



DECKBLATT



	Projekt	PSP-Element	Obj. Kenn.	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev
		N A A N	N N N N N N N N N N	N N N N N N N	X A A X X	A A	N N N N
EU 095.1	9K	3165.30		HG	RB	0026	01

Titel der Unterlage: Chemismus tiefer Grundwässer - Hydrochemische Untersuchungen und Altersdatierungen an tiefen Grundwässern aus den Träufelrinnen des Schachtes Konrad 2, Revision 1	Seite:
	I.
	Stand:
	16.03.87

Ersteller:	Textnummer:
GSF	

Stempelfeld:

PSP-Element TP. 9K/212235	zu Plan-Kapitel: 3.1.9.6
----------------------------------	---------------------------------

		PL 16.03.87  Freigabe für Behörden	PL  Freigabe im Projekt
--	--	---	--

Diese Unterlage unterliegt samt Inhalt dem Schutz des Urheberrechts sowie der Pflicht zur vertraulichen Behandlung auch bei Beförderung und Vernichtung und darf vom Empfänger nur auftragsbezogen genutzt, vervielfältigt und Dritten zugänglich gemacht werden. Eine andere Verwendung und Weitergabe bedarf der ausdrücklichen Zustimmung der PTB.

Revisionsblatt



EU 095.1	Projekt	PSP-Element	Obj. Kenn.	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev
	N A A N	N N N N N N N N N N	N N N N N N	X A A X X	A A	N N N N	N N
	9K	3165.30		HG	RB	0026	00

Titel der Unterlage: Chemismus tiefer Grundwässer - Hydrochemische Untersuchungen und Altersdatierungen an tiefen Grundwässern aus den Träufelrinnen des Schachtes Konrad 2, Revision 1	Seite: II.
	Stand: 12.02.86

Rev.	Revisionsst. Datum	verant. Stelle	Gegenzeichn. Name	rev. Seite	Kat. *)	Erläuterung der Revision
01	16.03.87	Bk		1	R	Streichen von "Ergänzende Unterlagen zum Plan Endlager"

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

LV-Nr. 2219.05

AP-Nr. 1


~~Ergänzende~~ Unterlagen zum Plan Endlager
Schachtanlage Konrad

Leistungsverzeichnis-Nummer 2219.05

Chemismus tiefer Grundwässer

Arbeitspaket Nummer 1
Hydrochemische Untersuchungen und Altersdatierungen an tiefen
Grundwässern aus den Träufelrinnen
des Schachtes Konrad 2

Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH München
Institut für Tieflagerung


LV-Nr. 2219.05
Chemismus tiefer Grundwässer

AP-Nr. 1
Hydrochemische Untersuchungen und Altersdatierungen an tiefen
Grundwässern aus den Träufelrinnen des Schachtes Konrad 2

Braunschweig, den 12. Februar 1986/Fb/R

Der Bericht wurde im Auftrag der Physikalisch-Technischen
Bundesanstalt (PTB) erstellt. Die PTB behält sich alle Rechte
vor. Insbesondere darf dieser Bericht nur mit Zustimmung der
PTB zitiert, ganz oder teilweise vervielfältigt bzw. Dritten
zugänglich gemacht werden.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Anlagenverzeichnis

Kurzfassung

1	Einleitung	1
2	Situation und Probennahme	2
3	Chemische Analysen	4
4	Chemische Vergleichsanalysen	5
4.1	Vergleich der Analysen	6
4.2	Interpretation des Analysenvergleichs	8
5	Radionuklidanalysen zur Altersbestimmung	10
6	Radionuklidanalysen zur Beweissicherung	11
7	Ergebnisse	12
8	Literaturverzeichnis	14

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 : Darstellung der Analyseergebnisse in einem Konzentrationsdiagramm

Tabellenverzeichnis

- Tabelle 1 : Chemische Analyse, Schacht Konrad 2, Träufelrinne 470 m (16.08.1985)
- Tabelle 2 : Chemische Analyse, Schacht Konrad 2, Träufelrinne 470 m (14.10.1985)
- Tabelle 3 : Chemische Analyse, Schacht Konrad 2, Träufelrinne 870 m (16.08.1985)
- Tabelle 4 : Chemische Analyse, Schacht Konrad 2, Träufelrinne 870 m (24.10.1985)
- Tabelle 5 : Chemische Vergleichsanalysen (Labor 2), Schacht Konrad 2, Träufelrinne 470 m (14.10.1985) und Träufelrinne 870 m (24.10.1985)
- Tabelle 6 : Chemische Vergleichsanalyse (Labor 3), Schacht Konrad 2, Träufelrinne 470 m (14.10.1985)
- Tabelle 7 : Chemische Vergleichsanalyse (Labor 3), Schacht Konrad 2, Träufelrinne 870 m (24.10.1985)
- Tabelle 8 : Analysenvergleich, Schacht Konrad 2, Träufelrinne 470 m, (14.10.1985)
- Tabelle 9 : Analysenvergleich, Schacht Konrad 2, Träufelrinne 870 m (24.10.1985)
- Tabelle 10 : Radionuklidkonzentrationen zur Altersbestimmung
- Tabelle 11 : Schwefel-Isotopenkonzentrationen
- Tabelle 12 : Radionuklidkonzentrationen zur Beweissicherung

Anlagenverzeichnis

Anl. 1 Lage der Träufelrinnen im Schachtschnitt
Schacht Konrad 2

Kurzfassung



Aus zwei Träufelrinnen, die im ausziehenden Wetterschacht Konrad 2 in 470 m und 870 m Teufe angeordnet sind, wurden zu zwei verschiedenen Zeitpunkten (August und Oktober 1985) Wasserproben entnommen. Die Untersuchung der Proben erfolgte hinsichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung, der altersmäßigen Klassifizierung und der Konzentrationen natürlicher Radionuklide. Die Beurteilung der Qualität der chemischen Analysen erfolgte durch einen Analysenvergleich mit von zwei Fremdlabors vorgenommenen Analysen, wodurch eine befriedigende Qualität der bisher ausgeführten Analysen nachgewiesen werden konnte.

Die Untersuchung der Wässer zeigte, daß ein Teil der von den Träufelrinnen aufgefangenen Wässer von Wasserzutritten am Schachtstoß herzuleiten ist. Der Kondenswasseranteil ist dagegen mit Hilfe der Altersbestimmung über C-14 und H-3 erkennbar.

Der an zwei Wasserproben vorgenommene Analysenvergleich zeigte deutlich, wie wichtig solche Qualitätskontrollen dann sind, wenn chemischen Analyseergebnissen eine sicherheitsrelevante Bedeutung zukommt.

1 Einleitung

Im Rahmen der Bearbeitung tiefer Grundwässer im Nahbereich der Schachtanlage Konrad (LV-Nr. 2219.05) waren hydrochemische Untersuchungen und Altersbestimmungen von Wasserproben aus zwei ausgewählten Träufelrinnen im Schacht Konrad 2 Gegenstand des Arbeitspaketes Nr. 3.

Der vorliegende Bericht dokumentiert die chemischen Analysen der im August und Oktober 1985 (Wiederholungsbeprobung) entnommenen Proben, sowie die zur altersmäßigen Beurteilung ermittelten Isotopenkonzentrationen. Die Daten gehen in die Gesamtinterpretation zum "Chemismus tiefer Grundwässer" in LV-Nr. 2219.05/AP7 ein.

2. Situation und Probennahme

Im ausziehenden Wetterschacht Konrad 2 sind insgesamt 4 Träufelrinnen in unterschiedlichen Teufen angeordnet (Anl. 1). Diese fangen u. a. das beim Abkühlen der ausziehenden Wetter auskondensierte und am Schachtstoß niederrinnende Kondenswasser auf und ermöglichen eine geordnete Ableitung der Wässer. Dieses ursprünglich nicht mineralisierte ("destillierte") Wasser belädt sich während des Abwärtsrinnens mit Mineralstoffen, die durch den Abwetterstrom mitgeführt bzw. am Schachtstoß niedergeschlagen waren. Die schließlich in den Träufelrinnen aufgefangenen Wässer sind deshalb in unterschiedlichem Ausmaß mineralisiert. Darüberhinaus finden sich am Schachtstoß gelegentlich Wasserzutritte, deren Wässer ebenfalls durch die Träufelrinnen aufgefangen werden. Dies ist besonders der Fall im Bereich der Träufelrinne 470 m, durch die Wasserzutritte aus dem Bereich des Hils-Sandsteins aufgefangen werden. Die tiefste Träufelrinne bei 870 m nimmt geringfügige Wasserzutritte aus dem Bereich des unteren Korallenooliths auf. Diese beiden Träufelrinnen wurden für eine Untersuchung innerhalb von LV-Nr. 2219.05/AP 1 ausgewählt.

Die Entnahme der Wasserproben erfolgte im August, sowie als Wiederholungsbeprobung, im Oktober 1985. Dabei diente die Erstbeprobung im August 1985 zugleich auch der Erprobung der Vorgehensweise bei der Probenentnahme. Bei der Probenentnahme im Oktober konnten dann die für die Vergleichsanalysen ("Ringanalyse") benötigten Probenmengen gewonnen werden.

Die Träufelrinne 470 m ermöglichte eine relativ unproblematische Probengewinnung. Bei einer gleichmäßigen Schüttung von ca. 3 l/min wurde für die Entnahme der erforderlichen Probenmengen 1 Schicht (7 Stunden) benötigt; darin war die Gewinnung von 720 l Wasser für die Altersbestimmung mittels C-14 enthalten.

Dagegen erforderte die Probenentnahme aus der Träufelrinne 870 m einen wirtschaftlich kaum noch zu vertretenden Aufwand. Die Zulauftrate von ca. 0,05 l/min erforderte eine über 5 Tage andauernde Probennahme, um die erforderlichen Mengen zu gewinnen. Nur so konnten, bei täglicher Schachtbefahrung durch den wissenschaftlichen Bearbeiter, einen Mitarbeiter, drei Schachthauer und einen aufsichtführenden Schachtsteiger, wobei jeweils ein 60 l-Sammelgefäßes ausgetauscht wurde, die für die chemischen Analysen, Radionuklid- und Altersbestimmungen benötigten Wassermengen gesammelt werden. Für die Messung des C-14, die die größte Wassermenge erfordert, konnte auf diese Weise die Minimalmenge von 180 l zur Verfügung gestellt werden.

3. Chemische Analysen

Die Ergebnisse der chemischen Analysen sind in Tab. 1-4 dokumentiert. Eine Darstellung im PIPER-Diagramm (Konzentrations-Dreiecke) zeigt, daß die Wässer der beiden untersuchten Träufelrinnen chemisch sehr ähnlich sind (Abb. 1).

Die chemischen Unterschiede zwischen den beiden Beprobungszeiträumen sind praktisch zu vernachlässigen, da sie innerhalb der Analysengenauigkeit liegen. Dies zeigt, daß unterschiedliche betriebliche Einflüsse, die vor allem für die Träufelrinne im Hils-Bereich aufgrund der Radionuklid-Bestimmungen vermutet werden konnten, die chemische Zusammensetzung der Wässer allenfalls unwesentlich beeinflußt haben.

Zwischen den beiden untersuchten Träufelrinnen bestehen dagegen zwar geringfügige, aber im Beprobungszeitraum reproduzierbare Differenzen. Diese ergeben sich vor allem aus einem höheren Gehalt an Erdalkali-Ionen im Wasser der Träufelrinne 870 m, der auf eine höhere Calcium-Konzentration zurückzuführen ist.

Ungeachtet dieser Unterschiede sind die Wässer aus beiden Träufelrinnen als hochmineralisierte Na-Cl-Wässer zu bezeichnen.

vergleich wurden durch Teilung einer homogenen Gesamtprobe von ausreichender Menge gewonnen. Die zur Abfüllung verwendeten Gefäße und eine evtl. Probenkonservierung wurden nach den Wünschen der beteiligten Labors vorgenommen. Nach der Entnahme wurden die Proben den Labors unverzüglich durch Boten zugestellt.

4.1 Vergleich der Analysen

Die Vergleichsanalysen sind in Tab. 8 und 9 gegenübergestellt. Aus den Vergleichsdaten wurde jeweils der Mittelwert und die Standardabweichung der Einzelbestimmungen vom Mittelwert als Hilfsmittel für die Bewertung der Bestimmungen errechnet. Dazu mußten offensichtliche Ausreißer-Werte vorher eliminiert werden. Das Kriterium der Ausreißer-Elimination wurde anhand der DVWK-Empfehlung zu Inhalt und Genauigkeitsanforderungen chemischer Grundwasseranalysen /1/ bei 10% festgelegt; dies entspricht der ungünstigsten Genauigkeitsanforderung für eine Einzelbestimmung. Wenn die Standardabweichung der Einzelbestimmungen vom Mittelwert durch Elimination eines stark abweichenden Wertes unter 10% zu drücken war, dann wurde dieser Wert als Ausreißer gekennzeichnet und eliminiert. Eine statistische Absicherung dieser Vorgehensweise kann bei nur drei Einzelbestimmungen nicht vorgenommen werden. Sie ist deshalb lediglich als plausibles Vorgehen zu bewerten, das eine Aussage über den "wahren" oder "falschen" Wert nicht zuläßt. Es ist damit lediglich möglich aus vorhandenem Datenmaterial, das trotz der geringen Anzahl von Vergleichsanalysen die Beurteilung des Grundwassers ermöglichen muß, einen plausiblen Wert heranzuziehen.

Der Vergleich der Analysen beider Wasserproben ermöglicht folgende Bewertung:

Die Bestimmung des Natriums erscheint relativ unproblematisch. Die Standardabweichungen von den Mittelwerten sind relativ gering.

Überraschenderweise stellte sich dagegen heraus, daß die Bestimmung des Kaliums offenbar recht problematisch ist. Die Standardabweichung konnte in einem Fall nach Ausreißer-Elimination gerade unter 10% gedrückt werden, im andern Fall (Tab. 8) ist eine solche Entscheidung nicht möglich; die Standardabweichung beträgt dabei 62%.

Beim Nachweis des Strontiums stimmten alle drei Labors relativ gut überein. Der Nachweis dieses für Tiefengrundwässer interessanten Elementes ist deshalb offenbar recht zuverlässig.

Auch bei der Bestimmung des Calciums wichen die beteiligten Labors allenfalls um ca. 2% vom Mittelwert ab, so daß auch dieses Erdalkali-Element offenbar zuverlässig zu bestimmen ist.

Dagegen zeigen die ermittelten Konzentrationen für Eisen und Mangan, deren Bestimmung erfahrungsgemäß eigentlich keine besonderen Schwierigkeiten birgt, z.T. sehr große Abweichungen vom Mittelwert.

Starke Abweichungen vom Mittelwert sind auch beim Barium zu beobachten, dessen Bestimmung erfahrungsgemäß nicht sehr zuverlässig ist. Das Ergebnis entspricht deshalb den Erwartungen.

Bei den Anionen erwies sich die Bestimmung der Chlorid-Konzentration erwartungsgemäß als unproblematisch. Die Abweichungen vom Mittelwert liegen unter 4% und damit innerhalb der Reproduzierbarkeit analytischer Verfahren.

Dagegen konnten die aus den Sulfat-Bestimmungen errechneten großen Standardabweichungen durchaus erwartet werden. Für die Messung der Sulfat-Konzentration in hochsalinaren Lösungen scheint es kein befriedigendes Analysenverfahren zu geben.

Dies gilt in weitaus höherem Maße auch für die Bestimmung des Borat-Ions. Bei Standardabweichungen von über 100 % gibt es keine Möglichkeit mehr, Überlegungen über den evtl. wahren Borat-Gehalt des untersuchten Wassers anzustellen.

Die Bestimmung der Iodid-Konzentrationen zeigte ebenfalls große Schwankungen. Während bei seiner Probe (Träufelrinne 870 m) nach Ausreißer-Elimination ein befriedigendes Ergebnis erzielt werden konnte, differieren bei der zweiten Probe (Träufelrinne 470 m) die Konzentrationsangaben so stark, daß eine Abschätzung des plausibelsten Wertes nicht mehr möglich ist. Die Bestimmung des Iodids muß deshalb als problematisch angesehen werden.

Die für das Bromid ermittelten Konzentrationen streuen dagegen nicht so stark um den Mittelwert, so daß die Bromid-Bestimmung in salinaren Wässern als befriedigend bezeichnet werden kann.

4.2 Aussagemöglichkeiten der Vergleichsanalysen

Der Vergleich von drei chemischen Analysen jeweils ein und derselben Probe ermöglicht nicht die Ermittlung "richtiger" und "falscher" Werte. Auch sind Aussagen über die Qualität einzelner Labors im Prinzip nicht möglich. Dafür würde es einer größeren Zahl teilnehmender Labors bedürfen (die erforderliche Anzahl ist durch DIN 38402 Teil 41 vorgegeben), damit statistische Prüfverfahren angewendet werden können.

Die vorstehende Auswertung des Analysenvergleichs beschränkt sich daher auf eine qualitative Überprüfung der Plausibilität von Differenzen und Übereinstimmungen. Die Tatsache, daß dafür numerische Verfahren (Mittelwertbildung, Berechnung der Standardabweichung) eingesetzt werden, darf keinesfalls zu der Annahme verleiten, daß solche Zahlenwerte über "richtig" und "falsch" entscheiden können; sie lassen lediglich eine qualitative Aussage über die den jeweiligen Bestimmungen zuzuordnende Zuverlässigkeit zu. Die Qualitätsaussage muß überdies wegen der geringen Zahl von nur zwei in den Vergleich einbezogenen Proben auf diese beschränkt werden. Eine allgemeine Aussage über die Analytik hochsalinarer Grundwässer kann daraus auf keinen Fall abgeleitet werden.

Dagegen liegen die errechneten Ionenbilanzen (nur Labor 1 und Labor 3 haben diesen Test auf Vollständigkeit und Richtigkeit ihrer Analysen selbst vorgenommen) mit einer Ausnahme (Träufelrinne 870 m, Analyse von Labor 2) innerhalb der zu fordernden Toleranzen /1/. Wegen der hohen Konzentrationen von Natrium und Chlorid, bei deren Nachweis überdies gute Übereinstimmung erzielt wurden, haben sich die Abweichungen bei der Bestimmung weiterer Ionen, deren Konzentrationen erheblich niedriger liegen, in den Ionenbilanzen nicht auswirken können.

Ein wichtiges Ergebnis des Analysenvergleichs, daß in solchen Fällen, wo chemische Grundwasser-Analysen zu Beweissicherungszwecken oder für sicherheitsrelevante grundwassergenetische Interpretationen heranzuziehen sind auf Qualitätskontrollen, wie z.B. normengerechte Ringanalysen, vor allem bei hoch mineralisierten Grundwässern nicht verzichtet werden sollte. Sie entsprechen deshalb auch dem internationalen Standard bei der hydrogeologischen Untersuchung von Endlagerstandorten.

5. Radionuklidanalysen zur Altersbestimmung

Zur altersmäßigen Klassifizierung der von den Träufelrinnen aufgefangenen und abgeleiteten Wässern wurden an Teilproben die Konzentrationen von 3-H, 2-H, 14-C, 13-C und 18-O gemessen. Die Bestimmung der Tritium-Konzentrationen erfolgte nach partieller Elektrolyse durch Flüssigkeitsszintillationsmessung. Die Messung der Isotope 2-H, 18-O, 14-C und 13-C erfolgte massenspektrometrisch, die Bestimmung von 14-C flüssigkeitsszintillationsspektrometrisch nach Fällung als BaCO_3 und Überführung in Benzol.

Die Tritium-Konzentrationen liegen zwischen $\sim 1,0$ und $3,6$ TU (Tab. 10) und sind damit sehr niedrig. Die Wässer enthalten deshalb hauptsächlich altes Grundwasser, das sich in der Zeit vor 1953 gebildet hat. Die geringen Tritium-Gehalte lassen sich durch Isotopenaustausch und/oder Kondensation aus dem Feuchtegehalt der ausziehenden Grubenwetter ableiten. Eine Beprobung und Untersuchung der Wetterfeuchte im ausziehenden und einziehenden Wetterstrom der Schachtanlage soll der Quantifizierung dieses Anteils dienen. Die Ergebnisse der in der 5. KW 1986 vorgenommenen Beprobung stehen noch aus und werden in LV-Nr. 2219.05/AP 7 diskutiert.

Die 2-H- und 18-O-Konzentrationen der Wasserproben (vgl. Tab. 10) deuten erfahrungsgemäß auf starke Verdunstungseinflüsse hin, was bei Träufelrinnenwässern zu erwarten war.

Die Schwefel-Isotopenkonzentrationen sind in Tab. 11 dokumentiert.

6. Radionuklidanalysen zur Beweissicherung

Zur Feststellung der natürlichen radioaktiven Belastung der Träufelrinnen-Wässer wurden an Teilproben von jeweils von 3×10 l die Aktivitätskonzentrationen von ^{137}Cs , ^{238}U , ^{226}Ra , ^{228}Ra , ^{40}K und die β -Gesamtaktivität gemessen. Die ermittelten Konzentrationen sind in Tab. 12 zusammengestellt. Die in Tab. 12 aufgeführten Nachweisgrenzen gelten auch für die in LV-Nr. 2219.05 AP 4 und AP 5 dokumentierten Radionuklidbestimmungen.

7. Ergebnisse

Die aus zwei Träufelrinnen (470 m und 870 m Teufe) im ausziehenden Wetterschacht Konrad 2 wiederholt entnommenen Wasserproben haben eine gut reproduzierbare chemische Zusammensetzung gezeigt. Das bedeutet, daß die Proben nicht durch außergewöhnliche Frischwasserzuflüsse (z.B. verursacht durch Bruch der Frischwasserleitung o.ä.) wesentlich verändert waren. Die Proben sind demnach repräsentativ für die Wässer der jeweiligen Träufelrinnen.

Erwartungsgemäß enthielten die Proben Tritium, das bereits im Feuchtegehalt der einziehenden Wetter gelöst ist. Der Tritiumgehalt ist jedoch sehr gering, so daß die Träufelrinnen auch noch aus anderen Quellen als der Kondensation der ausziehenden Wetter nennenswerte Wassermengen geliefert bekommen müssen.

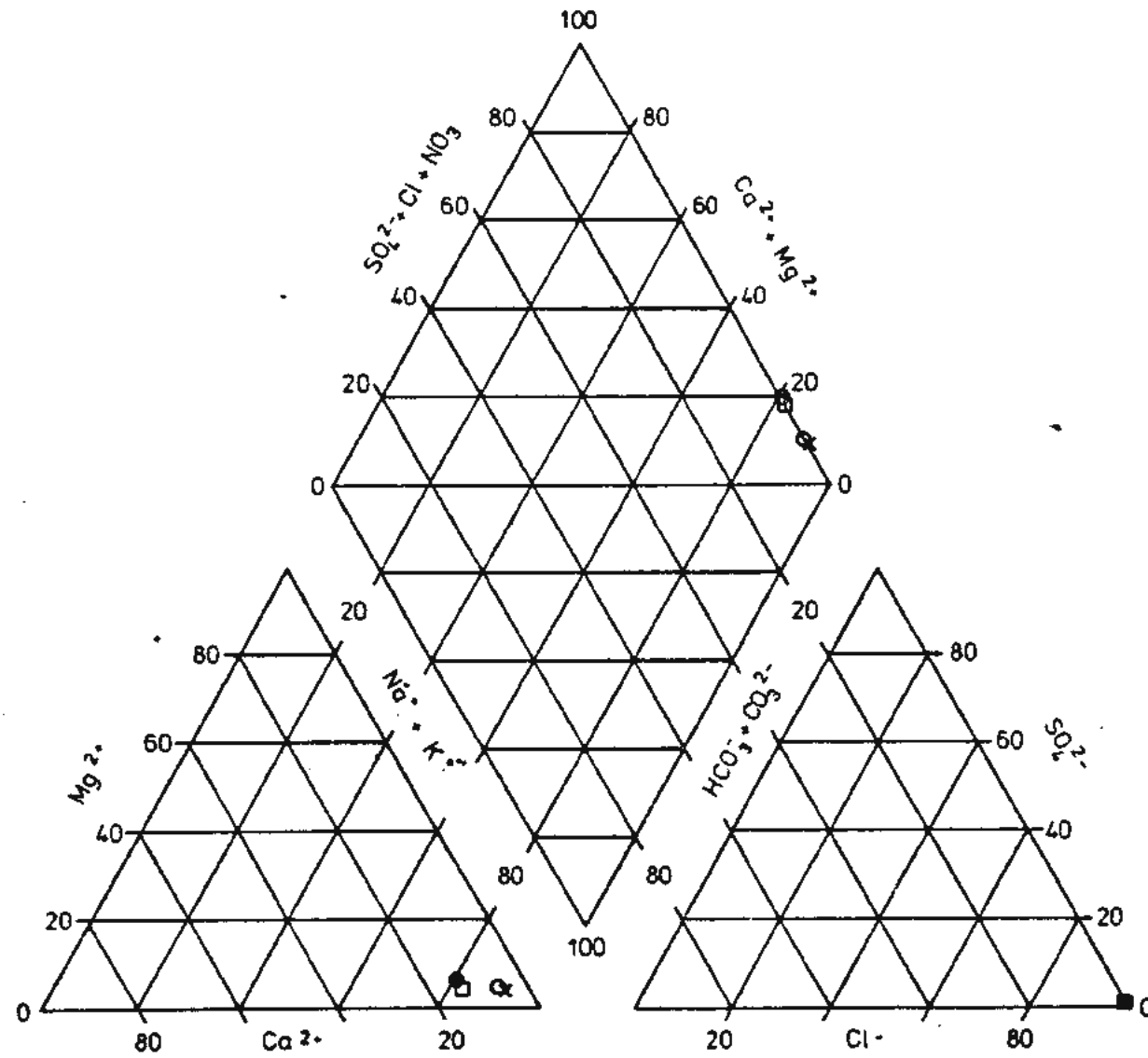
Eine nach vorangegangener mehrwöchiger gründlicher Schachtreinigung am 30.01.1986 durchgeführte Schachtbefahrung zeigte, daß alle vorhandenen Träufelrinnen, vor allem die in 470 m Teufe angeordnete, Wasser erhalten, das durch den Schachtstoß Zutritt. Die aus dem Hils-Sandstein (470 m Teufe) bzw. aus dem unteren Korallenoolith austretenden hochmineralisierten Tiefengrundwässer liefern wahrscheinlich einen großen Teil der von den Träufelrinnen erfaßten Wässer.

Die Gesamt-Wassermenge ist jedoch lediglich bei der in 470 m Teufe angeordneten Träufelrinne nennenswert (ca. 3 l/min), während die Träufelrinne in 870 m Teufe nur eine Wassermenge von ca. 0,05 l/min. lieferte.

Der zur Qualitätssicherung der chemischen Analytik durchgeführte Analysenvergleich zwischen Labor des IfT und zwei Fremdlabors zeigte, daß die Analysenergebnisse des Labors des IfT zufriedenstellend sind. Er zeigte gleichzeitig aber auch, daß die Analytik hochmineralisierter Wässer noch nicht völlig unproblematisch zu sein scheint und daß deshalb auf solche Qualitätsüberprüfungen (durchgeführt möglichst in Anlehnung an DIN ISO 5725, DIN 38402 Teil 41 und 42) dann nicht verzichtet werden sollte, wenn den Analysenergebnissen eine sicherheitsrelevante Bedeutung zukommt.

8. Literaturverzeichnis

- /1/ DVWK (1979): Empfehlungen zu Umfang, Inhalt und Genauigkeitsanforderungen bei chemischen Grundwasseruntersuchungen. - DVWK-Regeln zur Wasserwirtschaft, H. 111, 6 S.; Hamburg, Berlin (Parey).



- Träufelrinne 870 m (16.8.1985)
- Träufelrinne 870 m (24.10.1985)
- Träufelrinne 470 m (16.8.1985)
- × Träufelrinne 470 m (14.10.1985)

Projekt:			
Schachanlage Konrad Salzgitter			
Leistungskatalog: Teilaufgabe Nr. 2219.05 Arbeitspaket Nr. 1			
Bemerkung:		Objekt: Analysen von Wasserproben an den Träufelrinnen	
Einzelheit: Konzentrations - Diagramm			
	Datum	Name	Maßstab
bearb	2 / 86		
gez	2 / 86		Abb. 1
Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH München Institut für Trieflagerung			

Tab. 1: Chemische Analyse, Schacht
Konrad 2 Träufelrinne +70 m (16.08.1985)

gsf

Gesellschaft für Strahlen- und
Umweltforschung mbH
Institut für Tief Lagerung
Abteilung für Endlagersicherheit

01.01.1980

Chemische Analyse

Probe: Konrad 2 Träufelrinne 470 m (16.08.1985)

Dichte		(g/cm ³)		1,104200
elektr. Leitfähigkeit		(mS/cm)		152,100
Temperatur		(°C)		14,80
pH-Wert		(pH)		8,12
Redoxpotential		(mV)		224,00
Abdampfrückstand		(mg/l)		171400,00
Gesamtrückstand		(mg/l)		181063,70
Nichtkarbonathärte		(°dH)		976,44
Karbonathärte		(°dH)		2,42
Gesamthärte		(°dH)		978,85
Na ⁺	35317,30	mg/l	2406,179 mval/l	43,337 mval-%
K ⁺	110,75	mg/l	2,933 mval/l	0,051 mval-%
Li ⁺	1,00	mg/l	0,144 mval/l	0,002 mval-%
Br ²⁺	463,80	mg/l	10,587 mval/l	0,191 mval-%
Ca ²⁺	4625,21	mg/l	230,799 mval/l	4,157 mval-%
Mg ²⁺	1304,36	mg/l	107,333 mval/l	1,933 mval-%
Cl ⁻	28573,52	mg/l	2780,400 mval/l	50,077 mval-%
SO ₄ ²⁻	442,68	mg/l	9,217 mval/l	0,166 mval-%
HCO ₃ ⁻	52,66	mg/l	0,863 mval/l	0,016 mval-%
CO ₃ ²⁻	0,00	mg/l	0,000 mval/l	0,000 mval-%
CO ₂	59,41	mg/l		
Fe ²⁺	3,760	mg/l		
Mn ²⁺	0,320	mg/l		
Al ³⁺	0,240	mg/l		
Si	0,380	mg/l		
In ²⁺	N.D.			
Ba ²⁺	0,660	mg/l		
Pb ²⁺	0,165	mg/l		
NH ₄ ⁺	N.D.			
			PO ₄ ³⁻	N.D.
			BO ₃ ³⁻	72,760 mg/l
			I ⁻	5,130 mg/l
			Br ⁻	39,320 mg/l
			NO ₃ ⁻	N.D.
			NO ₂ ⁻	N.D.
			F ⁻	N.D.
Summe Kationen		2759,06 (mval/l)		
Summe Anionen		2794,23 (mval/l)		
Gesamtmineralisation		5552,29 (mval/l)		
Ionenbilanz		-0,65 (%)		

Tab. B: Chemische Analyse, Bohrung
Konrad B. Träufelrinne 470 m (14.10.1985).

gsf

Gesellschaft für Strahlen- und
Umweltforschung mbH
Institut für Tief Lagerung
Abteilung für Endlagersicherheit

01.01.1980

Chemische Analyse

Probe: Konrad B. Träufelrinne 470 m (14.10.1985)

Dichte	(g/cm ³)	1.109800
elektr. Leitfähigkeit	(mS/cm)	169.800
Temperatur	(°C)	15.00
pH-Wert	(---)	6.62
Redoxpotential	(mV)	N.D.
Abdampfrückstand	(mg/l)	181400.00
Gesamtrückstand	(mg/l)	167578.40
Nichtkarbonathärte	(°dH)	1024.54
Karbonathärte	(°dH)	2.28
Gesamthärte	(°dH)	1026.82

Na ⁺	57370.80	mg/l	2495.493	mval/l	43.243	mval-%
K ⁺	116.43	mg/l	2.978	mval/l	0.052	mval-%
Li ⁺	1.20	mg/l	0.173	mval/l	0.003	mval-%
Br ²⁺	440.01	mg/l	10.044	mval/l	0.174	mval-%
Ca ²⁺	5019.00	mg/l	250.399	mval/l	4.339	mval-%
Mg ²⁺	1281.50	mg/l	105.452	mval/l	1.827	mval-%
Cl ⁻	102575.93	mg/l	2893.294	mval/l	50.136	mval-%
SO ₄ ²⁻	447.74	mg/l	9.322	mval/l	0.162	mval-%
HCO ₃ ⁻	49.73	mg/l	0.815	mval/l	0.014	mval-%
CO ₃ ²⁻	0.00	mg/l	0.000	mval/l	0.000	mval-%
CO ₂	48.81	mg/l				
Fe ²⁺	0.600	mg/l				
Mn ²⁺	0.160	mg/l				
Al ³⁺	0.180	mg/l				
Si	1.590	mg/l				
Er ²⁺	N.D.					
Ba ²⁺	0.890	mg/l				
Pb ⁺	0.000	mg/l				
NH ₄ ⁺	N.D.					
			PO ₄ ³⁻		N.D.	
			BO ₃ ³⁻		56.280	mg/l
			I ⁻		4.440	mg/l
			Br ⁻		212.680	mg/l
			NO ₃ ⁻		N.D.	
			NO ₂ ⁻		N.D.	
			F ⁻		0.000	mg/l

Summe Kationen	2864.58	(mval/l)
Summe Anionen	2906.34	(mval/l)
Gesamtmineralisation	5770.91	(mval/l)

Ionenbilanz -0.72 (%)

Tab. 3: Chemische Analyse, Probe
Konrad 2 Träufelrinne 370 - 16.08.1985

gsf

Gesellschaft für Strahlen- und
Umweltforschung mbH
Institut für Tief Lagerung
Abteilung für Endlagersicherheit

01.01.1980

Chemische Analyse

Probe: Konrad 2 Träufelrinne 370 a (16.08.1985)

Dichte		(g/cm ³)		1,122200		
elektr. Leitfähigkeit		(mS/cm)		183,900		
Temperatur		(°C)		23,20		
pH-Wert		(- - -)		N.D.		
Redoxpotential		(mV)		N.D.		
Abdampfrückstand		(mg/l)		203150,00		
Gesamtrückstand		(mg/l)		189770,20		
Nichtkarbonathärte		(°dH)		1844,00		
Karbonathärte		(°dH)		N.D.		
Gesamthärte		(°dH)		1,0.		
Na ⁺	58403,45	mg/l	2540,410	mval/l	73,753 mval-%	
K ⁺	217,43	mg/l	5,561	mval/l	0,085 mval-%	
Li ⁺	2,46	mg/l	0,755	mval/l	0,005 mval-%	
Br ²⁺	553,72	mg/l	12,639	mval/l	0,194 mval-%	
Ca ²⁺	2537,01	mg/l	475,399	mval/l	7,297 mval-%	
Mg ²⁺	1066,26	mg/l	170,028	mval/l	2,607 mval-%	
Cl ⁻	117207,62	mg/l	3306,000	mval/l	50,695 mval-%	
SO ₄ ²⁻	401,41	mg/l	8,358	mval/l	0,128 mval-%	
HCO ₃ ⁻	N.D.					
CO ₃ ²⁻	N.D.					
CO ₂	N.D.					
Fe ²⁺	<	0,409	mg/l	PO ₄ ³⁻	N.D.	
Mn ²⁺	<	2,140	mg/l	SO ₃ ²⁻	43,470	mg/l
Al ³⁺	<	0,190	mg/l	I ⁻	13,170	mg/l
Si	<	0,380	mg/l	Br ⁻	321,650	mg/l
In ²⁺	N.D.			NO ₃ ⁻	N.D.	
Ba ²⁺	<	0,450	mg/l	NO ₂ ⁻	N.D.	
Rb ⁺	<	0,000	mg/l	F ⁻	0,000	mg/l
NH ₄ ⁺	N.D.					
Summe Kationen		3204,98	(mval/l)			
Summe Anionen		3316,68	(mval/l)			
Gesamtmineralisation		6521,66	(mval/l)			
Ionenbilanz		-1,71	(%)			

Tab. 1: Chemische Analyse, Schacht
Konrad B. Träufelrinne B70 n (24.10.1985)

gsf

Gesellschaft für Strahlen- und
Umweltforschung mbH
Institut für Tief Lagerung
Abteilung für Endlagersicherheit

01.01.1980

Chemische Analyse

Probe: Konrad B. Träufelrinne B70 n (24.10.1985)

Dichte	(g/cm ³)	1,143000	
elektr. Leitfähigkeit	(mS/cm)	172,000	
Temperatur	(°C)	23,00	
pH-Wert	(---)	5,45	
Redoxpotential	(mV)	N.D.	
Abdampfrückstand	(mg/l)	232600,00	
Gesamtrückstand	(mg/l)	212151,20	
Nichtkarbonathärte	(°dH)	2049,94	
Karbonathärte	(°dH)	0,08	
Gesamthärte	(°dH)	2049,02	
Na ⁺	66490,80 mg/l	2992,191 mval/l	39,489 mval-%
K ⁺	252,58 mg/l	6,460 mval/l	0,088 mval-%
Li ⁺	2,64 mg/l	0,380 mval/l	0,005 mval-%
Br ²⁺	552,79 mg/l	12,618 mval/l	0,170 mval-%
Ca ²⁺	11156,00 mg/l	556,687 mval/l	7,601 mval-%
Mg ²⁺	1974,10 mg/l	162,444 mval/l	2,218 mval-%
Cl ⁻	130452,86 mg/l	3679,600 mval/l	50,240 mval-%
SO ₄ ²⁻	121,26 mg/l	9,771 mval/l	0,120 mval-%
PO ₄ ³⁻	1,71 mg/l	0,028 mval/l	0,000 mval-%
CO ₃ ²⁻	0,00 mg/l	0,000 mval/l	0,000 mval-%
CO ₂	96,73 mg/l		
Fe ²⁺	18,670 mg/l		PO ₄ ³⁻ N.D.
Mn ²⁺	1,840 mg/l		SO ₃ ²⁻ 75,210 mg/l
Al ³⁺	0,180 mg/l		I ⁻ 32,530 mg/l
Si	3,780 mg/l		Br ⁻ 712,440 mg/l
Zn ²⁺	N.D.		NO ₃ ⁻ N.D.
Ba ²⁺	1,030 mg/l		NO ₂ ⁻ N.D.
Rb ⁺	N.D.		F ⁻ N.D.
NH ₄ ⁺	N.D.		
Summe Kationen	7631,53 (mval/l)		
Summe Anionen	3692,54 (mval/l)		
Gesamtmineralisation	7324,07 (mval/l)		
Ionensilanz	-0,83 (%)		

NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT

Az 111 T - 1 01 000 00 -

Chemische, physikalische, biologische und bakteriologische Untersuchungsergebnisse

der in Hydrogeologisches Untersuchungsprogramm Konrad
 an 24.10.85 durch Einsender entnommenen Probe(n).
 Witterung

	Probe Nr.	13 366	13 365
	Bezeichnung der Probe	Traufelrinne 620 m	Traufelrinne 470 m
	Zeit der Entnahme		14.10
	Wassermenge z Z der Probeentnahme l/s		
114	Wassertemperatur °C	-	25,0 / -
	Geruch		
	Aussehen		- 545
303	Volumen d absetzb Stoffe ml/l		
304	Massenkonz d absetzb Stoffe mg/l		
301	Abfiltrierbare Stoffe mg/l		
302	Gluhrückstand d abfiltr St %		
-	Schlammindex in Mohman) ml/g		
299	Abdampfdruckstand mg/l	230 000	170 000
300	Gluhrückstand mg/l		
115	pH-Wert	3,05	6,82 / 6,50
116	El Leitfähigkeit $\mu S/cm$	172,4/196000	1696 /173900
359	Saurekapazität mmol/l		
359	Basekapazität mmol/l		
141	Ammonium mg/l N FM	51	36
142	Nitrit mg/l N FM	0,03	0,14
143	Nitrat mg/l N FM	0,09	0,09
356	Kjeldahl-Stickstoff mg/l N		
144	o-Phosphat mg/l P	nicht durchführbar zu hoher Salzgehalt	
307	PV mg/l O ₂		
308	CSB mg/l O ₂		
309	CSB bei mehrals 1g/l Chlorid mg/l O ₂		
310	CSB Kurzzeitverfahren mg/l O ₂		
309	DO ₂ mg/l O ₂		
311	BSB mit Verd mg/l O ₂		
312	BSB o Verd m Anr mg/l O ₂		
313	BSB o Verd o Anr mg/l O ₂		
314	BSB o Verd m Anr mg/l O ₂		
315	BSB o Verd o Anr mg/l O ₂		
27	Sauerstoffgehalt elektr μW mg/l O ₂		4,3
317	Fäulnisfähigkeit, Entfärbung nach		

b.w.

Probe Nr.	13 366	13 365	
Bezeichnung der Probe			
Sulfid Schwefel mg/l H ₂ S FM mg/l H ₂ S			140
Org Säuren, wdl mg/l			316
Phenolindex mg/l			318
Phenolindex n. Dest mg/l			319
Phenol FM mg/l			320
IR-Untersuchung mg/l			
GC-Untersuchung			
Lithium mg/l Li	wegen hohem Salzgehalt Störung mit AAS-Add. Verf. Probe nicht meßbar		
Natrium mg/l Na	64 000	57 000	
Kalium mg/l K	290	160	
Gesamthärte mmol/l			357
Strontium mg/l sr	600	460	
Calcium mg/l Ca	11 000	5 100	196
Magnesium mg/l Mg	2 200	1 400	195
Karbonathärte mg/l	-	0,80	358
Chlorid mg/l Cl	131 000	101 000	133
Sulfat mg/l SO ₄	ca. 610	890	138
Kohlensäure, aggress mg/l CO ₂	-	<1	278
Eisen ges. HNO ₃ mg/l Fe	23	1,2	215
Mangan " " mg/l Mn	2,3	0,28	214
Bromid mg/l Br	620	190	279
Aluminium ges. HNO ₃ mg/l Al	<0,15	<0,15	
Jodid mg/l I	30	8,8	208
Borat mg/l B	19	13	221
Nickel mg/l Ni			213
Zink mg/l Zn			214
Blei mg/l Pb			217
Cadmium mg/l Cd			227
Quecksilber mg/l Hg			229
Silicium mg/l Si	2,8	1,8	230
Barium mg/l Ba	0,66	1,2	

Tabelle 5: Chemische Vergleichsanalysen (Labor 2)

Tabelle 6: Chemische Vergleichsanalyse (Labor 3)
Schacht Konrad 2, Träufelrinne 470 m
(14.10.1985)

FULDATAL.

DEN 22.01.1985

ABT. WASSERLABOR

ANALYSENNUMMER:

CHEMISCHE LABORNANALYSE

PROJEKT: GSF
TRÄUFELRINNE 470 m
14.10.1985

TEMPERATUR	25.0	°C	DICHTE	1.109	
SAUERSTOFF	4.3	mg/l	SCHÜTTUNG	0.05	l/s
ALUMINIUM	0.24	mg/l	AMMONIUM	55.00	mg/l
BARIUM	1.30	mg/l	BLEI	1.80	mg/l
BOR	0.50	mg/l	CASIUM	2.30	mg/l
NITRIT	0.00	mg/l	JODID	12.70	mg/l
HEYER-VER.	1.00	mg/l	PHOSPHAT	0.00	mg/l
REDOX-POT.	-54	mV			

LEITFAEHIGKEIT : 148000
PH : 6.7
GESAMTHAERTE : 969.2
KARBONATHAERTE : 2.9
NICHTKARBONATHAERTE: 966.4

KATIONEN		mg/l	mval/l	mval-%
Lithium	(Li ⁺)	1.40	0.20	0.01
Natrium	(Na ⁺)	64100.00	2738.17	88.38
Kalium	(K ⁺)	364.00	9.31	0.30
Magnesium	(Mg ⁺⁺)	1030.00	84.70	2.68
Calcium	(Ca ⁺⁺)	5240.00	261.48	8.29
Strontium	(Sr ⁺⁺)	459.00	10.48	0.33
Mangan	(Mn ⁺⁺)	0.68	0.02	0.00
Eisen	(Fe ^{++/+++})	11.20	0.40	0.01
	Summe:	71206.28	3154.78	100.00

ANIONEN		mg/l	mval/l	mval-%
Chlorid	(Cl ⁻)	108500.00	3060.65	99.75
Bromid	(Br ⁻)	176.00	2.20	0.07
Nitrat	(NO ₃ ⁻)	0.00	0.00	0.00
Sulfat	(SO ₄ ⁻⁻)	219.00	4.58	0.15
Hydrogencarbonat	(HCO ₃ ⁻)	61.00	1.00	0.03
	Summe :	108956.00	3068.41	100.00
	Gesamtsumme:	180162.28		

Tabelle 7: Chemische Vergleichsanalyse (Labor 3)
Schacht Konrad 2, Träufelrinne 870 m
(24.10.1985)

FULDATAL, DEN 22.01.1985

ABT. WASSERLABOR

ANALYSENUMMER:

CHEMISCHE LABORANALYSE

PROJEKT: GSF
TRÄUFELRINNE 870 m
24.10.1985

TEMPERATUR	oC	DICHTE		
SAUERSTOFF	mg/l	SCHÜTTUNG		l/s
ALUMINIUM	0.32 mg/l	AMMONIUM	96.20	mg/l
BARIUM	2.00 mg/l	BLEI	2.70	mg/l
BOR	1.20 mg/l	CÄSIUM	3.10	mg/l
NITRIT	0.00 mg/l	JODID	24.00	mg/l
HEYER-VER.	13.20 mg/l	PHOSPHAT	0.00	mg/l
REDOX-POT.	mV			

LEITFAEHIGKEIT : 191400
pH : 5.1
GESAMTHAERTE : 1866.4
KARBONATHAERTE : 0.3
NICHTKARBONATHAERTE: 1866.1

KATIONEN		mg/l	mval/l	mval-%
Lithium	(Li+)	2.20	0.32	0.01
Natrium	(Na+)	71000.00	3088.30	81.56
Kalium	(K+)	632.00	16.16	0.43
Magnesium	(Mg++)	1190.00	97.56	2.53
Calcium	(Ca++)	11400.00	568.66	15.02
Strontium	(Sr++)	622.00	14.20	0.37
Mangan	(Mn++)	2.00	0.07	0.00
Eisen	(Fe++/+++)	19.80	0.71	0.02
	Summe:	84568.00	3786.48	100.00

ANIONEN		mg/l	mval/l	mval-%
Chlorid	(Cl-)	130500.00	3681.24	99.67
Bromid	(Br-)	624.00	7.81	0.21
Nitrat	(NO3-)	0.00	0.00	0.00
Sulfat	(SO4--)	214.00	4.48	0.12
Hydrogencarbonat	(HCO3-)	6.10	0.10	0.00
	Summe :	131344.10	3693.61	100.00
	Gesamtsumme:	216212.10		

Tabelle 8 : Analysenvergleich

Schacht Konrad 2, Träufelrinne 470 m (14.10.1985)

	Labor 1	Labor 2	Labor 3	N	Mittelwert	Standard- abweichung
	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(-)	(mg/l)	(%)
Na	57370,80	57000	<u>64100</u>	2	57 200	+ 0,5
K	116,43	160	364	3	213	+ 62,0
Sr	440,01	460	459	3	453	+ 2,5
Ca	5018,00	5100	5240	3	5 120	+ 2,2
Mg	1281,50	1400	1030	3	1 240	+ 15,3
Fe	0,60	1,2	11,2	3	4,33	+ 137,4
Mn	0,16	0,28	0,68	3	0,37	+ 72,9
Ba	<u>0,89</u>	1,2	1,3	2	1,25	+ 5,7
Cl	102575,93	101000	108500	3	104 000	+ 3,8
SO ₄	447,74	890	219	3	519	+ 65,7
BO ₃	56,28	13	(2,72)	3	24,0	+ 118,4
I	4,44	8,8	12,7	3	8,65	+ 47,8
Br	<u>212,68</u>	190	176	2	183	+ 5,4
HCO ₃	49,73	(48,81)	<u>61,0</u>	2	49,3	+ 1,3

() aus den Analysen-Angaben errechnete Konzentrationen

 "Ausreißer"-Wert

Tabelle 9 : Analysenvergleich

Schacht Konrad 2, Traufelrinne 870 m (24.10.1985)

	Labor 1	Labor 2	Labor 3	N	Mittelwert	Standard- abweichung
	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(-)	(mg/l)	(%)
Na	66490,80	64000	71000	3	67 200	\pm 5,3
K	252,58	290	<u>632</u>	2	271	\pm 9,8
Sr	552,78	600	622	3	592	\pm 6,0
Ca	11156,00	11000	11400	3	11200	\pm 1,8
Mg	1974,00	2200	<u>1190</u>	2	2090	\pm 7,7
Fe	18,67	23	19,8	3	20,5	\pm 11,0
Mn	1,84	2,3	2,0	3	2,05	\pm 11,4
Ba	1,03	0,86	2,0	3	1,30	\pm 47,4
Cl	130452,86	131000	130500	3	131 000	\pm 0,2
SO ₄	421,26	ca. 610	214	3	415	\pm 47,7
BO ₃	76,21	19,0	(6,53)	3	33,9	\pm 109,6
I	32,53	30,0	<u>24,0</u>	2	31,3	\pm 5,7
Br	712,44	620	624	3	652	\pm 8,0
HCO ₃	1,71	0	6,10	3	2,6	\pm 120,9

() aus den Analysen-Angaben errechnete Konzentrationen

 "Ausreißer"-Wert

Tabelle 10: Radionuklidkonzentrationen zur Altersbestimmung

Probe	3-H (TU)	14-C (‰mod)	13-C (‰o)	2-H (‰o)	18-O (‰o)
Träufelrinne 470 m (16.08.1985)	3,5 \pm 0,7	-	-	-27,4	-1,6
Träufelrinne 470 m (14.10.1985)	2,3 \pm 0,7	-	-	-	-
Träufelrinne 870 m (16.08.1985)	1,0	-	-	-24,5	-0,62
Träufelrinne 870 m (18.10.1985)	3,6 \pm 0,7	-	-	-	-

Tabelle 11 : Schwefel - Isotopenbestimmungen

Entnahmestelle	Entnahmedatum	^{34}S (‰)
Schacht Konrad 2, Träufelrinne 470 m	16.08.1985	+ 43,0
Schacht Konrad 2, Träufelrinne 870 m	16.08.1985	+ 31,7

Tabelle 12 : Spezifische Aktivitäten (Bq/l) natürlicher Radionuklide in Wässern aus den Träufelrinnen in Schacht Konrad 2

	Träufelrinne 470 m	Träufelrinne 870 m
Cs - 137	$\leq 0,03$	$\leq 0,04$
U - 238	$\leq 1,2$	$\leq 2,3$
Ra - 226	$1,2 \pm 0,1$	$3,6 \pm 0,1$
Ra - 228	$2,3 \pm 1,0$	$8,1 \pm 1,0$
B - Gesamtaktivität	$\leq 14,0$	$21,0 \pm 9,0$
K - 40	$4,8 \pm 0,3$	$8,7 \pm 0,5$

: kleiner als oder gleich Nachweisgrenze : 3 Standardabweichungen des Untergrundes bzw. des Blindwertes gemäß Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen, Gem. MIN-Blatt A, S. 665, 1979.
Fehlerangabe: einfache Standardabweichung

Die gammaspektrometrischen Messungen wurden so vorgenommen, daß eine Nachweisgrenze von ca. 2 pCi/l (entspr. ca. 0,074 Bq/l) bei Co-60 erreicht wurde.