



DECKBLATT

Projekt	PSP-Element	Obj. Kenn.	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
EU 050	9 K	3166.34	-	H G	RB	0018 00

Titel der Unterlage: Analysen quartären Grundwassers Radionuklidbestimmung an Wasserproben	Seite:
	I.
Ersteller: GSF	Stand:
	21.04.86
	Textnummer:

Stempelfeld:

PSP-Element TP...9K/21222	zu Plan-Kapitel: 3.1.8
PL 24.06.86	PL 24.06.86
Freigabe für Behörden	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 050	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
	9 K	3166.34	-	HG	RB	0018	00

Titel der Unterlage:  Analysen quartären Grundwassers Radionuklidbestimmung an Wasserproben	Seite: II.
	Stand: 21.04.86

Rev.	Revisionsst. Datum	verant. Stelle	Gegenzeichn. Name	rev. Seite	Kat. *)	Erläuterung der Revision

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

Ergänzende Unterlagen zum Plan Endlager Schachtanlage Konrad

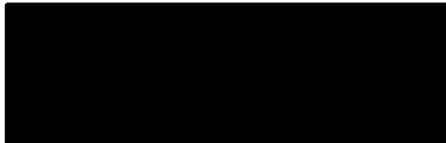
Leistungsverzeichnis-Nummer 2219.06

Analysen quartären Grundwassers

Arbeitspaket Nummer 5

Radionuklidbestimmung an Wasserproben

Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH München  
Institut für Tieflagerung



LV-Nr. 2219.06

Analysen quartären Grundwassers

AP-Nr. 5

Radionuklidbestimmung an Wasserproben

Braunschweig, den 21.04.1986

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

		Seite
	Kurzfassung	1
1	Einleitung und Aufgabenbeschreibung	2
2	Probennahmeorte	4
3	Probennahme und -behandlung	5
4	Messung des Aktivitätskonzentration	6
4.1	Nachweisgrenzen	6
4.2	Meßverfahren	7
5	Meßergebnisse	9
	Verzeichnis der Abbildungen 1	11
	Verzeichnis der Tabellen 1-2	13
	Verzeichnis der Anlagen 1	17
	Literatur	19

Kurzfassung

Radionuklidbestimmung an quartären Grundwasserproben aus dem Nahbereich der Schachtanlage Konrad

Stichwörter: Beweissicherung, Konrad, Radionuklidbestimmung, oberflächennahes Grundwasser

Im Rahmen der Beweissicherung und Beurteilung von quartären Grundwässern werden zu Zeiten unterschiedlicher Grundwasserstände Radionuklidbestimmungen an Grundwässern aus Grundwassermeßstellen in der Umgebung der Schachtanlage Konrad vorgenommen. Ziel dieser Arbeiten ist die Aufnahme des "Nullzustandes" vor einer geplanten Inbetriebnahme der Schachtanlage Konrad als Endlager für radioaktive Abfälle.

## 1 Einleitung und Aufgabenbeschreibung

Die GSF wurde von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt beauftragt, im Rahmen der Untersuchungen zum Plan Konrad die radiologische Vorbelastung durch natürliche und künstliche Radionuklide von quartären Grundwässern am Standort Konrad zu messen. Diese Messungen dienen in erster Linie der Beweissicherung im Sinne einer Erfassung des Zustandes der quartären Grundwässer vor dem Beginn des Endlagerbetriebs.

Für dieses Meßprogramm wurde aus der Vielzahl der am Standort bereits vorhandenen Grundwassermeßstellen eine repräsentative Auswahl von 30 Probenahmestellen ausgewählt. Bei der Auswahl wurden vorrangig geologische, hydrogeologische sowie anthropogene Einflußfaktoren berücksichtigt. Die ausgewählten Meßstellen wurden wegen des periodischen Verlaufes der Grundwasserstände im November (Grundwassertiefstand) und im Mai des Folgejahres (Grundwasserhöchststand) beprobt.

Die nachzuweisenden Radionuklide und die bei den Messungen geforderten Nachweisgrenzen wurden in Anlehnung an die in der Richtlinie /2/ vorgeschriebenen Messungen an Oberflächengewässern festgelegt. Darüberhinaus wurden noch Messungen einzelner besonderer, radioökologisch wichtiger Nuklide, die in radioaktiven Abfällen vorkommen, vorgesehen.

Im einzelnen werden die Proben auf ihren Gehalt an folgenden Radionukliden ausgemessen:

H 3 (Tritium)	U 238 (Th 234)
Sr 90	Ra 226 (Pb 214/Bi 214)
Cs 137	Pb 210
Pu 239 + 240*	Th 232 (Ra 228)
	K 40

\* Stichproben

Neben den Einzelnuclidbestimmungen wurde noch die Brutto- $\beta$ -Aktivität bestimmt.

Neben den künstlichen Radionukliden, die vornehmlich oberirdischen Kernwaffenversuchen entstammen, wird noch der Gehalt an einigen Radionukliden aus den natürlichen Zerfallsreihen des U 238 und des Th 232 gemessen. Zur Bestimmung der Rest-Beta-Aktivität (Gesamt-Beta-Aktivität abzüglich der Aktivität des natürlichen K 40) wird die K 40-Aktivität gammaspektrometrisch ermittelt. In Umweltproben wird die Rest-Beta-Aktivität und die Alpha-Aktivität in erster Linie durch Radionuklide aus den natürlichen Zerfallsreihen verursacht. Mit einer Messung der Gesamt-Alpha-Aktivität sind andere Alphastrahler außer den natürlichen nicht nachzuweisen, daher wurde auf die Messung der Gesamt-Alpha-Aktivität verzichtet. Die Alphastrahler mit der größten radiologischen Bedeutung (Ra 226 und Pu 239) werden ohnehin gammaspektrometrisch bzw. nach chemischer Abtrennung mit empfindlicher Einzelnuclidanalyse gemessen.

Da J 131 wegen seiner kurzen Halbwertszeit in radioaktiven Abfällen nur in sehr geringen Konzentrationen vorkommen kann, wurde auf eine spezielle J 131-Messung verzichtet.

## 2 Probennahmeorte

Die Auswahl der Probennahmeorte erfolgte sowohl unter Berücksichtigung der zur Verfügung stehenden Grundwassermeßstellen des im Rahmen des hydrogeologischen Untersuchungsprogrammes im Auftrag der PTB eingerichteten Grundwassermeßstellennetzes, als auch unter Einbeziehung geologischer, hydrogeologischer und anthropogener Einflußfaktoren. Darüberhinaus wurde eine radiologische Beprobung der oberflächennahen Grundwässer größtenteils nur an solchen Grundwassermeßstellen vorgenommen, die auch hydrochemisch bearbeitet wurden (vgl. Teilaufgabe 2219.06/AP 4, I. u. II. BA). Zur differenzierten räumlichen Erfassung der Radionuklidverteilung im oberflächennahen Grundwasser des Untersuchungsgebietes und unter Berücksichtigung unterschiedlicher hydraulischer Bedingungen wurde die Dichte des Meßstellennetzes gegenüber den hydrochemischen Beprobungen erhöht. Die Lage der beprobten Grundwassermeßstellen ist aus Anlage 1 ersichtlich. Aussagen über die jeweiligen geologischen Gegebenheiten an den Meßstellen sowie die hydrogeologischen Verhältnisse sind u. a. den Teilaufgaben 2219.02 und 2219.06 zu entnehmen.

### 3 Probennahme und -behandlung

Die Proben wurden aus den im Abschnitt 2 beschriebenen Grundwassermeßstellen entnommen. Für die Tritium-Bestimmung wurden je Meßstelle zwei 0,5 l Polyethylenflaschen befüllt. Die Flaschen wurden mit Probenwasser gut ausgespült und dann unter Wasser befüllt und verschlossen.

Für die übrigen Messungen wurden jeweils vier 10-l-Polyethylen-Weithalsflaschen abgefüllt. Die Flaschen wurden mit 2 l Probenwasser gefüllt, verschlossen, geschüttelt und wieder verworfen. Dieser Vorgang wurde einmal wiederholt. Anschließend wurden 5 l Probenwasser entnommen und jeweils 100 ml 0,1 n  $\text{HNO}_3$  zugesetzt. Dann wurden die Flaschen bis auf 10 l mit Probenwasser aufgefüllt und verschlossen. Die für die Sr 90- und Pu 239/240-Messung vorgesehenen Proben wurden zusätzlich mit Plutonium- und inaktivem Strontium-Tracer, der in dem  $\text{HNO}_3$ -Zusatz enthalten war, versehen. Die Tracerlösungen wurden vom GSF-Institut für Strahlenschutz bereitgestellt.

Die Proben für die Auswertung in den GSF-Instituten für Radiohydrometrie (IfR) und Strahlenschutz (IfS) wurden ohne weitere Behandlung an die Analysenlabors ausgeliefert.

#### 4 Messung der Aktivitätskonzentration

Die Ausmessung der Proben wurde von den GSF-Instituten für Radiohydrometrie (H 3) und dem Institut für Strahlenschutz in Neuherberg bei München (alle übrigen Messungen) vorgenommen.

##### 4.1 Nachweisgrenzen

Die Nachweisgrenzen wurden nach Maßgabe der Strahlenschutzverordnung /1/ sowie der "Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen" /2/ festgelegt. Hiernach müssen für die Umgebungsüberwachung die Nachweisgrenzen für künstliche Radionuklide jeweils  $\leq 1/30$  der Konzentration, bei der bei einer jährlichen Trinkwasseraufnahme von 880 l /3/ die Grenzwerte des § 45 StrlSchV erreicht werden, betragen. Die Strahlenexposition durch natürliche Radionuklide (hier Uran-Thorium-Folgeprodukte, K 40) bleibt nach § 28 (2) StrlSchV unberücksichtigt.

Aus den Werten gemäß Anlage IV, Spalte 6 der StrlSchV (Grenzwerte der Jahres-Aktivitätszufuhr für Ingestion) bzw. /2/ ergeben sich damit folgende Nachweisgrenzen (in Bq/m<sup>3</sup>):

<u>Radionuklid</u>	<u>NWGr nach /2/</u>	<u>erreichte NWGr</u>
H 3	$2,2 \cdot 10^5$	100
Sr 90	27	11
Cs 137	1000	8
Pb 210	8	60
Ra 226	0,8	20
U nat	38	200
Pu 239/240	300	0,2
Th nat	80	30
Rest-Beta	110	110

Bei den künstlichen Radionukliden werden die erforderlichen Nachweisgrenzen immer und z. T. erheblich unterschritten. Die Nachweisgrenzen für die gammaspektrometrische Bestimmung der natürlichen Radionuklide entsprechen noch der Anforderung nach /2/, wonach für die gammaspektrometrische Ermittlung der Aktivitätskonzentration von Einzelnucliden ein Wert von  $74 \text{ Bq/m}^3$ , bezogen auf Co 60, angegeben wird.

Bei der Errechnung der erreichten Nachweisgrenzen werden die in der BMI-Richtlinie /2/ angegebenen Beziehungen verwendet. Für den Faktor der statistischen Sicherheit wird der Wert  $K = 3$  gewählt, was einer Vertrauenswahrscheinlichkeit von 99,7 % entspricht.

#### 4.2 Meßverfahren

Für die übrigen gammaspektrometrischen Aktivitätsbestimmungen werden die Proben folgendermaßen behandelt:

- Eindampfen der Probemenge von jeweils 10 l bis fast zur Trockene.
- Aufschluß des gesamten Rückstandes mit Flußsäure und Perchlorsäure, Zugabe von 35 ml 9N-Salzsäure, Abfüllung in eine Probeflasche mit luftdichtem Abschluß.

Zunächst wird dann der Pb 210-Gehalt durch Messung der 46,5 keV-Gammalinie mit einem Reinstgermanium-Detektor bestimmt. Die Radionuklide mit höherenergetischen Gammalinien werden mit einem NaJ (Tl)-Spektrometer ermittelt. Cs 137 und K 40 werden direkt über die 661 bzw. 1461 keV-Linie gemessen.

Die Messung von U 238, Ra 226 und Th 232 geschieht indirekt über eine Aktivitätsbestimmung von Th 234 (63,3 keV), Pb/Bi 214 (295, 352 und 609 keV) sowie von Ac 228 (911 und 969 keV). Damit sich radioaktives Gleichgewicht zwischen Ra 226 und Pb/Bi 214 über die Zwischenzerfallsprodukte Rn 222 und Po 218 einstellen kann, werden die Proben erst einen Monat nach der Aufbereitung ausgemessen.

Zur Messung der Pu 239/240-Isotope werden diese in einem stark basischen Ionenaustauscher abgetrennt /4/, auf einem Edelstahlplättchen abgeschieden und durch Alphaspektrometrie in einer Gitterionisationskammer bestimmt /6/.

Sr 90 wird nach dem klassischen Nitrat-Verfahren /5/ abgetrennt und dessen Aktivität nach einer Wartezeit von 14 Tagen, während der sich Gleichgewicht mit dem Tochternuklid Y-90 einstellt, auf einem Low-Level-Betazähler gemessen.

Zur Bestimmung der Beta-Gesamtaktivität werden die Proben in einer Meßschale von 20 cm Durchmesser bis zur Trockene eingedampft und anschließend in einem Großflächen-Methandurchflußzähler gemessen.

## 5 Meßergebnisse

Die Ergebnisse der Aktivitätskonzentrationsmessungen sind in den Tabellen 1 und 2 aufgeführt.

In keinem Fall konnten künstliche Radionuklide, die vorwiegend im Fallout vorkommen (Sr 90, Pu 239/240, Cs 137) oberhalb der für die jeweilige Messung erreichten Nachweisgrenzen ermittelt werden. (Nachweisgrenze 11 Bq/m<sup>3</sup> für Sr 90, 0,2 Bq/m<sup>3</sup> für Pu 239/240 und 8 Bq/m<sup>3</sup> für Cs 137).

Die Brutto-Betaaktivität wird in fast allen Proben durch das natürliche Radionuklid K 40 hervorgerufen. Einzelne Proben weisen maximale K 40-Konzentrationen von mehr als 2000 Bq/m<sup>3</sup> auf. Die K 40-Konzentration lag im Mittel in der zweiten Probennahmekampagne im Frühjahr 1985 etwas höher als im Herbst 1984. Außer bei zwei Proben läßt sich bei allen übrigen Proben feststellen, daß die K 40-Aktivität und die Brutto-Betaaktivität gleich sind. Dabei ist zu berücksichtigen, daß der statistische Fehler bei beiden Messungen Unsicherheiten  $> 100$  Bq/m<sup>3</sup> bedingt.

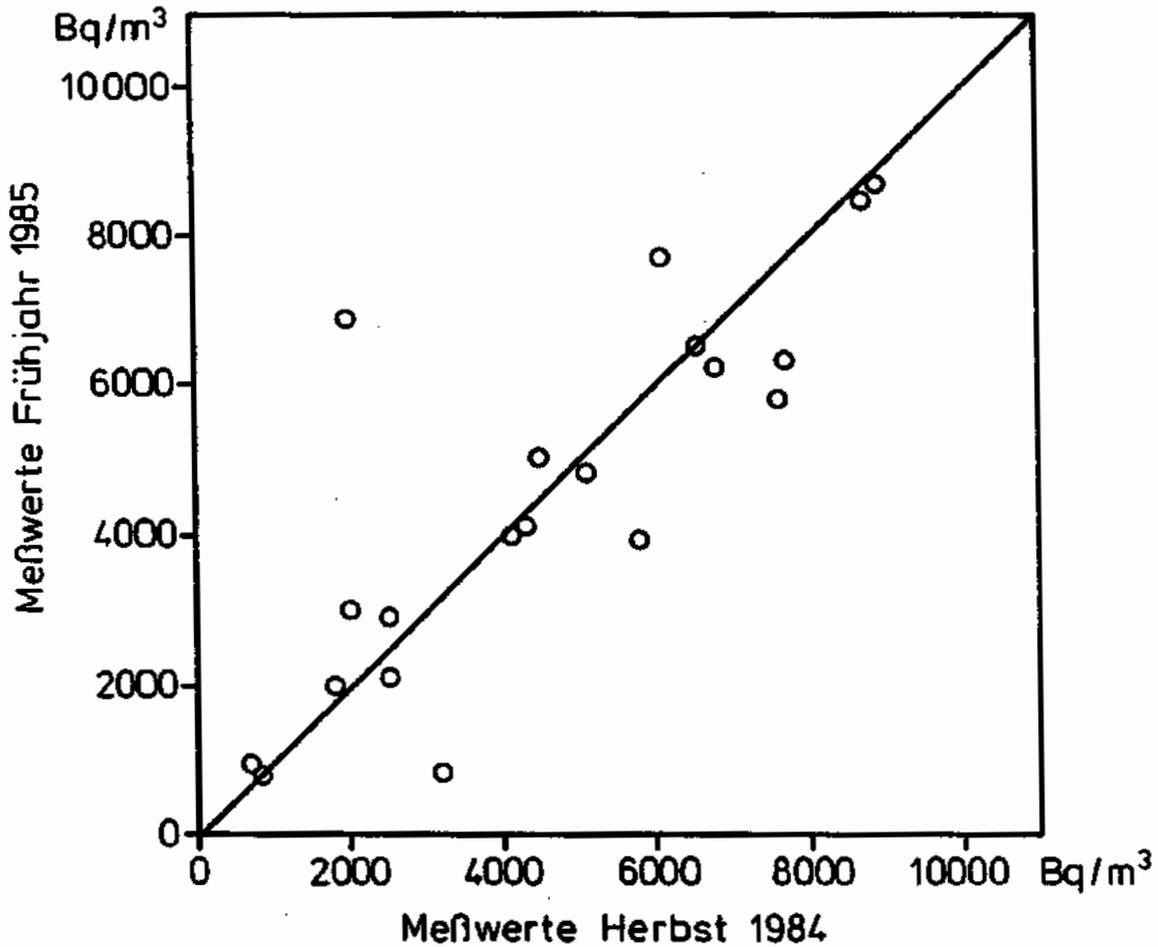
Bei der Probe aus der Grundwassermeßstelle 1365 vom 04.11.1984 wird die Betaaktivität größtenteils durch Folgeprodukte von Ra 226 hervorgerufen (Pb 214, Bi 214). Bei dieser Probe wurde eine Radium 226-Aktivitätskonzentration von 200 Bq/m<sup>3</sup> nachgewiesen. Bei der Probe aus der Grundwassermeßstelle 1166 vom 04.05.1985 wird die Betaaktivität durch Folgeprodukte aus der Uran- und der Thorium-Zerfallsreihe mitbestimmt.

Die Tritium-Konzentrationen in den Grundwasserproben liegen in dem weiten Bereich zwischen  $< 90$  Bq/m<sup>3</sup> und 9000 Bq/m<sup>3</sup>. Abbildung 1 zeigt für die in beiden Kampagnen beprobten Meßstellen die jeweiligen Tritiumkonzentrationen. Die Änderungen in den Halb-

jahreszeiträumen sind z. T. erheblich, lassen aber keinerlei Systematik erkennen (vgl. Teilaufgabe 2219.06, AP 4, I. u. II. BA). Die Unterschiede der Meßwerte aus beiden Kampagnen werden durch den Abstand der eingezeichneten Punkte von der Geraden beschrieben, d. h. wenn sich die Konzentration nicht geändert hat, liegt der betreffende Punkt auf der Geraden.

Verzeichnis der Abbildungen:

Abb. 1: Gegenüberstellung der H 3-Konzentrationen von quartären Grundwasserproben aus dem Bereich der Schachtanlage Konrad.



Abszissenwerte: H<sub>3</sub>-Konzentration im Herbst 1984,  
 Ordinatenwerte: H<sub>3</sub>-Konzentration im Frühjahr 1985  
 an 2-fach beprobten Meßstellen.

Projekt:				
Schachtanlage Konrad Salzgitter				
Leistungskatalog:				
Teilaufgabe Nr. 2219.06 Arbeitspaket Nr. 5				
Bemerkung:		Objekt:		
		Radionuklidbestimmung an Wasserproben		
		Einzelheit: Gegenüberstell. der H <sub>3</sub> -Konz. von quart. Grundwasserpr. aus d. Bereich d. Scht. Konrad		
	Datum	Name	Maßstab	Abb.
bearb.	3/86			1
gez.	3/86			
 Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH München Institut für Tief Lagerung				

Verzeichnis der Tabellen:

Tab. 1: Aktivitätskonzentrationen künstlicher und natürlich radioaktiver Nuklide in quartären Grundwasserproben aus dem Nahbereich der Schachtanlage Konrad.

Tab. 2: Ergebnisse der Sr 90 und Pu 239/240 Stichprobenmessungen an quartären Grundwasserproben aus dem Bereich der Schachtanlage Konrad.

Tab. 1: Aktivitätskonzentrationen künstlicher und natürlich radioaktiver Nuklide in quartären Grundwasserproben aus dem Nahbereich der Schachanlage Konrad (Angaben in Bq/m<sup>3</sup>).

Gw-Meß- stelle	Pr.nahme Datum	H3	Cs 137	Pb 210	U 238	Th-Reihe	Ra 226	Beta-Brutto	K 40
XVII	02.11.84	2500	< 8	< 60	< 200	< 30	< 20	< 100	< 100
	11.05.85	2100	< 4	< 60	< 200	< 30	< 20	400	500
XVI	02.11.84	6100	< 8	< 60	< 200	< 30	< 20	600	800
	16.05.85	7700	< 4	< 60	< 200	< 30	< 20	< 100	< 100
XV	03.11.84	< 200	< 8	< 60	< 200	< 30	< 20	< 100	< 100
	16.05.85	< 90	< 4	< 60	< 200	< 30	< 20	< 100	< 100
III	03.11.84	800	< 8	< 60	< 200	< 30	< 20	< 100	< 100
	16.05.85	810	< 4	< 60	< 200	< 30	< 20	< 100	< 100
663	03.11.84	2500	< 4	< 60	< 200	< 40	< 20	< 100	200
	28.04.85	2900	< 4	< 60	< 200	< 40	< 20	400	300
1166	04.11.84	3200	< 4	< 60	< 200	< 30	< 20	200	200
	04.05.85	860	< 4	< 60	< 200	100	100	600	400
1165	04.11.84	5800	< 4	< 60	< 200	< 30	< 20	200	200
	04.05.85	3900	< 4	< 60	< 200	< 30	< 20	500	600
1365	04.11.84	6400	< 7	< 60	< 200	< 30	200	300	< 100
173	09.11.84	7700	< 4	< 60	< 200	< 30	< 20	< 100	< 100
	17.05.85	6300	< 4	< 60	< 200			< 100	< 100
642	09.11.84	5000	< 4	< 60	< 200	< 30	< 20	< 100	< 100
1168	10.11.84	1100	< 4	< 60	< 200	< 30	< 20	< 100	< 100
2385	24.11.84	4400	< 20	< 150	< 500	< 100	< 50	2000	2000
XIII	25.11.84	5100	< 8	< 60	< 200	< 30	< 20	< 100	< 100
	27.04.85	4800	< 4	< 60	< 200	< 30	< 20	200	< 100
XIV	25.11.84	4500	< 4	< 60	< 200	< 30	< 20	400	400
	27.04.85	5000	< 4	< 60	< 200	< 30	< 20	300	< 100
VII A	30.11.84	8900	< 7	< 60	< 200	< 30	< 20	300	200
	05.05.85	8700	< 4	< 60	< 200	< 30	< 20	300	300
IX A	30.11.84	4300	< 4	< 60	< 200	< 50	< 20	400	400
	04.05.85	4100	< 4	< 60	< 200	< 40	< 20	1400	1200
VI	01.12.84	4100	< 4	< 60	< 200	< 30	< 30	300	300
	05.05.85	4000	< 4	< 60	< 200	< 30	< 20	300	300

Forts. Tab. 1: Aktivitätskonzentrationen künstlicher und natürlich radioaktiver Nuklide in quartären Grundwasserproben aus dem Nahbereich der Schachtanlage Konrad (Angaben in Bq/m<sup>3</sup>).

GW-Meß- stelle	Pr.nahme Datum	H3	Cs 137	Pb 210	U 238	Th-Reihe	Ra 226	Beta-Brutto	K 40
V	01.12.84	8700	< 4	< 60	< 200	< 30	< 20	300	300
	05.05.85	8500	< 4	< 60	< 200	< 30	< 20	400	600
VIII	01.12.84	2000	< 4	< 60	< 200	< 30	< 20	< 100	200
	03.05.85	6900	< 4	< 60	< 200	< 30	< 20	300	200
1111	02.12.84	2000	< 4	< 60	< 200	< 30	< 20	< 100	200
	11.05.85	3000	< 4	< 60	< 200	< 30	< 20	< 100	< 100
2393	06.12.84	6800	< 7	< 60	< 200	< 30	< 20	2000	2000
	28.04.85	6200	< 4	< 60	< 300	< 40	< 20	2300	2400
2321	06.12.84	6300	< 4	< 60	< 200	< 30	< 20	200	< 100
1272	20.12.84	1800	< 4	< 60	< 200	< 30	< 20	600	700
	19.05.85	2000	< 4	< 60	< 200	< 30	< 20	< 100	< 100
2384	24.11.84	6500	< 7	< 60	< 200	< 30	< 20	< 100	200
	10.05.85	6500	< 4	< 60	< 200	< 30	< 20	300	< 100
2210	24.11.84	700	< 7	< 60	< 200	< 30	< 60	< 100	< 100
	10.05.85	890	< 4	< 60	< 200	< 30	< 20	< 100	200
2407	24.11.84	7600	< 4	< 60	< 200	< 40	< 30	300	400
	28.04.85	5800	< 4	< 60	< 200	< 30	< 20	200	200
I A	12.05.85	< 160	< 4	< 60	< 200	< 30	< 20	< 100	< 100
X	12.05.85	250	< 4	< 60	< 200	< 30	< 20	< 100	< 100
XIX	18.05.85	2200	< 4	< 60	< 200	< 30	< 20	< 100	200
XVIII	18.05.85	1800	< 4	< 60	< 200	< 30	< 20	< 100	< 100
1167	19.05.85	5300	< 4	< 60	< 200	< 30	< 20	< 100	200

Tab. 2: Ergebnisse der Sr 90 und Pu 239/240  
 Stichprobenmessungen an quartären Grundwasserproben  
 aus dem Bereich der Schachtanlage Konrad (in Bq/m<sup>3</sup>)

GW-Meß- stelle	Entnahme- datum	Aktivitäts- konzentration Sr 90	Aktivitätskon- zentration Pu 239/240
XVII	02.11.1984	< 11	< 0,2
	11.05.1985	< 11	< 0,2
III	03.11.1984	< 11	< 0,2
	16.05.1985	< 11	< 0,2
XIII	25.11.1984	< 11	< 0,2
	27.04.1985	< 11	< 0,2

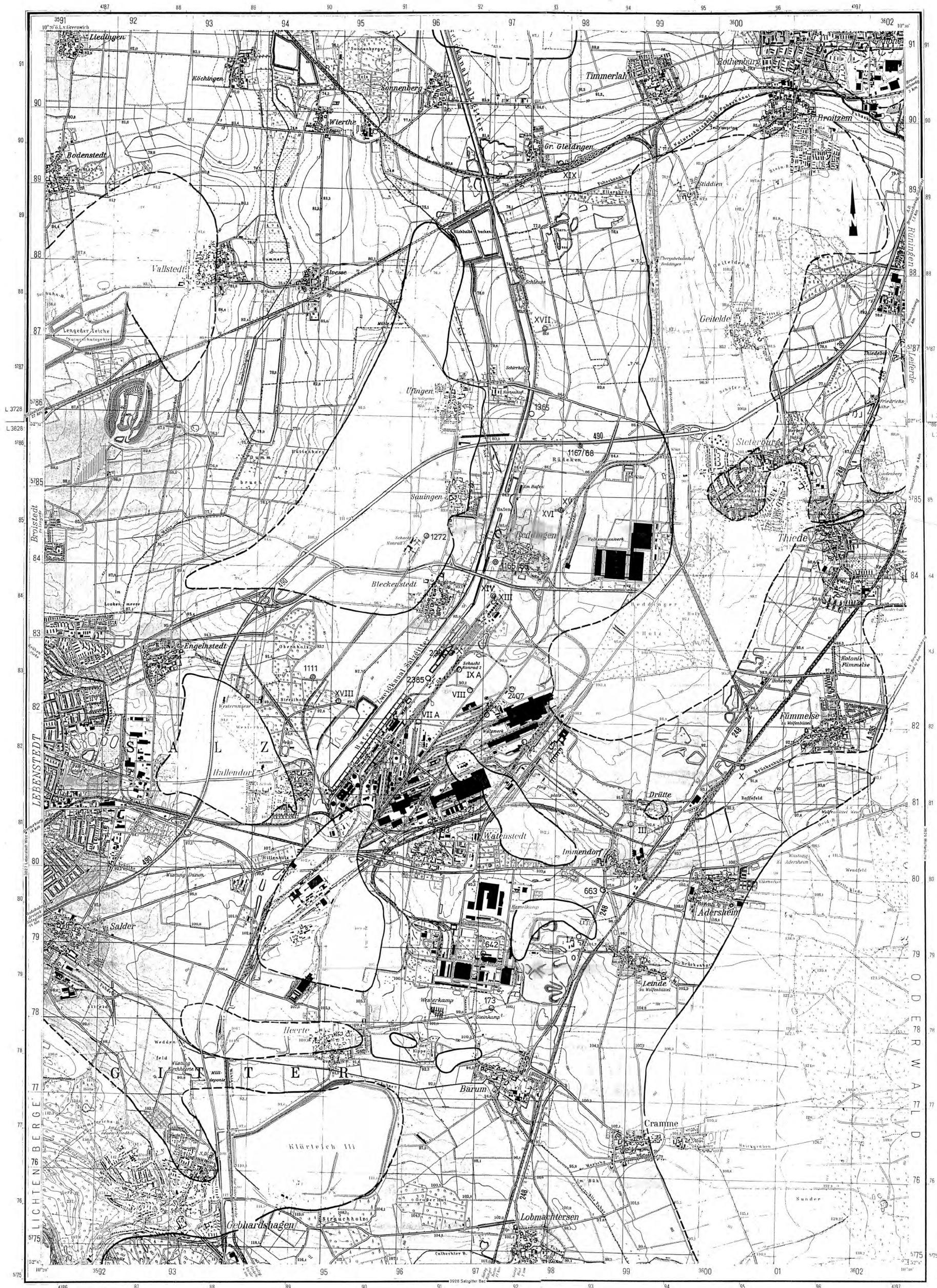
Verzeichnis der Anlagen:

Anlage 1:           Topographische Karte (1:15.000) des  
                  Untersuchungsgebietes

Lage der beprobten Grundwassermeßstellen

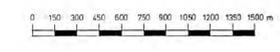
Literatur

- /1/ Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung - StrlSchV), Bundesgesetzblatt, Jahrgang 1977, Teil 1.
- /2/ Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kern-technischer Anlagen, GMBL Nr. 32, 30. Jahrgang, S. 668-683 (1979).
- /3/ Allgemeine Berechnungsgrundlage für die Strahlenexposition bei radioaktiven Ableitungen mit der Abluft oder in Oberflächengewässern, GMBL Nr. 21, 30. Jahrgang, S. 271-436 (1979).
- /4/ Talvitie, N. A.: Radiochemical Determination of Plutonium in Environmental und Biological Samples by Ion Exchange. Analytical Chemistry Vol. 43, ND 13, p 1827 (1971).
- /5/ Harley, I.: Radiochemical Determination of Sr 40, HASL, E-Sr. 01-01 (1972).
- /6/ Hötzl, H. et al.: Radionuclide Concentration in Ground Level Air and Precipitation in South Germany from 1976 to 1982, GSF-S-956 (1983).
- /7/ Der Bundesminister des Innern: Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung. Jahresbericht 1981. Bonn (1982).



**LEGENDE:**  
 Untersuchungsgebiet der GSF: R.: 292 000 - 292 000  
 H.: 975 000 - 979 000

- Gebiete mit Quartärmächtigkeiten > 5m
- Grundwassermeßstelle
- Grundwassermeßstellengruppe



Kartengrundlage: Topographische Karte 1:25 000  
 3728 (1983) und 3828 (1982)  
 Vervielfältigt mit Erlaubnis des Herausgebers:  
 Niedersächs. Landesverwaltungsamt - Landesvermessung  
 - 85 - 378 / 84

Projekt: Schachtanlage Konrad Salzgitter	
Leistungskatalog:	Teilaufgabe Nr. 219.06 Arbeitspaket Nr. 5
Bemerkung:	Objekt: Radionuklidbestimmung an Wasserproben Einzelheit: Lage der beprobten Grundwassermeßstellen
Datum:	3/85
Maßstab:	1:15 000
Anlage:	1
Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH München Institut für Tierlogierung	