016-04	0,17	µg/g	0,04
Barium	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,02
Blei	K-UTEC 6: 2016-04	2,41	µg/g	0,06
Cadmium	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,005
Chrom	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,001
Cobalt	K-UTEC 6: 2016-04	0,03	µg/g	0,01
Kupfer	K-UTEC 6: 2016-04	0,16	µg/g	0,01
Nickel	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,00
Silicium	K-UTEC 6: 2016-04	0,16	µg/g	0,02
Zink	K-UTEC 6: 2016-04	5,99	µg/g	0,004
Bor	K-UTEC 6: 2016-04	68,68	µg/g	0,01
Phosphor	K-UTEC 6: 2016-04	0,64	µg/g	0,03
Quecksilber	K-UTEC 121: 2016-03	n. n.	µg/g	0,01
Bromid	intern. Verfahren*	0,310	g/100g	0,00008
Ammonium	K-UTEC 116: 2016-04	0,00081	g/100g	0,00005
Nitrat	K-UTEC 5: 2017-11	0,0040	g/100g	0,00002

Prüfbericht-Nr.: 21-1841-1
Betreff: Lösungsuntersuchung

Probenart: Salzlösung Probenbez.: P750059
Proben-Nr.: 21-1841/10
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
P750059

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestimm.- grenze
Natrium	K-UTEC 110: 2016-03	0,65	g/100g	0,00039
Kalium	K-UTEC 110: 2016-03	1,31	g/100g	0,00055
Magnesium	K-UTEC 112: 2016-03	7,23	g/100g	0,00079
Calcium	K-UTEC 6: 2016-04	0,0038	g/100g	0,00008
Chlorid	K-UTEC 114: 2016-03	21,38	g/100g	0,00236
Sulfat	K-UTEC 104: 2016-04	2,25	g/100g	0,00079
Mangan	K-UTEC 6: 2016-04	12,49	µg/g	0,79
Eisen	DIN 38406-E1*	0,63	µg/g	0,47
Eisen (II)	DIN 38406-E1*	n. n.	µg/g	0,47
Eisen-III	DIN 38406-E1*	n. n.	µg/g	0,47
Carbonat	DIN ISO 10693*	n. n.	g/100g	0,00004
CO ₂	DIN EN 1484-H 3*	0,0057	g/100g	0,00003
Hydrogencarbonat	DEV-D8*	0,0123	g/100g	0,00004
Lithium	K-UTEC 6: 2016-04	41,92	µg/g	0,08
Strontium	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,39
Cäsium	AAS*	1,30	µg/g	0,39
Rubidium	AES*	21,84	µg/g	0,08
Aluminium	K-UTEC 6: 2016-04	0,17	µg/g	0,04
Barium	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,02
Blei	K-UTEC 6: 2016-04	2,89	µg/g	0,06
Cadmium	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,005
Chrom	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,001
Cobalt	K-UTEC 6: 2016-04	0,03	µg/g	0,01
Kupfer	K-UTEC 6: 2016-04	0,12	µg/g	0,01
Nickel	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,00
Silicium	K-UTEC 6: 2016-04	0,28	µg/g	0,02
Zink	K-UTEC 6: 2016-04	4,87	µg/g	0,004
Bor	K-UTEC 6: 2016-04	247,51	µg/g	0,01
Phosphor	K-UTEC 6: 2016-04	0,99	µg/g	0,03
Quecksilber	K-UTEC 121: 2016-03	n. n.	µg/g	0,01
Bromid	intern. Verfahren*	0,309	g/100g	0,00008
Ammonium	K-UTEC 116: 2016-04	0,00713	g/100g	0,00005
Nitrat	K-UTEC 5: 2017-11	0,0035	g/100g	0,00002

Prüfbericht-Nr.: 21-1841-1
Betreff: Lösungsuntersuchung

Probenart: Salzlösung Probenbez.: P750039
Proben-Nr.: 21-1841/11
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
P750039

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestimm.- grenze
Natrium	K-UITEC 110: 2016-03	0,26	g/100g	0,00039
Kalium	K-UITEC 110: 2016-03	0,26	g/100g	0,00055
Magnesium	K-UITEC 112: 2016-03	8,57	g/100g	0,00079
Calcium	K-UITEC 6: 2016-04	0,0027	g/100g	0,00008
Chlorid	K-UITEC 114: 2016-03	23,46	g/100g	0,00236
Sulfat	K-UITEC 104: 2016-04	2,63	g/100g	0,00079
Mangan	K-UITEC 6: 2016-04	7,18	µg/g	0,79
Eisen	DIN 38406-E1*	n. n.	µg/g	0,47
Eisen (II)	DIN 38406-E1*	n. n.	µg/g	0,47
Eisen-III	DIN 38406-E1*	n. n.	µg/g	0,47
Carbonat	DIN ISO 10693*	n. n.	g/100g	0,00004
CO ₂	DIN EN 1484-H 3*	0,0086	g/100g	0,00003
Hydrogencarbonat	DEV-D8*	0,0072	g/100g	0,00004
Lithium	K-UITEC 6: 2016-04	2,56	µg/g	0,08
Strontium	K-UITEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,39
Cäsium	AAS*	0,68	µg/g	0,39
Rubidium	AES*	2,26	µg/g	0,08
Aluminium	K-UITEC 6: 2016-04	0,15	µg/g	0,04
Barium	K-UITEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,02
Blei	K-UITEC 6: 2016-04	1,20	µg/g	0,06
Cadmium	K-UITEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,005
Chrom	K-UITEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,001
Cobalt	K-UITEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,01
Kupfer	K-UITEC 6: 2016-04	0,17	µg/g	0,01
Nickel	K-UITEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,00
Silicium	K-UITEC 6: 2016-04	0,17	µg/g	0,02
Zink	K-UITEC 6: 2016-04	4,89	µg/g	0,004
Bor	K-UITEC 6: 2016-04	69,47	µg/g	0,01
Phosphor	K-UITEC 6: 2016-04	1,22	µg/g	0,03
Quecksilber	K-UITEC 121: 2016-03	n. n.	µg/g	0,01
Bromid	intern. Verfahren*	0,333	g/100g	0,00008
Ammonium	K-UITEC 116: 2016-04	0,00060	g/100g	0,00005
Nitrat	K-UITEC 5: 2017-11	0,0047	g/100g	0,00002

Sondershausen, den 17.11.2021


Laborleiter

* nicht akkreditierte Parameter

n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze

Dim Dimension

TS bezogen auf Trockensubstanz

Chemisch-physikalische Analytik

K-UTEC AG Salt Technologies
Am Petersenschacht 7
99706 Sondershausen

Tel.: (03632)61 01 50
Fax.: (03632)61 01 05
E-Mail: cpa@k-utec.de

Prüfbericht

21-1841-1

Hier: Stoffmengenkonzentrationen und Ionenbilanzierung

Auftrag: Lösungsuntersuchung - 211018-01
Auftraggeber: IAF-Radioökologie GmbH

Wilhelm-Rönsch-Straße 9
01454 Radeberg

Probeneingang: 26.10.2021
Probennahme: Auftraggeber
Entnahmeort:
Entnahmedatum:
Probenanzahl: 11
Prüfzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021

Proben-Nr.	Probentext
21-1841/01	P750040
21-1841/02	P750148
21-1841/03	P750153
21-1841/04	P750154
21-1841/05	P750177
21-1841/06	P750185
21-1841/07	P750189
21-1841/08	L800004
21-1841/09	L800005
21-1841/10	P750059
21-1841/11	P750039

Dieser Prüfbericht darf ohne Genehmigung der K-UTEC AG nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände (DIN EN ISO/IEC 17025)

Prüfbericht-Nr.: 21-1841-1
Betreff: Lösungsuntersuchung

Probenart: Salzlösung Probenbez.: P750040
Proben-Nr.: 21-1841/01
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
P750040

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestimm.- grenze
Natrium	K-UTECH 110: 2016-03	2,36	mol/kmol H ₂ O	0,0039
Kalium	K-UTECH 110: 2016-03	1,46	mol/kmol H ₂ O	0,0032
Magnesium	K-UTECH 112: 2016-03	88,95	mol/kmol H ₂ O	0,0074
Calcium	K-UTECH 6: 2016-04	0,015	mol/kmol H ₂ O	0,0004
Chlorid	K-UTECH 114: 2016-03	167,18	mol/kmol H ₂ O	0,0152
Sulfat	K-UTECH 104: 2016-04	7,03	mol/kmol H ₂ O	0,0019

Ionenbilanzierung

DIN 38402-A62:2014-12*

Na ⁺	131	mmol/l (eq)
K ⁺	81	mmol/l (eq)
Mg ²⁺	9875	mmol/l (eq)
Ca ²⁺	1,62	mmol/l (eq)
Σ Kationenäquivalente	10088	mmol/l (eq)
Cl ⁻	9280	mmol/l (eq)
SO ₄ ²⁻	781	mmol/l (eq)
HCO ₃ ⁻	0,50	mmol/l (eq)
Br ⁻	57,94	mmol/l (eq)
B ₈ O ₁₅ ⁶⁻	7,77	mmol/l (eq)
Σ Anionenäquivalente	10127	mmol/l (eq)
Relative Abweichung	-0,38	%

Prüfbericht-Nr.: 21-1841-1
Betreff: Lösungsuntersuchung

Probenart: Salzlösung Probenbez.: P750148
Proben-Nr.: 21-1841/02
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
P750148

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestimm.- grenze
Natrium	K-UITEC 110: 2016-03	5,02	mol/kmol H ₂ O	0,0039
Kalium	K-UITEC 110: 2016-03	4,93	mol/kmol H ₂ O	0,0032
Magnesium	K-UITEC 112: 2016-03	74,86	mol/kmol H ₂ O	0,0074
Calcium	K-UITEC 6: 2016-04	0,013	mol/kmol H ₂ O	0,0004
Chlorid	K-UITEC 114: 2016-03	146,35	mol/kmol H ₂ O	0,0152
Sulfat	K-UITEC 104: 2016-04	5,85	mol/kmol H ₂ O	0,0019

Ionenbilanzierung

DIN 38402-A62:2014-12*

Na ⁺	278	mmol/l (eq)
K ⁺	274	mmol/l (eq)
Mg ²⁺	8311	mmol/l (eq)
Ca ²⁺	1,46	mmol/l (eq)
Σ Kationenäquivalente	8865	mmol/l (eq)
Cl ⁻	8123	mmol/l (eq)
SO ₄ ²⁻	650	mmol/l (eq)
HCO ₃ ⁻	1,82	mmol/l (eq)
Br ⁻	47,06	mmol/l (eq)
B ₈ O ₁₅ ⁶⁻	5,46	mmol/l (eq)
Σ Anionenäquivalente	8827	mmol/l (eq)
Relative Abweichung	0,42	%

Prüfbericht-Nr.: 21-1841-1
Betreff: Lösungsuntersuchung

Probenart: Salzlösung Probenbez.: P750153
Proben-Nr.: 21-1841/03
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
P750153

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestimm.- grenze
Natrium	K-UTECH 110: 2016-03	4,68	mol/kmol H ₂ O	0,0039
Kalium	K-UTECH 110: 2016-03	5,39	mol/kmol H ₂ O	0,0032
Magnesium	K-UTECH 112: 2016-03	65,08	mol/kmol H ₂ O	0,0074
Calcium	K-UTECH 6: 2016-04	0,015	mol/kmol H ₂ O	0,0004
Chlorid	K-UTECH 114: 2016-03	129,07	mol/kmol H ₂ O	0,0152
Sulfat	K-UTECH 104: 2016-04	5,03	mol/kmol H ₂ O	0,0019

Ionenbilanzierung

DIN 38402-A62:2014-12*

Na ⁺	260	mmol/l (eq)
K ⁺	299	mmol/l (eq)
Mg ²⁺	7225	mmol/l (eq)
Ca ²⁺	1,63	mmol/l (eq)
Σ Kationenäquivalente	7785	mmol/l (eq)
Cl ⁻	7164	mmol/l (eq)
SO ₄ ²⁻	558	mmol/l (eq)
HCO ₃ ⁻	0,83	mmol/l (eq)
Br ⁻	52,06	mmol/l (eq)
B ₈ O ₁₅ ⁶⁻	6,92	mmol/l (eq)
Σ Anionenäquivalente	7782	mmol/l (eq)
Relative Abweichung	0,04	%

Prüfbericht-Nr.: 21-1841-1
Betreff: Lösungsuntersuchung

Probenart: Salzlösung Probenbez.: P750154
Proben-Nr.: 21-1841/04
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
P750154

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestimm.- grenze
Natrium	K-UTECH 110: 2016-03	6,08	mol/kmol H ₂ O	0,0039
Kalium	K-UTECH 110: 2016-03	7,56	mol/kmol H ₂ O	0,0032
Magnesium	K-UTECH 112: 2016-03	72,64	mol/kmol H ₂ O	0,0074
Calcium	K-UTECH 6: 2016-04	0,012	mol/kmol H ₂ O	0,0004
Chlorid	K-UTECH 114: 2016-03	143,81	mol/kmol H ₂ O	0,0152
Sulfat	K-UTECH 104: 2016-04	7,05	mol/kmol H ₂ O	0,0019

Ionenbilanzierung

DIN 38402-A62:2014-12*

Na ⁺	338	mmol/l (eq)
K ⁺	419	mmol/l (eq)
Mg ²⁺	8064	mmol/l (eq)
Ca ²⁺	1,34	mmol/l (eq)
Σ Kationenäquivalente	8823	mmol/l (eq)
Cl ⁻	7982	mmol/l (eq)
SO ₄ ²⁻	783	mmol/l (eq)
HCO ₃ ⁻	2,03	mmol/l (eq)
Br ⁻	47,06	mmol/l (eq)
B ₈ O ₁₅ ⁶⁻	5,00	mmol/l (eq)
Σ Anionenäquivalente	8819	mmol/l (eq)
Relative Abweichung	0,04	%

Prüfbericht-Nr.: 21-1841-1
Betreff: Lösungsuntersuchung

Probenart: Salzlösung Probenbez.: P750177
Proben-Nr.: 21-1841/05
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
P750177

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestimm.- grenze
Natrium	K-UTE ^C 110: 2016-03	4,03	mol/kmol H ₂ O	0,0039
Kalium	K-UTE ^C 110: 2016-03	3,05	mol/kmol H ₂ O	0,0032
Magnesium	K-UTE ^C 112: 2016-03	80,79	mol/kmol H ₂ O	0,0074
Calcium	K-UTE ^C 6: 2016-04	0,012	mol/kmol H ₂ O	0,0004
Chlorid	K-UTE ^C 114: 2016-03	153,46	mol/kmol H ₂ O	0,0152
Sulfat	K-UTE ^C 104: 2016-04	6,88	mol/kmol H ₂ O	0,0019

Ionenbilanzierung

DIN 38402-A62:2014-12*

Na ⁺	224	mmol/l (eq)
K ⁺	170	mmol/l (eq)
Mg ²⁺	8969	mmol/l (eq)
Ca ²⁺	1,31	mmol/l (eq)
Σ Kationenäquivalente	9364	mmol/l (eq)
Cl ⁻	8518	mmol/l (eq)
SO ₄ ²⁻	764	mmol/l (eq)
HCO ₃ ⁻	0,75	mmol/l (eq)
Br ⁻	51,31	mmol/l (eq)
B ₈ O ₁₅ ⁶⁻	6,91	mmol/l (eq)
Σ Anionenäquivalente	9341	mmol/l (eq)
Relative Abweichung	0,24	%

Prüfbericht-Nr.: 21-1841-1
Betreff: Lösungsuntersuchung

Probenart: Salzlösung Probenbez.: P750185
Proben-Nr.: 21-1841/06
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
P750185

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestimm.- grenze
Natrium	K-UTECH 110: 2016-03	5,44	mol/kmol H ₂ O	0,0039
Kalium	K-UTECH 110: 2016-03	6,17	mol/kmol H ₂ O	0,0032
Magnesium	K-UTECH 112: 2016-03	73,16	mol/kmol H ₂ O	0,0074
Calcium	K-UTECH 6: 2016-04	0,013	mol/kmol H ₂ O	0,0004
Chlorid	K-UTECH 114: 2016-03	146,35	mol/kmol H ₂ O	0,0152
Sulfat	K-UTECH 104: 2016-04	5,27	mol/kmol H ₂ O	0,0019

Ionenbilanzierung

DIN 38402-A62:2014-12*

Na ⁺	302	mmol/l (eq)
K ⁺	343	mmol/l (eq)
Mg ²⁺	8122	mmol/l (eq)
Ca ²⁺	1,48	mmol/l (eq)
Σ Kationenäquivalente	8768	mmol/l (eq)
Cl ⁻	8123	mmol/l (eq)
SO ₄ ²⁻	585	mmol/l (eq)
HCO ₃ ⁻	0,15	mmol/l (eq)
Br ⁻	51,31	mmol/l (eq)
B ₈ O ₁₅ ⁶⁻	9,16	mmol/l (eq)
Σ Anionenäquivalente	8769	mmol/l (eq)
Relative Abweichung	-0,01	%

Prüfbericht-Nr.: 21-1841-1
Betreff: Lösungsuntersuchung

Probenart: Salzlösung Probenbez.: P750189
Proben-Nr.: 21-1841/07
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
P750189

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestimm.- grenze
Natrium	K-UTECH 110: 2016-03	6,14	mol/kmol H ₂ O	0,0039
Kalium	K-UTECH 110: 2016-03	7,46	mol/kmol H ₂ O	0,0032
Magnesium	K-UTECH 112: 2016-03	73,23	mol/kmol H ₂ O	0,0074
Calcium	K-UTECH 6: 2016-04	0,013	mol/kmol H ₂ O	0,0004
Chlorid	K-UTECH 114: 2016-03	147,87	mol/kmol H ₂ O	0,0152
Sulfat	K-UTECH 104: 2016-04	5,55	mol/kmol H ₂ O	0,0019

Ionenbilanzierung

DIN 38402-A62:2014-12*

Na ⁺	341	mmol/l (eq)
K ⁺	414	mmol/l (eq)
Mg ²⁺	8130	mmol/l (eq)
Ca ²⁺	1,46	mmol/l (eq)
Σ Kationenäquivalente	8887	mmol/l (eq)
Cl ⁻	8208	mmol/l (eq)
SO ₄ ²⁻	616	mmol/l (eq)
HCO ₃ ⁻	1,06	mmol/l (eq)
Br ⁻	47,93	mmol/l (eq)
B ₈ O ₁₅ ⁶⁻	6,81	mmol/l (eq)
Σ Anionenäquivalente	8880	mmol/l (eq)
Relative Abweichung	0,08	%

Prüfbericht-Nr.: 21-1841-1
Betreff: Lösungsuntersuchung

Probenart: Salzlösung Probenbez.: L800004
Proben-Nr.: 21-1841/08
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
L800004

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestimm.- grenze
Natrium	K-UTECH 110: 2016-03	1,43	mol/kmol H ₂ O	0,0039
Kalium	K-UTECH 110: 2016-03	0,72	mol/kmol H ₂ O	0,0032
Magnesium	K-UTECH 112: 2016-03	102,29	mol/kmol H ₂ O	0,0074
Calcium	K-UTECH 6: 2016-04	0,015	mol/kmol H ₂ O	0,0004
Chlorid	K-UTECH 114: 2016-03	189,03	mol/kmol H ₂ O	0,0152
Sulfat	K-UTECH 104: 2016-04	8,12	mol/kmol H ₂ O	0,0019

Ionenbilanzierung

DIN 38402-A62:2014-12*

Na ⁺	80	mmol/l (eq)
K ⁺	40	mmol/l (eq)
Mg ²⁺	11356	mmol/l (eq)
Ca ²⁺	1,66	mmol/l (eq)
Σ Kationenäquivalente	11477	mmol/l (eq)
Cl ⁻	10493	mmol/l (eq)
SO ₄ ²⁻	902	mmol/l (eq)
HCO ₃ ⁻	0,12	mmol/l (eq)
Br ⁻	80,47	mmol/l (eq)
B ₈ O ₁₅ ⁶⁻	30,53	mmol/l (eq)
Σ Anionenäquivalente	11505	mmol/l (eq)
Relative Abweichung	-0,25	%

Prüfbericht-Nr.: 21-1841-1
Betreff: Lösungsuntersuchung

Probenart: Salzlösung Probenbez.: L800005
Proben-Nr.: 21-1841/09
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
L800005

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestimm.- grenze
Natrium	K-UTECH 110: 2016-03	2,88	mol/kmol H ₂ O	0,0039
Kalium	K-UTECH 110: 2016-03	2,12	mol/kmol H ₂ O	0,0032
Magnesium	K-UTECH 112: 2016-03	85,24	mol/kmol H ₂ O	0,0074
Calcium	K-UTECH 6: 2016-04	0,013	mol/kmol H ₂ O	0,0004
Chlorid	K-UTECH 114: 2016-03	161,08	mol/kmol H ₂ O	0,0152
Sulfat	K-UTECH 104: 2016-04	7,05	mol/kmol H ₂ O	0,0019

Ionenbilanzierung

DIN 38402-A62:2014-12*

Na ⁺	160	mmol/l (eq)
K ⁺	118	mmol/l (eq)
Mg ²⁺	9463	mmol/l (eq)
Ca ²⁺	1,42	mmol/l (eq)
Σ Kationenäquivalente	9742	mmol/l (eq)
Cl ⁻	8941	mmol/l (eq)
SO ₄ ²⁻	783	mmol/l (eq)
HCO ₃ ⁻	1,36	mmol/l (eq)
Br ⁻	52,06	mmol/l (eq)
B ₈ O ₁₅ ⁶⁻	6,39	mmol/l (eq)
Σ Anionenäquivalente	9784	mmol/l (eq)
Relative Abweichung	-0,43	%

Prüfbericht-Nr.: 21-1841-1
Betreff: Lösungsuntersuchung

Probenart: Salzlösung Probenbez.: P750059
Proben-Nr.: 21-1841/10
Messzeitraum: 28.10.2021 bis 17.11.2021
P750059

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestimm.- grenze
Natrium	K-UTE ^C 110: 2016-03	6,61	mol/kmol H ₂ O	0,0039
Kalium	K-UTE ^C 110: 2016-03	7,88	mol/kmol H ₂ O	0,0032
Magnesium	K-UTE ^C 112: 2016-03	69,90	mol/kmol H ₂ O	0,0074
Calcium	K-UTE ^C 6: 2016-04	0,023	mol/kmol H ₂ O	0,0004
Chlorid	K-UTE ^C 114: 2016-03	141,77	mol/kmol H ₂ O	0,0152
Sulfat	K-UTE ^C 104: 2016-04	5,49	mol/kmol H ₂ O	0,0019

Ionenbilanzierung

DIN 38402-A62:2014-12*

Na ⁺	367	mmol/l (eq)
K ⁺	437	mmol/l (eq)
Mg ²⁺	7760	mmol/l (eq)
Ca ²⁺	2,50	mmol/l (eq)
Σ Kationenäquivalente	8566	mmol/l (eq)
Cl ⁻	7870	mmol/l (eq)
SO ₄ ²⁻	610	mmol/l (eq)
HCO ₃ ⁻	2,62	mmol/l (eq)
Br ⁻	50,44	mmol/l (eq)
B ₈ O ₁₅ ⁶⁻	22,41	mmol/l (eq)
Σ Anionenäquivalente	8555	mmol/l (eq)
Relative Abweichung	0,13	%

Sondershausen, den 17.11.2021



Laborleiter

* nicht akkreditierte Parameter

n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze

Dim Dimension

TS bezogen auf Trockensubstanz

Umrechnung der Konzentrationen von g/l in Jänecke-Koordinaten					
	21-1841/01	21-1841/02	21-1841/03	21-1841/04	21-1841/05
	P750040	P750148	P750153	P750154	P750177
MgSO ₄ g/l	46,9	39,0	33,5	47,0	45,9
MgCl ₂ g/l	431,0	361,0	315,0	344,0	387,0
KCl g/l	6,0	20,4	22,4	31,2	12,6
NaCl g/l	7,7	16,3	15,2	19,7	13,1
H ₂ O g/l	855,0	875,0	890,0	865,0	870,0
Temp	25	25	25	25	25
Dichte	1,353	1,318	1,291	1,308	1,322
MgSO ₄ g/1000g	54,9	44,6	37,6	54,3	52,8
MgCl ₂ g/1000g	504,1	412,6	353,9	397,7	444,8
KCl g/1000g	7,1	23,3	25,2	36,1	14,5
NaCl g/1000g	9,0	18,6	17,1	22,8	15,1
MgSO ₄ m/100m	0,82	0,67	0,56	0,81	0,79
MgCl ₂ m/100m	9,54	7,81	6,70	7,52	8,42
K ₂ Cl ₂ m/100m	0,09	0,28	0,30	0,44	0,17
Na ₂ Cl ₂ m/100m	0,14	0,29	0,26	0,35	0,23
Zw. Summe:	11,27	9,42	8,13	9,59	10,17
S ₀₄	7,3	7,1	6,9	8,5	7,8
Mg	92,0	89,9	89,3	87,0	90,5
K ₂	0,8	3,0	3,7	4,5	1,7
MgSO ₄	120,369	120,369	120,369	120,369	120,369
MgCl ₂	95,2106	95,2106	95,2106	95,2106	95,2106
K ₂ Cl ₂	149,102	149,102	149,102	149,102	149,102
Na ₂ Cl ₂	116,88512	116,88512	116,88512	116,88512	116,88512
H ₂ O	18,0153	18,0153	18,0153	18,0153	18,0153

Umrechnung der Konzentrationen von g/l in Jänecke-Koordinaten					
	21-1841/06	21-1841/07	21-1841/08	21-1841/09	21-1841/10
	P750185	P750189	L800004	L800005	P750059
MgSO ₄ g/l	35,2	37,1	54,1	47,0	36,6
MgCl ₂ g/l	356,0	355,0	494,0	412,0	337,0
KCl g/l	25,5	30,9	3,0	8,8	32,6
NaCl g/l	17,6	19,9	4,7	9,4	21,4
H ₂ O g/l	860,0	860,0	805,0	858,0	871,0
Temp	25	25	25	25	25
Dichte	1,300	1,304	1,370	1,337	1,300
MgSO ₄ g/1000g	40,9	43,1	67,2	54,8	42,0
MgCl ₂ g/1000g	414,0	412,8	613,7	480,2	386,9
KCl g/1000g	29,7	35,9	3,7	10,2	37,4
NaCl g/1000g	20,5	23,1	5,8	10,9	24,6
MgSO ₄ m/100m	0,61	0,65	1,01	0,82	0,63
MgCl ₂ m/100m	7,83	7,81	11,61	9,09	7,32
K ₂ Cl ₂ m/100m	0,36	0,43	0,04	0,12	0,45
Na ₂ Cl ₂ m/100m	0,32	0,36	0,09	0,17	0,38
Zw. Summe:	9,42	9,54	13,67	10,85	9,03
S ₀₄	6,5	6,8	7,4	7,6	7,0
Mg	89,7	88,7	92,3	91,3	88,0
K ₂	3,8	4,6	0,3	1,1	5,0
MgSO ₄	120,369	120,369	120,369	120,369	120,369
MgCl ₂	95,2106	95,2106	95,2106	95,2106	95,2106
K ₂ Cl ₂	149,102	149,102	149,102	149,102	149,102
Na ₂ Cl ₂	116,88512	116,88512	116,88512	116,88512	116,88512
H ₂ O	18,0153	18,0153	18,0153	18,0153	18,0153

Chemisch-physikalische Analytik

K-UTEC AG Salt Technologies
Am Petersenschacht 7
99706 Sondershausen

Tel.: +49 3632 610-150
Fax.: +49 3632 610-105
E-Mail: cpa@k-utec.de

Prüfbericht: 21-1978-1

Auftrag: Lösungsuntersuchung - 211018-01
Auftraggeber: IAF-Radioökologie GmbH
[REDACTED]
Wilhelm-Rönsch-Straße 9
01454 Radeberg

Probeneingang: 22.11.2021
Probennahme: Auftraggeber
Entnahmeort:
Entnahmedatum:
Probenanzahl: 2
Prüfzeitraum: 22.11.2021 bis 12.01.2022

Proben-Nr.	Probentext
21-1978/01	L750179
21-1978/02	P750184

Dieser Prüfbericht darf ohne Genehmigung der K-UTEC AG nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände. (DIN EN ISO/IEC 17025)

Prüfbericht-Nr.: 21-1978-1
Betreff: Lösungsuntersuchung - 211018-01

Seite 2 von 5

Probenart: Salzlösung
Proben-Nr.: 21-1978/01
Messzeitraum: 22.11.2021 bis 12.01.2022
L750179

Probenbez.: L750179

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestim.- grenze
Dichte (vor Ort)	intern. Verfahren*	1,311	g/cm ³	
Temperatur (vor Ort)	intern. Verfahren*	34	°C	
Dichte (Labor)	DEV-C 9*	1,311	g/cm ³	
Temperatur (Labor)	DIN 38 404-C 4*	20	°C	
pH-Wert	K-UTEC 108; 2016-03	5,65	-	
Natrium	K-UTEC 110; 2016-03	4880	mg/l	5
Kalium	K-UTEC 110; 2016-03	5540	mg/l	7
Magnesium	K-UTEC 112; 2016-03	110000	mg/l	10
Calcium	K-UTEC 6; 2016-04	29,2	mg/l	1,0
Chlorid	K-UTEC 114; 2016-03	311000	mg/l	30
Sulfat	K-UTEC 104; 2016-04	24400	mg/l	10
Mangan	K-UTEC 6; 2016-04	8,82	mg/l	1,00
Eisen	DIN 38406-E1*	123	mg/l	0,6
Eisen (II)	DIN 38406-E1*	32,7	mg/l	0,6
Eisen-III	DIN 38406-E1*	90,5	mg/l	0,6
Carbonat	DIN ISO 10693*	n.n.	mg/l	0,5
CO ₂	DIN EN 1484-H 3*	72,5	mg/l	0,40
Hydrogencarbonat	DEV-D8*	39,1	mg/l	0,5
Lithium	K-UTEC 6; 2016-04	43,5	mg/l	0,1
Strontium	K-UTEC 6; 2016-04	0,52	mg/l	0,50
Cäsium	AAS*	0,9	mg/l	0,5
Rubidium	AES*	1,3	mg/l	0,1
Aluminium	K-UTEC 6; 2016-04	0,580	mg/l	0,049
Barium	K-UTEC 6; 2016-04	n.n.	mg/l	0,03
Blei	K-UTEC 6; 2016-04	6,20	mg/l	0,077
Cadmium	K-UTEC 6; 2016-04	n.n.	mg/l	0,006
Chrom	K-UTEC 6; 2016-04	0,078	mg/l	0,001
Cobalt	K-UTEC 6; 2016-04	0,097	mg/l	0,010
Kupfer	K-UTEC 6; 2016-04	9,16	mg/l	0,01
Nickel	K-UTEC 6; 2016-04	2,24	mg/l	0,001
Silicium	K-UTEC 6; 2016-04	0,16	mg/l	0,02
Zink	K-UTEC 6; 2016-04	152	mg/l	0,005
Bor	K-UTEC 6; 2016-04	158	mg/l	0,01
Phosphor	K-UTEC 6; 2016-04	0,740	mg/l	0,033
Quecksilber	K-UTEC 121; 2016-03	n.n.	mg/l	0,01
Bromid	intern. Verfahren*	8330	mg/l	1,0
Ammonium	K-UTEC 116; 2016-04	7,36	mg/l	0,60
Nitrat	K-UTEC 5; 2017-11	42,3	mg/l	0,2
CaSO ₄	K-UTEC 126; 2016-03	0,1	g/l	
CaCl ₂	K-UTEC 126; 2016-03	0	g/l	

* nicht akkreditierter Parameter
n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze
Dim. Dimension
bezogen auf Trockensubstanz

Prüfbericht-Nr.: 21-1978-1
Betreff: Lösungsuntersuchung - 211018-01

Seite 3 von 5

Proben-Nr.: 21-1978/01 Fortsetzung

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestim.- grenze
MgSO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	30,6	g/l	
MgCl ₂	K-UTEC 126: 2016-03	401	g/l	
MgBr ₂	intern. Verfahren*	9,59	g/l	
Mg ₃ B ₈ O ₁₅	intern. Verfahren*	0,73	g/l	
K ₂ SO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	n.n.	g/l	0,01
KCl	K-UTEC 126: 2016-03	10,6	g/l	
Na ₂ SO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	n.n.	g/l	0,01
NaCl	K-UTEC 126: 2016-03	12,4	g/l	
H ₂ O	K-UTEC 126: 2016-03	847	g/l	

* nicht akkreditierter Parameter
n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze
Dim. Dimension
bezogen auf Trockensubstanz

Prüfbericht-Nr.: 21-1978-1
Betreff: Lösungsuntersuchung - 211018-01

Seite 4 von 5

Probenart: Salzlösung
Proben-Nr.: 21-1978/02
Messzeitraum: 22.11.2021 bis 11.01.2022
P750184

Probenbez.: P750184

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestim.- grenze
Dichte (vor Ort)	intern. Verfahren*	1,326	g/cm ³	
Temperatur (vor Ort)	intern. Verfahren*	33,7	°C	
Dichte (Labor)	DEV-C 9*	1,330	g/cm ³	
Temperatur (Labor)	DIN 38 404-C 4*	20	°C	
pH-Wert	K-UTEC 108; 2016-03	5,03	-	
Natrium	K-UTEC 110; 2016-03	3960	mg/l	5
Kalium	K-UTEC 110; 2016-03	3980	mg/l	7
Magnesium	K-UTEC 112; 2016-03	113000	mg/l	10
Calcium	K-UTEC 6; 2016-04	30,4	mg/l	1,0
Chlorid	K-UTEC 114; 2016-03	313000	mg/l	30
Sulfat	K-UTEC 104; 2016-04	33000	mg/l	10
Mangan	K-UTEC 6; 2016-04	37,5	mg/l	1,0
Eisen	DIN 38406-E1*	166	mg/l	0,6
Eisen (II)	DIN 38406-E1*	25,6	mg/l	0,6
Eisen-III	DIN 38406-E1*	140	mg/l	0,6
Carbonat	DIN ISO 10693*	n.n.	mg/l	0,5
CO ₂	DIN EN 1484-H 3*	7,04	mg/l	0,40
Hydrogencarbonat	DEV-D8*	0,9	mg/l	0,5
Lithium	K-UTEC 6; 2016-04	7,48	mg/l	0,10
Strontium	K-UTEC 6; 2016-04	n.n.	mg/l	0,5
Cäsium	AAS*	0,6	mg/l	0,5
Rubidium	AES*	1,4	mg/l	0,1
Aluminium	K-UTEC 6; 2016-04	4,68	mg/l	0,049
Barium	K-UTEC 6; 2016-04	n.n.	mg/l	0,03
Blei	K-UTEC 6; 2016-04	12,0	mg/l	0,077
Cadmium	K-UTEC 6; 2016-04	n.n.	mg/l	0,006
Chrom	K-UTEC 6; 2016-04	n.n.	mg/l	0,001
Cobalt	K-UTEC 6; 2016-04	0,028	mg/l	0,010
Kupfer	K-UTEC 6; 2016-04	1,85	mg/l	0,01
Nickel	K-UTEC 6; 2016-04	0,130	mg/l	0,001
Silicium	K-UTEC 6; 2016-04	0,21	mg/l	0,02
Zink	K-UTEC 6; 2016-04	21,2	mg/l	0,005
Bor	K-UTEC 6; 2016-04	220	mg/l	0,01
Phosphor	K-UTEC 6; 2016-04	1,82	mg/l	0,033
Quecksilber	K-UTEC 121; 2016-03	n.n.	mg/l	0,01
Bromid	intern. Verfahren*	5400	mg/l	1,0
Ammonium	K-UTEC 116; 2016-04	5,27	mg/l	0,60
Nitrat	K-UTEC 5; 2017-11	43,9	mg/l	0,2
CaSO ₄	K-UTEC 126; 2016-03	0,1	g/l	
CaCl ₂	K-UTEC 126; 2016-03	0	g/l	

* nicht akkreditierter Parameter
n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze
Dim. Dimension
bezogen auf Trockensubstanz

Prüfbericht-Nr.: 21-1978-1
Betreff: Lösungsuntersuchung - 211018-01

Seite 5 von 5

Proben-Nr.: 21-1978/02 Fortsetzung

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestim.- grenze
MgSO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	41,2	g/l	
MgCl ₂	K-UTEC 126: 2016-03	407	g/l	
MgBr ₂	intern. Verfahren*	6,22	g/l	
Mg ₃ B ₈ O ₁₅	intern. Verfahren*	1,02	g/l	
K ₂ SO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	n.n.	g/l	0,01
KCl	K-UTEC 126: 2016-03	7,59	g/l	
Na ₂ SO ₄	K-UTEC 126: 2016-03	n.n.	g/l	0,01
NaCl	K-UTEC 126: 2016-03	10,1	g/l	
H ₂ O	K-UTEC 126: 2016-03	857	g/l	

Sondershausen, den 12.01.2022



Laborleiter

Anlage: 2 zus. PB, Jänecke-Diag. (2 S.)

* nicht akkreditierter Parameter
n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze
Dim. Dimension
bezogen auf Trockensubstanz

Chemisch-physikalische Analytik

K-UTEC AG Salt Technologies
Am Petersenschacht 7
99706 Sondershausen

Tel.: (03632)61 01 50
Fax.: (03632)61 01 05
E-Mail: cpa@k-utec.de

Prüfbericht

21-1978-1

Hier: Massenkonzentrationen

Auftrag: Lösungsuntersuchung - 211018-01
Auftraggeber: IAF-Radioökologie GmbH

Wilhelm-Rönsch-Straße 9
01454 Radeberg

Probeneingang: 22.11.2021
Probennahme: Auftraggeber
Entnahmeort:
Entnahmedatum:
Probenanzahl: 2
Prüfzeitraum: 22.11.2021 bis 12.01.2022

Proben-Nr.	Probentext
21-1978/01	L750179
21-1978/02	P750184

Dieser Prüfbericht darf ohne Genehmigung der K-UTEC AG nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände (DIN EN ISO/IEC 17025)

Prüfbericht-Nr.: 21-1978-1
Betreff: Lösungsuntersuchung

Probenart: Salzlösung Probenbez.: L750179
Proben-Nr.: 21-1978/01
Messzeitraum: 22.11.2021 bis 12.01.2022
L750179

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestimm.- grenze
Natrium	K-UTEC 110: 2016-03	0,37	g/100g	0,00038
Kalium	K-UTEC 110: 2016-03	0,42	g/100g	0,00053
Magnesium	K-UTEC 112: 2016-03	8,39	g/100g	0,00076
Calcium	K-UTEC 6: 2016-04	0,0022	g/100g	0,00008
Chlorid	K-UTEC 114: 2016-03	23,72	g/100g	0,00229
Sulfat	K-UTEC 104: 2016-04	1,86	g/100g	0,00076
Mangan	K-UTEC 6: 2016-04	6,73	µg/g	0,76
Eisen	DIN 38406-E1*	93,82	µg/g	0,46
Eisen (II)	DIN 38406-E1*	24,94	µg/g	0,46
Eisen-III	DIN 38406-E1*	69,03	µg/g	0,46
Carbonat	DIN ISO 10693*	n. n.	g/100g	0,00004
CO ₂	DIN EN 1484-H 3*	0,0055	g/100g	0,00003
Hydrogencarbonat	DEV-D8*	0,0030	g/100g	0,00004
Lithium	K-UTEC 6: 2016-04	33,18	µg/g	0,08
Strontium	K-UTEC 6: 2016-04	0,40	µg/g	0,38
Cäsium	AAS*	0,69	µg/g	0,38
Rubidium	AES*	0,99	µg/g	0,08
Aluminium	K-UTEC 6: 2016-04	0,44	µg/g	0,04
Barium	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,02
Blei	K-UTEC 6: 2016-04	4,73	µg/g	0,06
Cadmium	K-UTEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,005
Chrom	K-UTEC 6: 2016-04	0,06	µg/g	0,001
Cobalt	K-UTEC 6: 2016-04	0,07	µg/g	0,01
Kupfer	K-UTEC 6: 2016-04	6,99	µg/g	0,01
Nickel	K-UTEC 6: 2016-04	1,71	µg/g	0,00
Silicium	K-UTEC 6: 2016-04	0,12	µg/g	0,02
Zink	K-UTEC 6: 2016-04	115,94	µg/g	0,004
Bor	K-UTEC 6: 2016-04	120,52	µg/g	0,01
Phosphor	K-UTEC 6: 2016-04	0,56	µg/g	0,03
Quecksilber	K-UTEC 121: 2016-03	n. n.	µg/g	0,01
Bromid	intern. Verfahren*	0,635	g/100g	0,00008
Ammonium	K-UTEC 116: 2016-04	0,0006	g/100g	0,00005
Nitrat	K-UTEC 5: 2017-11	0,0032	g/100g	0,00002

Prüfbericht-Nr.: 21-1978-1
Betreff: Lösungsuntersuchung

Probenart: Salzlösung Probenbez.: P750184
Proben-Nr.: 21-1978/02
Messzeitraum: 22.11.2021 bis 12.01.2022
P750184

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestimm.- grenze
Natrium	K-UITEC 110: 2016-03	0,30	g/100g	0,00039
Kalium	K-UITEC 110: 2016-03	0,30	g/100g	0,00055
Magnesium	K-UITEC 112: 2016-03	8,50	g/100g	0,00079
Calcium	K-UITEC 6: 2016-04	0,0023	g/100g	0,00008
Chlorid	K-UITEC 114: 2016-03	23,53	g/100g	0,00236
Sulfat	K-UITEC 104: 2016-04	2,48	g/100g	0,00079
Mangan	K-UITEC 6: 2016-04	28,20	µg/g	0,79
Eisen	DIN 38406-E1*	124,81	µg/g	0,47
Eisen (II)	DIN 38406-E1*	19,25	µg/g	0,47
Eisen-III	DIN 38406-E1*	105,26	µg/g	0,47
Carbonat	DIN ISO 10693*	n. n.	g/100g	0,00004
CO ₂	DIN EN 1484-H 3*	0,0005	g/100g	0,00003
Hydrogencarbonat	DEV-D8*	0,0001	g/100g	0,00004
Lithium	K-UITEC 6: 2016-04	5,62	µg/g	0,08
Strontium	K-UITEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,39
Cäsium	AAS*	0,45	µg/g	0,39
Rubidium	AES*	1,05	µg/g	0,08
Aluminium	K-UITEC 6: 2016-04	3,52	µg/g	0,04
Barium	K-UITEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,02
Blei	K-UITEC 6: 2016-04	9,02	µg/g	0,06
Cadmium	K-UITEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,005
Chrom	K-UITEC 6: 2016-04	n. n.	µg/g	0,001
Cobalt	K-UITEC 6: 2016-04	0,02	µg/g	0,01
Kupfer	K-UITEC 6: 2016-04	1,39	µg/g	0,01
Nickel	K-UITEC 6: 2016-04	0,10	µg/g	0,00
Silicium	K-UITEC 6: 2016-04	0,16	µg/g	0,02
Zink	K-UITEC 6: 2016-04	15,94	µg/g	0,004
Bor	K-UITEC 6: 2016-04	165,41	µg/g	0,01
Phosphor	K-UITEC 6: 2016-04	1,37	µg/g	0,03
Quecksilber	K-UITEC 121: 2016-03	n. n.	µg/g	0,01
Bromid	intern. Verfahren*	0,406	g/100g	0,00008
Ammonium	K-UITEC 116: 2016-04	0,00040	g/100g	0,00005
Nitrat	K-UITEC 5: 2017-11	0,0033	g/100g	0,00002

Sondershausen, den 12.01.2022



Laborleiter

* nicht akkreditierte Parameter

n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze

Dim Dimension

TS bezogen auf Trockensubstanz

Chemisch-physikalische Analytik

K-UTEC AG Salt Technologies
Am Petersenschacht 7
99706 Sondershausen

Tel.: (03632)61 01 50
Fax.: (03632)61 01 05
E-Mail: cpa@k-utec.de

Prüfbericht

21-1978-1

Hier: Stoffmengenkonzentrationen und Ionenbilanzierung

Auftrag: Lösungsuntersuchung - 211018-01
Auftraggeber: IAF-Radioökologie GmbH

Wilhelm-Rönsch-Straße 9
01454 Radeberg

Probeneingang: 22.11.2021
Probennahme: Auftraggeber
Entnahmeort:
Entnahmedatum:
Probenanzahl: 2
Prüfzeitraum: 22.11.2021 bis 12.01.2022

Proben-Nr.	Probentext
21-1978/01	L750179
21-1978/02	P750184

Dieser Prüfbericht darf ohne Genehmigung der K-UTEC AG nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände (DIN EN ISO/IEC 17025)

Prüfbericht-Nr.: 21-1978-1
Betreff: Lösungsuntersuchung

Probenart: Salzlösung Probenbez.: L750179
Proben-Nr.: 21-1978/01
Messzeitraum: 22.11.2021 bis 12.01.2022
L750179

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestimm.- grenze
Natrium	K-UTECH 110: 2016-03	3,82	mol/kmol H ₂ O	0,0039
Kalium	K-UTECH 110: 2016-03	2,55	mol/kmol H ₂ O	0,0032
Magnesium	K-UTECH 112: 2016-03	81,53	mol/kmol H ₂ O	0,0074
Calcium	K-UTECH 6: 2016-04	0,013	mol/kmol H ₂ O	0,0004
Chlorid	K-UTECH 114: 2016-03	158,03	mol/kmol H ₂ O	0,0152
Sulfat	K-UTECH 104: 2016-04	4,58	mol/kmol H ₂ O	0,0019

Ionenbilanzierung

DIN 38402-A62:2014-12*

Na ⁺	212	mmol/l (eq)
K ⁺	142	mmol/l (eq)
Mg ²⁺	9052	mmol/l (eq)
Ca ²⁺	1,46	mmol/l (eq)
Σ Kationenäquivalente	9407	mmol/l (eq)
Cl ⁻	8772	mmol/l (eq)
SO ₄ ²⁻	508	mmol/l (eq)
HCO ₃ ⁻	0,64	mmol/l (eq)
Br ⁻	104,25	mmol/l (eq)
B ₈ O ₁₅ ⁶⁻	10,96	mmol/l (eq)
Σ Anionenäquivalente	9396	mmol/l (eq)
Relative Abweichung	0,12	%

Prüfbericht-Nr.: 21-1978-1
Betreff: Lösungsuntersuchung

Probenart: Salzlösung Probenbez.: P750184
Proben-Nr.: 21-1978/02
Messzeitraum: 22.11.2021 bis 12.01.2022
P750184

Parameter	Verfahren	Messwert	Dim.	Bestimm.- grenze
Natrium	K-UTEC 110: 2016-03	3,10	mol/kmol H ₂ O	0,0039
Kalium	K-UTEC 110: 2016-03	1,83	mol/kmol H ₂ O	0,0032
Magnesium	K-UTEC 112: 2016-03	83,76	mol/kmol H ₂ O	0,0074
Calcium	K-UTEC 6: 2016-04	0,014	mol/kmol H ₂ O	0,0004
Chlorid	K-UTEC 114: 2016-03	159,05	mol/kmol H ₂ O	0,0152
Sulfat	K-UTEC 104: 2016-04	6,19	mol/kmol H ₂ O	0,0019

Ionenbilanzierung

DIN 38402-A62:2014-12*

Na ⁺	172	mmol/l (eq)
K ⁺	102	mmol/l (eq)
Mg ²⁺	9298	mmol/l (eq)
Ca ²⁺	1,52	mmol/l (eq)
Σ Kationenäquivalente	9574	mmol/l (eq)
Cl ⁻	8829	mmol/l (eq)
SO ₄ ²⁻	687	mmol/l (eq)
HCO ₃ ⁻	0,01	mmol/l (eq)
Br ⁻	67,58	mmol/l (eq)
B ₈ O ₁₅ ⁶⁻	15,26	mmol/l (eq)
Σ Anionenäquivalente	9599	mmol/l (eq)
Relative Abweichung	-0,26	%

Sondershausen, den 12.01.2022



Laborleiter

* nicht akkreditierte Parameter

n.n. Messergebnis ist unterhalb Bestimmungsgrenze

Dim Dimension

TS bezogen auf Trockensubstanz

Umrechnung der Konzentrationen von g/l in Jänecke-Koordinaten					
	21-1978/01	21-1978/02			
	L750179	P750184			
MgSO ₄ g/l	30,6	41,2			
MgCl ₂ g/l	401,0	407,0			
KCl g/l	10,6	7,6			
NaCl g/l	12,4	10,1			
H ₂ O g/l	847,0	857,0			
Temp	25	25			
Dichte	1,311	1,326			
MgSO ₄ g/1000g	36,1	48,1			
MgCl ₂ g/1000g	473,4	474,9			
KCl g/1000g	12,5	8,9			
NaCl g/1000g	14,6	11,8			
MgSO ₄ m/100m	0,54	0,72			
MgCl ₂ m/100m	8,96	8,99			
K ₂ Cl ₂ m/100m	0,15	0,11			
Na ₂ Cl ₂ m/100m	0,23	0,18			
Zw. Summe:	10,19	10,53			
S ₀ ₄	5,3	6,8			
Mg	93,2	92,2			
K ₂	1,5	1,0			
MgSO ₄	120,369	120,369			
MgCl ₂	95,2106	95,2106			
K ₂ Cl ₂	149,102	149,102			
Na ₂ Cl ₂	116,88512	116,88512			
H ₂ O	18,0153	18,0153			

IAF - Radioökologie GmbH

Labor für Radionuklidanalytik | Radiologische Gutachten | Consulting

Beprobung und Analyse von Salzlösungen in der Schachanlage Asse II im Jahr 2021

Anhang D: Ergebnisse der chemisch-physikalischen Analytik, Technische Universität Clausthal, 38678 Clausthal-Zellerfeld

Auftraggeber: BGE Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH
Eschenstraße 55
31224 Peine

Projektname: Beprobung und Analyse von Salzlösungen
in der Schachanlage Asse II im Jahr 2021

Projektnummer: 211018-01

Auftragnehmer: IAF-Radioökologie GmbH

Autor: Dr. rer. nat. habil. [REDACTED]
Dr. rer. nat. [REDACTED]
Dr. rer. nat. [REDACTED]

Radeberg, den 30.05.2022

[REDACTED]

Geschäftsführer



Wilhelm-Rönsch-Str. 9
01454 Radeberg
Tel. +49 (0) 3528 48730-0
Fax +49 (0) 3528 48730-22
E-Mail info@iaf-dresden.de

Geschäftsführer:
Dr. rer. nat. habil. Hartmut Schulz
Dr. rer. nat. Christian Kunze
Dipl.-Ing. (BA) René Baumert
Handelsregister: HRB 9185
Amtsgericht Dresden

Bankverbindung:
HypoVereinsbank Dresden
IBAN: DE92 8502 0086 5360 1794 29
SWIFT (BIC): HYVEDEMM496

Anhang D

Ergebnisse der chemisch-physikalischen Analytik, Technische Universität Clausthal, 38678 Clausthal-Zellerfeld



Ergebnisprotokoll Lösungsanalytik

Datum: 15.12.2021

Probenbezeichnung: P750043/20211026/01 vom 26.10.2021 Interne Nr./Flaschen-Nr.: IAF_1

Parameter	Wert	Bestimmungsgrenze	Einheit	Methode
Na	2.4	0.1	g/100g	IC
K	1.73	0.023	g/100g	IC
Ca	0.013	0.003	g/100g	IC
Mg	5.02	0.02	g/100g	IC
Cl	17.3	1.3	g/100g	IC
Br	0.195	0.006	g/100g	IC
SO ₄	3.09	0.05	g/100g	IC
NH ₄	0.067	0.002	g/100g	IC
NO ₃	0.015	0.003	g/100g	IC
Li	8.0	0.1	µg/g	ICP-MS
B	47.8	0.5	µg/g	ICP-MS
Al	<0.5	0.5	µg/g	ICP-MS
PO ₄	<5.0	5	µg/g	ICP-MS
Fe	<5.0	5	µg/g	ICP-MS
Mn	11.6	0.1	µg/g	ICP-MS
Cu	1.07	0.01	µg/g	ICP-MS
Zn	45.5	0.01	µg/g	ICP-MS
Br	2084	10	µg/g	ICP-MS
Rb	18.0	0.01	µg/g	ICP-MS
Sr	0.062	0.005	µg/g	ICP-MS
Cd	<0.001	0.001	µg/g	ICP-MS
Cs	0.195	0.002	µg/g	ICP-MS
Ba	<0.01	0.01	µg/g	ICP-MS
Pb	4.21	0.01	µg/g	ICP-MS
U	<0.0005	0.0005	µg/g	ICP-MS
Si	<5.0	5	µg/g	ICP-MS
Cr	<0.1	0.1	µg/g	ICP-MS
Ni	0.048	0.002	µg/g	ICP-MS
Co	0.010	0.001	µg/g	ICP-MS
Hg	<0.001	0.001	µg/g	ICP-MS

Bemerkungen: IC = Ionenchromatographie. ICP-MS = Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma

Kursiv/ Fett: Gehalte unterhalb der dort angegebenen Bestimmungsgrenze

Parameter	Wert	Einheit
Na	26.7	mol/1000mol H ₂ O
K	11.3	mol/1000mol H ₂ O
Ca	0.083	mol/1000mol H ₂ O
Mg	52.8	mol/1000mol H ₂ O
Cl	125	mol/1000mol H ₂ O
SO ₄	8.23	mol/1000mol H ₂ O

Parameter	Wert	Einheit
Na	30.5	g/L
K	22.0	g/L
Ca	0.165	g/L
Mg	63.7	g/L
Cl	220	g/L
Br	2.47	g/L
SO ₄	39.2	g/L
NH ₄	0.850	g/L
NO ₃	0.190	g/L

Li	10.2	mg/L
B	60.7	mg/L
Al	<0.6	mg/L
PO ₄	<6.3	mg/L
Fe	<6.3	mg/L
Mn	14.7	mg/L
Cu	1.36	mg/L
Zn	57.7	mg/L
Br	2645	mg/L
Rb	22.8	mg/L
Sr	0.079	mg/L
Cd	<0.001	mg/L
Cs	0.247	mg/L
Ba	<0.01	mg/L
Pb	5.34	mg/L
U	<0.0006	mg/L
Si	<6.3	mg/L
Cr	<0.1	mg/L
Ni	0.061	mg/L
Co	0.013	mg/L
Hg	<0.001	mg/L

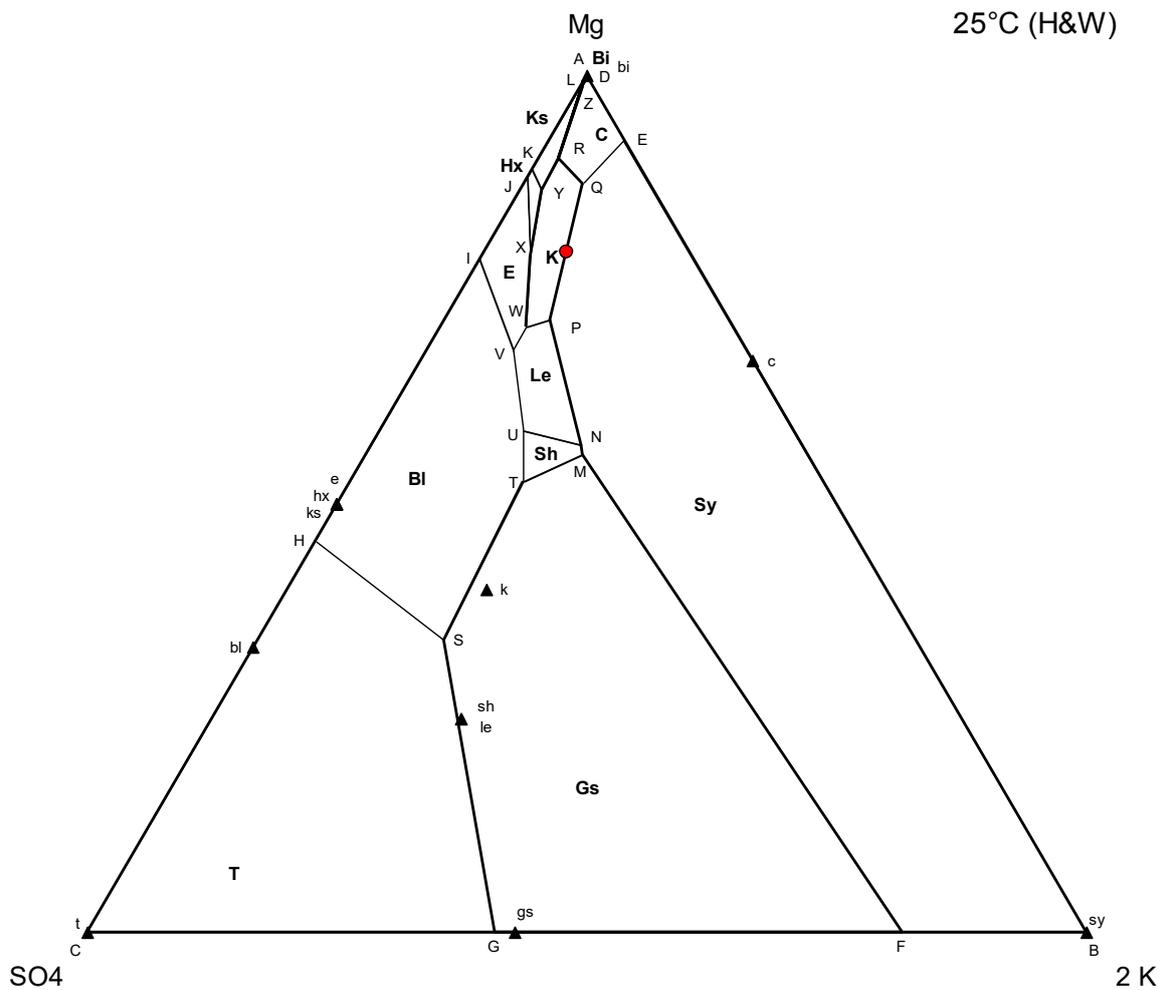
Kursiv/Fett : Gehalte unterhalb der auf Blatt 1 angegebenen Bestimmungsgrenze. umgerechnet auf g/L bzw. mg/L

Dichte berechnet	1.266	kg/L
Dichte (BGE)	1.269	kg/L
T (BGE)	30.9	°C
Anhydrit	0.26	Aff. (kcal)
Bischofit	-2.7	Aff. (kcal)
Bloedit	-1.1	Aff. (kcal)
Carnallit	-1.7	Aff. (kcal)
Epsomit	-0.54	Aff. (kcal)
Glauberit	-0.53	Aff. (kcal)
Halit	-0.05	Aff. (kcal)
Hexahydrit	-0.61	Aff. (kcal)
Kainit	-0.88	Aff. (kcal)
Kieserit	-1.4	Aff. (kcal)
Leonit	-1.4	Aff. (kcal)
Polyhalit	1.10	Aff. (kcal)
Sylvin	-0.37	Aff. (kcal)

Bemerkungen: Berechnet aus den gewichtsbezogenen Daten der Analyse (siehe S. 1) und der gemessenen Dichte (BGE). Dichteberechnung nach Ezrochi (1959). Bei den mittels EQ3NR berechneten Mineralsättigungen wird ab einer Affinität von -0.3 kcal eine Sättigung angenommen. Gesättigte Phasen sind fett gesetzt.

Parameter	Wert	Einheit
NaCl	77.0	g/L
KCl	41.6	g/L
MgCl₂	210	g/L
Na₂SO₄	0.0	g/L
K₂SO₄	0.0	g/L
MgSO₄	48.4	g/L
CaSO₄	0.557	g/L
CaCl₂	0.0	g/L
Mg₃B₈O₁₅	0.280	g/L
H₂O	892	g/L

Probenbezeichnung: P750043/20211026/01 vom 26.10.2021. Darstellung im quinären System (Daten nach Harvie. C.E., Weare. J.H. 1980. Geochim. Cosmochim. Acta. 44 (1980), pp. 981–997)





Ergebnisprotokoll Lösungsanalytik

Datum: 15.12.2021

Probenbezeichnung: P750071/20211026/01 vom 26.10.2021 Interne Nr./Flaschen-Nr.: IAF_2

Parameter	Wert	Bestimmungsgrenze	Einheit	Methode
Na	0.3	0.1	g/100g	IC
K	0.432	0.023	g/100g	IC
Ca	0.016	0.003	g/100g	IC
Mg	7.98	0.02	g/100g	IC
Cl	22.5	1.3	g/100g	IC
Br	0.420	0.006	g/100g	IC
SO ₄	1.32	0.05	g/100g	IC
NH ₄	<0.002	0.002	g/100g	IC
NO ₃	0.035	0.003	g/100g	IC
Li	9.4	0.1	µg/g	ICP-MS
B	29.3	0.5	µg/g	ICP-MS
Al	0.7	0.5	µg/g	ICP-MS
PO ₄	<5.0	5	µg/g	ICP-MS
Fe	9.7	5	µg/g	ICP-MS
Mn	1.5	0.1	µg/g	ICP-MS
Cu	0.92	0.01	µg/g	ICP-MS
Zn	10.1	0.01	µg/g	ICP-MS
Br	4424	10	µg/g	ICP-MS
Rb	1.55	0.01	µg/g	ICP-MS
Sr	0.403	0.005	µg/g	ICP-MS
Cd	<0.001	0.001	µg/g	ICP-MS
Cs	0.086	0.002	µg/g	ICP-MS
Ba	0.08	0.01	µg/g	ICP-MS
Pb	3.20	0.01	µg/g	ICP-MS
U	0.0006	0.0005	µg/g	ICP-MS
Si	<5.0	5	µg/g	ICP-MS
Cr	<0.1	0.1	µg/g	ICP-MS
Ni	0.189	0.002	µg/g	ICP-MS
Co	0.006	0.001	µg/g	ICP-MS
Hg	<0.001	0.001	µg/g	ICP-MS

Bemerkungen: IC = Ionenchromatographie. ICP-MS = Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma

Kursiv/ Fett: Gehalte unterhalb der dort angegebenen Bestimmungsgrenze

Parameter	Wert	Einheit
Na	3.5	mol/1000mol H ₂ O
K	2.95	mol/1000mol H ₂ O
Ca	0.107	mol/1000mol H ₂ O
Mg	87.7	mol/1000mol H ₂ O
Cl	170	mol/1000mol H ₂ O
SO ₄	3.67	mol/1000mol H ₂ O

Parameter	Wert	Einheit
Na	3.9	g/L
K	5.65	g/L
Ca	0.209	g/L
Mg	104	g/L
Cl	295	g/L
Br	5.50	g/L
SO ₄	17.3	g/L
NH ₄	<0.026	g/L
NO ₃	0.458	g/L

Li	12.3	mg/L
B	38.4	mg/L
Al	0.9	mg/L
PO ₄	<6.5	mg/L
Fe	12.7	mg/L
Mn	2.0	mg/L
Cu	1.20	mg/L
Zn	13.2	mg/L
Br	5791	mg/L
Rb	2.03	mg/L
Sr	0.528	mg/L
Cd	<0.001	mg/L
Cs	0.113	mg/L
Ba	0.10	mg/L
Pb	4.19	mg/L
U	0.0008	mg/L
Si	<6.5	mg/L
Cr	<0.1	mg/L
Ni	0.247	mg/L
Co	0.008	mg/L
Hg	<0.001	mg/L

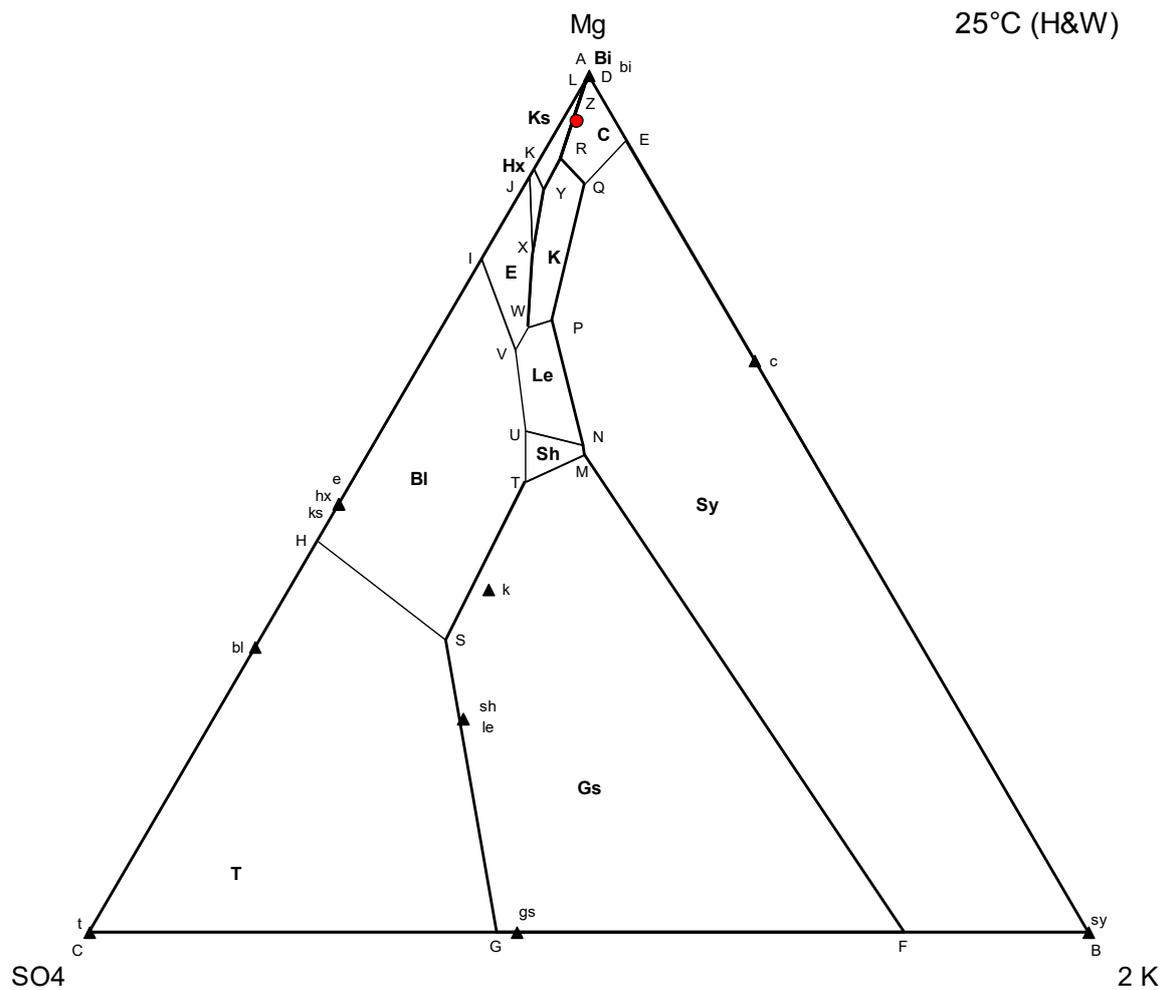
Kursiv/Fett : Gehalte unterhalb der auf Blatt 1 angegebenen Bestimmungsgrenze. umgerechnet auf g/L bzw. mg/L

Dichte berechnet	*1,309	kg/L
Dichte (BGE)	n.ermittelt	kg/L
T (BGE)	n.ermittelt	°C
Anhydrit	0.99	Aff. (kcal)
Bischofit	-0.88	Aff. (kcal)
Bloedit	-2.8	Aff. (kcal)
Carnallit	-0.01	Aff. (kcal)
Epsomit	-0.70	Aff. (kcal)
Glauberit	-1.9	Aff. (kcal)
Halit	-0.19	Aff. (kcal)
Hexahydrit	-0.57	Aff. (kcal)
Kainit	-0.34	Aff. (kcal)
Kieserit	-0.33	Aff. (kcal)
Leonit	-3.1	Aff. (kcal)
Polyhalit	1.3	Aff. (kcal)
Sylvin	-0.53	Aff. (kcal)

Bemerkungen: Berechnet aus den gewichtsbezogenen Daten der Analyse (siehe S. 1) und der **Dichte berechnet** (*) (Dichte und Temperatur wurden von der BGE nicht bestimmt). Dichteberechnung nach Ezrochi (1959). Bei den mittels EQ3NR berechneten Mineralsättigungen wird ab einer Affinität von -0.3 kcal eine Sättigung angenommen. Gesättigte Phasen sind fett gesetzt.

Parameter	Wert	Einheit
NaCl	9.92	g/L
KCl	10.7	g/L
MgCl₂	390	g/L
Na₂SO₄	0.0	g/L
K₂SO₄	0.0	g/L
MgSO₄	20.9	g/L
CaSO₄	0.707	g/L
CaCl₂	0.0	g/L
Mg₃B₈O₁₅	0.177	g/L
H₂O	883	g/L

Probenbezeichnung: P750071/20211026/01 vom 26.10.2021. Darstellung im quinären System (Daten nach Harvie. C.E., Weare, J.H. 1980. Geochim. Cosmochim. Acta. 44 (1980), pp. 981–997)





Ergebnisprotokoll Lösungsanalytik

Datum: 15.12.2021

Probenbezeichnung: P750084/20211026/01 vom 26.10.2021 Interne Nr./Flaschen-Nr.: IAF_3

Parameter	Wert	Bestimmungsgrenze	Einheit	Methode
Na	0.4	0.1	g/100g	IC
K	0.463	0.023	g/100g	IC
Ca	0.012	0.003	g/100g	IC
Mg	8.01	0.02	g/100g	IC
Cl	22.2	1.3	g/100g	IC
Br	0.356	0.006	g/100g	IC
SO ₄	2.02	0.05	g/100g	IC
NH ₄	<0.002	0.002	g/100g	IC
NO ₃	0.064	0.003	g/100g	IC
Li	9.4	0.1	µg/g	ICP-MS
B	63.1	0.5	µg/g	ICP-MS
Al	<0.5	0.5	µg/g	ICP-MS
PO ₄	<5.0	5	µg/g	ICP-MS
Fe	62.5	5	µg/g	ICP-MS
Mn	12.6	0.1	µg/g	ICP-MS
Cu	0.55	0.01	µg/g	ICP-MS
Zn	47.5	0.01	µg/g	ICP-MS
Br	3700	10	µg/g	ICP-MS
Rb	2.04	0.01	µg/g	ICP-MS
Sr	0.169	0.005	µg/g	ICP-MS
Cd	<0.001	0.001	µg/g	ICP-MS
Cs	0.132	0.002	µg/g	ICP-MS
Ba	0.02	0.01	µg/g	ICP-MS
Pb	5.35	0.01	µg/g	ICP-MS
U	0.0010	0.0005	µg/g	ICP-MS
Si	<5.0	5	µg/g	ICP-MS
Cr	<0.1	0.1	µg/g	ICP-MS
Ni	0.227	0.002	µg/g	ICP-MS
Co	0.028	0.001	µg/g	ICP-MS
Hg	<0.001	0.001	µg/g	ICP-MS

Bemerkungen: IC = Ionenchromatographie, ICP-MS = Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma

Kursiv/ Fett: Gehalte unterhalb der dort angegebenen Bestimmungsgrenze

Parameter	Wert	Einheit
Na	4.7	mol/1000mol H ₂ O
K	3.19	mol/1000mol H ₂ O
Ca	0.081	mol/1000mol H ₂ O
Mg	88.8	mol/1000mol H ₂ O
Cl	169	mol/1000mol H ₂ O
SO ₄	5.66	mol/1000mol H ₂ O

Parameter	Wert	Einheit
Na	5.3	g/L
K	6.10	g/L
Ca	0.158	g/L
Mg	105	g/L
Cl	292	g/L
Br	4.69	g/L
SO ₄	26.6	g/L
NH ₄	<0.026	g/L
NO ₃	0.843	g/L

Li	12.4	mg/L
B	83.1	mg/L
Al	<0.7	mg/L
PO ₄	<6.6	mg/L
Fe	82.3	mg/L
Mn	16.6	mg/L
Cu	0.72	mg/L
Zn	62.5	mg/L
Br	4873	mg/L
Rb	2.69	mg/L
Sr	0.223	mg/L
Cd	<0.001	mg/L
Cs	0.174	mg/L
Ba	0.03	mg/L
Pb	7.05	mg/L
U	0.0013	mg/L
Si	<6.6	mg/L
Cr	<0.1	mg/L
Ni	0.299	mg/L
Co	0.037	mg/L
Hg	<0.001	mg/L

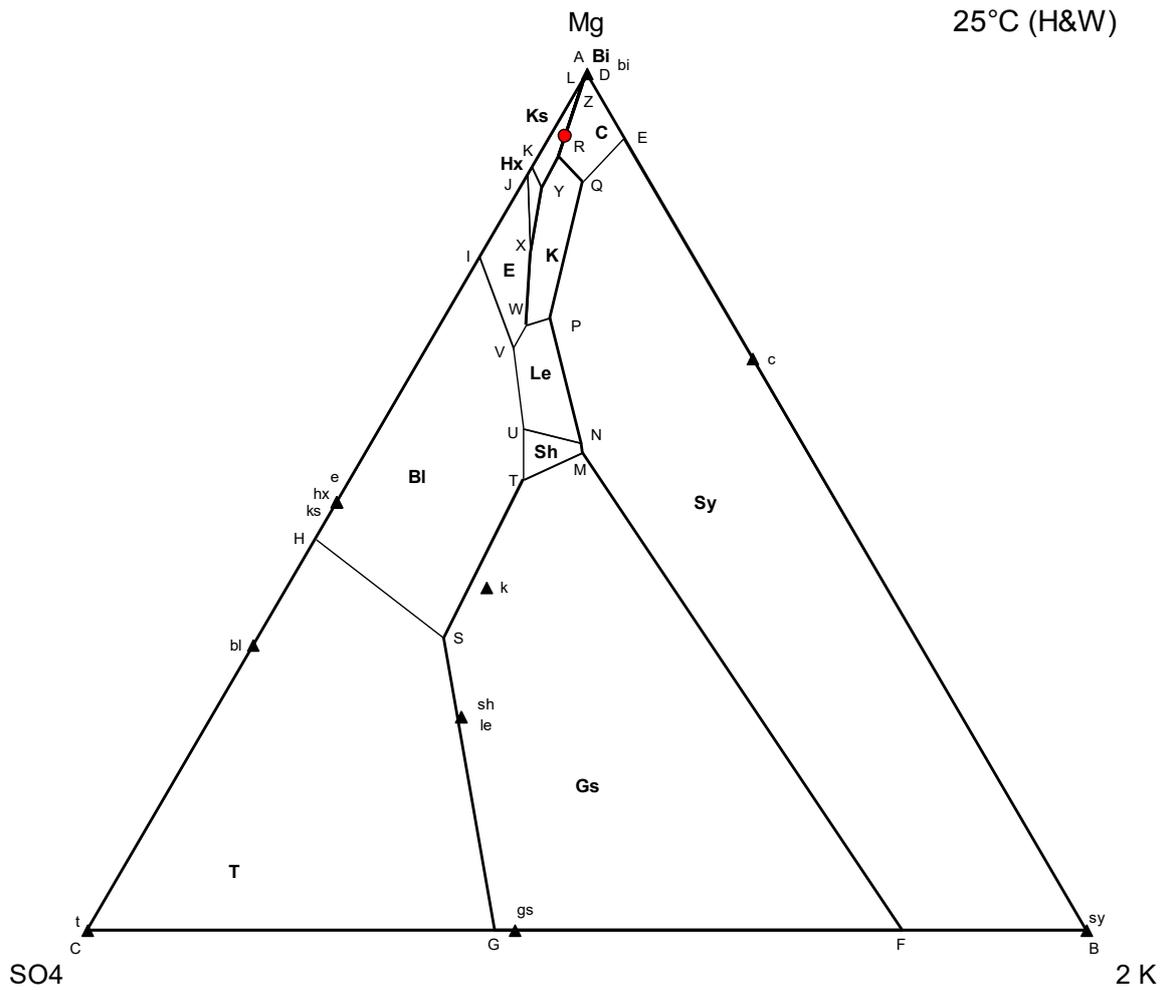
Kursiv/Fett : Gehalte unterhalb der auf Blatt 1 angegebenen Bestimmungsgrenze. umgerechnet auf g/L bzw. mg/L

Dichte berechnet	*1,317	kg/L
Dichte (BGE)	n.ermittelt	kg/L
T (BGE)	n.ermittelt	°C
Anhydrit	1.09	Aff. (kcal)
Bischofit	-0.86	Aff. (kcal)
Bloedit	-1.9	Aff. (kcal)
Carnallit	0.06	Aff. (kcal)
Epsomit	-0.46	Aff. (kcal)
Glauberit	-1.2	Aff. (kcal)
Halit	0.00	Aff. (kcal)
Hexahydrit	-0.33	Aff. (kcal)
Kainit	-0.02	Aff. (kcal)
Kieserit	-0.04	Aff. (kcal)
Leonit	-2.5	Aff. (kcal)
Polyhalit	2.1	Aff. (kcal)
Sylvin	-0.48	Aff. (kcal)

Bemerkungen: Berechnet aus den gewichtsbezogenen Daten der Analyse (siehe S. 1) und der **Dichte berechnet** (*) (Dichte und Temperatur wurden von der BGE nicht bestimmt). Dichteberechnung nach Ezrochi (1959). Bei den mittels EQ3NR berechneten Mineralsättigungen wird ab einer Affinität von -0.3 kcal eine Sättigung angenommen. Gesättigte Phasen sind fett gesetzt.

Parameter	Wert	Einheit
NaCl	13.3	g/L
KCl	11.5	g/L
MgCl₂	384	g/L
Na₂SO₄	0.0	g/L
K₂SO₄	0.0	g/L
MgSO₄	32.6	g/L
CaSO₄	0.533	g/L
CaCl₂	0.0	g/L
Mg₃B₈O₁₅	0.384	g/L
H₂O	881	g/L

Probenbezeichnung: P750084/20211026/01 vom 26.10.2021. Darstellung im quinären System (Daten nach Harvie. C.E., Weare, J.H. 1980. Geochim. Cosmochim. Acta. 44 (1980), pp. 981–997)



IAF - Radioökologie GmbH

Labor für Radionuklidanalytik | Radiologische Gutachten | Consulting

Beprobung und Analyse von Salzlösungen in der Schachanlage Asse II im Jahr 2021

Anhang E: Ergebnisse der chemisch-physikalischen Analytik, Ergo Umweltinstitut GmbH, 01277 Dresden

Auftraggeber: BGE Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH
Eschenstraße 55
31224 Peine

Projektname: Beprobung und Analyse von Salzlösungen
in der Schachanlage Asse II im Jahr 2021

Projektnummer: 211018-01

Auftragnehmer: IAF-Radioökologie GmbH

Autor: Dr. rer. nat. habil. [REDACTED]
Dr. rer. nat. [REDACTED]
Dr. rer. nat. [REDACTED]

Radeberg, den 30.05.2022

[REDACTED]



Geschäftsführer

Wilhelm-Rönsch-Str. 9
01454 Radeberg
Tel. +49 (0) 3528 48730-0
Fax +49 (0) 3528 48730-22
E-Mail info@iaf-dresden.de

Geschäftsführer:
Dr. rer. nat. habil. Hartmut Schulz
Dr. rer. nat. Christian Kunze
Dipl.-Ing. (BA) René Baumert
Handelsregister: HRB 9185
Amtsgericht Dresden

Bankverbindung:
HypoVereinsbank Dresden
IBAN: DE92 8502 0086 5360 1794 29
SWIFT (BIC): HYVEDEMM496

Anhang E

Ergebnisse der chemisch-physikalischen Analytik, Ergo Umweltinstitut GmbH, 01277 Dresden

ERGO Umweltinstitut GmbH, Lauensteiner Straße 42, 01277 Dresden

IAF-Radioökologie GmbH
 [REDACTED]
 Wilhelm-Rönsch-Straße 9
 01454 Radeberg

Prüfbericht Nr. 21/3803_01/01

Ausstellungsdatum des Prüfberichtes: 12.11.2021
Gesamtseitenzahl des Prüfberichtes: 3 Seite(n)
Anlagenzahl des Prüfberichtes: 1 Anlage(n)

Kunden-Nr.: 12042

Auftrags-Nr. des AG:

Bestell-Nr. des AG:

Objekt: Grundwasserproben

Beschreibung des Prüfgegenstandes: Untersuchung von Grundwasserproben

Prüfauftrag: Prüfung auf vorgegebene Parameter

Probenahme: durch Auftraggeber

Probeneingang: 27.10.2021

Analysenmethoden:

Parameter	Probenvorbereitung	Verfahren
- freie Kohlensäure (als CO ₂)		DIN 38405 (D 8): 1971 *
- Basenkapazität bis pH 8,2		DIN 38409 (H 7):2005-12
- Säurekapazität bis pH 4,3		DIN 38409 (H 7):2005-12
- Aluminium		DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
- Arsen		DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
- Bor		DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
- Barium		DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
- Calcium		DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
- Cadmium		DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
- Kobalt		DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01

ERGO Umweltinstitut GmbH
 Lauensteiner Straße 42
 01277 Dresden
 Telefon (0351) 33 68 60
 Telefax (0351) 33 68 610
 eMail info@ergo-dresden.de
 Internet www.ergo-dresden.de

Handelsregister Dresden HRB 320
 Steuer-Nr. 203/108/08165
 Ust-IdNr. DE140131094
 Geschäftsführer
 Dipl.-Chem. Michael Frind
 Dr. rer. nat. Robert Frind
 Dipl.-Ing. (BA) André Kiesewalter

Bankverbindungen
 Deutsche Bank
 BLZ 870 700 00
 Kto 7701709 00
 IBAN DE65 870 700 000 7701709 00
 BIC/SWIFT DEUT DE 8CXXX

Commerzbank Dresden
 BLZ 850 800 00
 Kto 04 025 593 00
 IBAN DE76 8508 0000 0402 5593 00
 BIC/SWIFT DRES DE FF 850

Parameter	Probenvorbereitung	Verfahren
- Chrom-ges		DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
- Kupfer		DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
- Eisen		DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
- Kalium		DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
- Lithium		DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
- Magnesium		DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
- Mangan		DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
- Natrium		DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
- Nickel		DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
- Blei		DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
- Rubidium		DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
- Silizium		DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
- Strontium		DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
- Uran		DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
- Zink		DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
- Bromid		DIN EN ISO 10304-1 (D 20):2009-07
- Chlorid		DIN EN ISO 10304-1 (D 20):2009-07
- Carbonat		DIN EN ISO 9963-2 (C 24)
- Fluorid		DIN 38405 (D 4):1985-07
- Hydrogencarbonat		DIN 38405 (D 8): 1971 *
- Jodid		DIN EN ISO 10304-1 (D 20):2009-07
- Nitrit		DIN EN 26777 (D 10):1993-04
- Nitrat		DIN EN ISO 10304-1 (D 20):2009-07
- ortho-Phosphat		DIN EN ISO 6878 (D 11):2004-09
- Sulfat		DIN EN ISO 10304-1 (D 20):2009-07
- gelöst. org. Kohlenstoff (DOC)		DIN EN 1484 (H 3):2019-04
- Ammonium		DIN EN ISO 11732 (E 23):2005-05
- gesamt anorganischer Kohlenstoff (TIC)		DIN EN 1484 (H 3):2019-04
- gesamter organischer Kohlenstoff (TOC)		DIN EN 1484 (H 3):2019-04

(*) nicht akkreditiertes Prüfverfahren; (**) Untersuchung erfolgte durch Nachauftragnehmer

Prüfergebnisse: siehe Anlage(n) zum Prüfbericht 21/3803_01/01

Prüfdatum: vom 27.10.2021 bis 03.11.2021

- Bemerkungen:**
- Messwerte mit „<“ entsprechen der Bestimmungsgrenze des angewendeten Analysenverfahrens.
 - Aufbewahrungszeiten (wenn nicht anders vereinbart):
 - Feststoffproben - drei Monate
 - wässrige Proben - zwei Wochen
 - Altholzproben - sechs Monate
 - Die Prüfergebnisse beziehen sich nur auf die untersuchte(n) Probe(n).
 - Der Prüfbericht darf nicht ohne schriftliche Genehmigung des Prüflabors auszugsweise vervielfältigt werden.
 - n. b.: Summe nicht berechnet, da alle Einzelergebnisse unterhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenzen.

ERGO Umweltinstitut GmbH



Laborleiter

		GWMS P16 D-21-10-2281	GWMS H23 D-21-10-2282	Schacht 1 D-21-10-2283
pH-Wert		7,88	8	7,81
Basenkapazität bis pH 8,2	[mmol/l]	0,21	0,05	0,15
Säurekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]	5,22	6,23	5,52
Aluminium	[mg/l]	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Arsen	[mg/l]	< 0,0010	< 0,0010	0,0037
Bor	[mg/l]	0,042	0,041	0,24
Barium	[mg/l]	0,062	0,059	0,021
Calcium	[mg/l]	104	120	263
Cadmium	[mg/l]	0,00014	0,00013	< 0,00010
Kobalt	[mg/l]	< 0,0010	< 0,0010	< 0,0010
Chrom-ges	[mg/l]	< 0,0010	< 0,0010	< 0,0010
Kupfer	[mg/l]	0,0047	0,0052	0,0028
Eisen	[mg/l]	< 0,02	< 0,02	0,025
Kalium	[mg/l]	1,88	2,17	13,9
Lithium	[mg/l]	0,014	0,014	0,055
Magnesium	[mg/l]	24,2	35,9	148
Mangan	[mg/l]	< 0,002	< 0,002	0,006
Natrium	[mg/l]	14,2	9,21	279
Nickel	[mg/l]	0,0012	0,0012	0,023
Rubidium	[mg/l]	0,0014	0,0016	0,0058
Blei	[mg/l]	< 0,0010	< 0,0010	< 0,0010
Silizium	[mg/l]	5,56	5,52	6,83
Strontium	[mg/l]	18,4	18,4	2,98
Uran	[mg/l]	0,0017	0,0017	0,013
Zink	[mg/l]	0,032	0,03	0,0028
Bromid	[mg/l]	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Chlorid	[mg/l]	31,9	23,9	673
Carbonat	[mg/l]	< 15	< 15	< 15
Fluorid	[mg/l]	0,24	0,64	< 0,2
Hydrogencarbonat	[mg/l]	318	380	337
Jodid	[mg/l]	< 20,0	< 20,0	< 20,0
Nitrit	[mg/l]	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Nitrat	[mg/l]	11,1	26,8	10,4
ortho-Phosphat	[mg/l]	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Sulfat	[mg/l]	75	110	702
gelöst. org. Kohlenstoff (DOC)	[mg/l]	1,1	0,82	0,84
Ammonium	[mg/l]	< 0,10	< 0,10	< 0,10
gesamt anorganischer Kohlenstoff (TIC)	[mg/l]	70,7	83,5	63,9
gesamter organischer Kohlenstoff (TOC)	[mg/l]	1,3	0,88	0,85
freie Kohlensäure (als CO ₂)	[mg/l]	9,2	2,2	6,6



Laborleiter

ERGO Umweltinstitut GmbH, Lauensteiner Straße 42, 01277 Dresden

IAF-Radioökologie GmbH
[REDACTED]
Wilhelm-Rönsch-Straße 9
01454 Radeberg

Prüfbericht Nr. 21/3803_02/01

Ausstellungsdatum des Prüfberichtes: 22.06.2022
Gesamtseitenzahl des Prüfberichtes: 3 Seite(n)
Anlagenzahl des Prüfberichtes: 1 Anlage(n)

Kunden-Nr.: 12042
Auftrags-Nr. des AG: 210923-01
Bestell-Nr. des AG:
Objekt: Grundwasserproben
Beschreibung des Prüfgegenstandes: Untersuchung von Grundwasserproben
Prüfauftrag: Prüfung auf vorgegebene Parameter
Probenahme: durch Auftraggeber
Probeneingang: 27.10.2021

Analysenmethoden:

Parameter	Probenvorbereitung	Verfahren
- freie Kohlensäure (als CO ₂)		DIN 38405 (D 8): 1971 *
- Basenkapazität bis pH 8,2		DIN 38409 (H 7):2005-12
- Säurekapazität bis pH 4,3		DIN 38409 (H 7):2005-12
- Aluminium		DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
- Arsen		DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
- Bor		DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
- Barium		DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
- Calcium		DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
- Cadmium		DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
- Kobalt		DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01

ERGO Umweltinstitut GmbH
Lauensteiner Straße 42
01277 Dresden
Telefon (0351) 33 68 60
Telefax (0351) 33 68 610
eMail info@ergo-dresden.de
Internet www.ergo-dresden.de

Handelsregister Dresden HRB 320
Steuer-Nr. 203/108/08165
Ust-IdNr. DE140131094
Geschäftsführer
Dipl.-Chem. Michael Frind
Dr. rer. nat. Robert Frind
Dipl.-Ing. (BA) André Kieseewalter

Bankverbindungen
Deutsche Bank
BLZ 870 700 00
Kto 7701709 00
IBAN DE65 870 700 000 7701709 00
BIC/SWIFT DEUT DE 8CXXX

Commerzbank Dresden
BLZ 850 800 00
Kto 04 025 593 00
IBAN DE76 8508 0000 0402 5593 00
BIC/SWIFT DRES DE FF 850

Parameter	Probenvorbereitung	Verfahren
- Chrom-ges		DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
- Kupfer		DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
- Eisen		DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
- Kalium		DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
- Lithium		DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
- Magnesium		DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
- Mangan		DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
- Natrium		DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
- Nickel		DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
- Blei		DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
- Rubidium		DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
- Silizium		DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
- Strontium		DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
- Uran		DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
- Zink		DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
- Bromid		DIN EN ISO 10304-1 (D 20):2009-07
- Chlorid		DIN EN ISO 10304-1 (D 20):2009-07
- Carbonat		DIN EN ISO 9963-2 (C 24)
- Fluorid		DIN 38405 (D 4):1985-07
- Hydrogencarbonat		DIN 38405 (D 8): 1971 *
- Jodid		DIN EN ISO 10304-1 (D 20):2009-07
- Nitrit		DIN EN 26777 (D 10):1993-04
- Nitrat		DIN EN ISO 10304-1 (D 20):2009-07
- ortho-Phosphat		DIN EN ISO 6878 (D 11):2004-09
- Sulfat		DIN EN ISO 10304-1 (D 20):2009-07
- gelöst. org. Kohlenstoff (DOC)		DIN EN 1484 (H 3):2019-04
- Ammonium		DIN EN ISO 11732 (E 23):2005-05
- gesamt anorganischer Kohlenstoff (TIC)		DIN EN 1484 (H 3):2019-04
- gesamter organischer Kohlenstoff (TOC)		DIN EN 1484 (H 3):2019-04

(*) nicht akkreditiertes Prüfverfahren; (**) Untersuchung erfolgte durch Nachauftragnehmer

Prüfergebnisse: siehe Anlage(n) zum Prüfbericht 21/3803_02/01

Prüfdatum: vom 27.10.2021 bis 03.11.2021

- Bemerkungen:**
- Messwerte mit „<“ entsprechen der Bestimmungsgrenze des angewendeten Analysenverfahrens.
 - Aufbewahrungszeiten (wenn nicht anders vereinbart):
 - Feststoffproben - drei Monate
 - wässrige Proben - zwei Wochen
 - Altholzproben - sechs Monate
 - Die Prüfergebnisse beziehen sich nur auf die untersuchte(n) Probe(n).
 - Der Prüfbericht darf nicht ohne schriftliche Genehmigung des Prüflabors auszugsweise vervielfältigt werden.
 - n. b.: Summe nicht berechnet, da alle Einzelergebnisse unterhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenzen.

ERGO Umweltinstitut GmbH



Laborleiter

		GWMS P16 D-21-10-2281	GWMS H23 D-21-10-2282	Schacht 1 D-21-10-2283
pH-Wert		7,88	8	7,81
Basenkapazität bis pH 8,2	[mmol/l]	0,21	0,05	0,15
Säurekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]	5,22	6,23	5,52
Aluminium	[mg/l]	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Arsen	[mg/l]	< 0,0010	< 0,0010	0,0037
Bor	[mg/l]	0,042	0,041	0,24
Barium	[mg/l]	0,062	0,059	0,021
Calcium	[mg/l]		120	263
Cadmium	[mg/l]	0,00014	0,00013	< 0,00010
Kobalt	[mg/l]	< 0,0010	< 0,0010	< 0,0010
Chrom-ges	[mg/l]	< 0,0010	< 0,0010	< 0,0010
Kupfer	[mg/l]	0,0047	0,0052	0,0028
Eisen	[mg/l]	< 0,02	< 0,02	0,025
Kalium	[mg/l]	1,88	2,17	13,9
Lithium	[mg/l]	0,014	0,014	0,055
Magnesium	[mg/l]	24,2	35,9	148
Mangan	[mg/l]	< 0,002	< 0,002	0,006
Natrium	[mg/l]	14,2	9,21	279
Nickel	[mg/l]	0,0012	0,0012	0,023
Rubidium	[mg/l]	0,0014	0,0016	0,0058
Blei	[mg/l]	< 0,0010	< 0,0010	< 0,0010
Silizium	[mg/l]	5,56	5,52	6,83
Strontium	[mg/l]	18,4	18,4	2,98
Uran	[mg/l]	0,0017	0,0017	0,013
Zink	[mg/l]	0,032	0,03	0,0028
Bromid	[mg/l]	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Chlorid	[mg/l]	31,9	23,9	673
Carbonat	[mg/l]	< 15	< 15	< 15
Fluorid	[mg/l]	0,24	0,64	< 0,2
Hydrogencarbonat	[mg/l]	318	380	337
Jodid	[mg/l]	< 20,0	< 20,0	< 20,0
Nitrit	[mg/l]	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Nitrat	[mg/l]	11,1	26,8	10,4
ortho-Phosphat	[mg/l]	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Sulfat	[mg/l]	75	110	702
gelöst. org. Kohlenstoff (DOC)	[mg/l]	1,1	0,82	0,84
Ammonium	[mg/l]	< 0,10	< 0,10	< 0,10
gesamt anorganischer Kohlenstoff (TIC)	[mg/l]	70,7	83,5	63,9
gesamter organischer Kohlenstoff (TOC)	[mg/l]	1,3	0,88	0,85
freie Kohlensäure (als CO ₂)	[mg/l]	9,2	2,2	6,6

ERGO Umweltinstitut GmbH, Lauensteiner Straße 42, 01277 Dresden

IAF-Radioökologie GmbH

Wilhelm-Rönsch-Straße 9
01454 Radeberg

Prüfbericht Nr. 22/2017_03/01

Ausstellungsdatum des Prüfberichtes: 22.06.2022
Gesamtseitenzahl des Prüfberichtes: 2 Seite(n)
Anlagenzahl des Prüfberichtes: 0 Anlage(n)

Kunden-Nr.: 12042
Auftrags-Nr. des AG: 211018-01
Bestell-Nr. des AG:
Objekt: Analyse Calcium
Beschreibung des Prüfgegenstandes: Untersuchung von Lösungen
Prüfauftrag: Prüfung auf Ca
Probenahme: durch Auftraggeber
Probeneingang: 09.06.2022

Analysenmethoden:

Parameter	Probenvorbereitung	Verfahren
- Calcium		DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09

(*) nicht akkreditiertes Prüfverfahren; (**) Untersuchung erfolgte durch Nachauftragnehmer

Prüfergebnisse:

Probenbez.	ERGO-Nummer	Parameter	Messwert	
P16	D-22-06-0724	Calcium	155	mg/l
P16	D-22-06-0724_1	Calcium	156	mg/l

OS = Originalsubstanz; TM = Trockenmasse

Prüfdatum: vom 09.06.2022 bis 13.06.2022

- Bemerkungen:**
- Messwerte mit „<“ entsprechen der Bestimmungsgrenze des angewendeten Analyseverfahrens.
 - Aufbewahrungszeiten (wenn nicht anders vereinbart):
 - Feststoffproben - drei Monate
 - wässrige Proben - zwei Wochen
 - Altholzproben - sechs Monate
 - Die Prüfergebnisse beziehen sich nur auf die untersuchte(n) Probe(n).
 - Der Prüfbericht darf nicht ohne schriftliche Genehmigung des Prüflabors auszugsweise vervielfältigt werden.
 - n. b.: Summe nicht berechnet, da alle Einzelergebnisse unterhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenzen.

ERGO Umweltinstitut GmbH


Laborleiter