

**Gesellschaft für  
Strahlen- und Umweltforschung mbH  
München**

Institut für Tieflagerung

STRAHLENSCHUTZ UND UMGEBUNGSÜBERWACHUNG  
IM BEREICH DER SCHACHTANLAGE ASSE

Jahresbericht 1983

von



August 1984

GSF-Bericht T 192

**gsf**

GSF-SUA-1983

Als Manuskript vervielfältigt

© Alle Rechte vorbehalten

**GESELLSCHAFT FÜR STRAHLEN- UND UMWELTFORSCHUNG MBH  
MÜNCHEN**

Ingolstädter Landstraße 1 · 8042 Neuherberg  
Telefon (089) 3187 · 0 · Telex 05 23 125

**GESELLSCHAFT  
FÜR STRAHLEN- UND UMWELTFORSCHUNG MBH  
MÜNCHEN**

Institut für Tieflagerung

**STRAHLENSCHUTZ UND UMGEBUNGSÜBERWACHUNG  
IM BEREICH DER SCHACHTANLAGE ASSE**

Jahresbericht 1983

von

Rolf Stippler und Herbert Meyer

August 1984

GSF-Bericht T 192

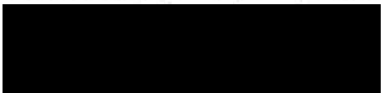


Bundesamt für Strahlenschutz  
Zentralbibliothek Salzgitter



10000464

Anschrift der Verfasser:



Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung  
Institut für Tieflagerung  
Theodor-Heuss-Straße 4  
3300 Braunschweig

## Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung
2. Umgebungsüberwachung
  - 2.1 Beta-Aktivität von Grund- und Oberflächenwasser
  - 2.2 Pu-239-, Cs-137- und Sr-90-Aktivität im Trinkwasser
  - 2.3 Aerosolaktivität der Umgebungsluft
  - 2.4 Grasproben
  - 2.5 Bodenproben
  - 2.6 Aktivitätsflächenbelegung des Bodens
  - 2.7 Strahlung in der Umgebung
3. Betrieblicher Strahlenschutz
  - 3.1 Ortsdosismessungen
  - 3.2 Dosisleistungsmessungen
  - 3.3 Personendosisüberwachung
  - 3.4 Inkorporationsüberwachung
4. Emissionsüberwachung
  - 4.1 Aerosolaktivität
  - 4.2 Tritiumaktivität
  - 4.3 Kohlenstoff-14
  - 4.4 Andere Radionuklide
  - 4.5 Ergebnisse der Abluftüberwachung
  - 4.6 Potentielle Strahlenbelastung in der Umgebung
5. Zusammenfassung

## 1. Einleitung

Die Strahlenschutzmessungen im Bereich der Schachtanlage Asse umfassen die Überwachung der Umweltradioaktivität sowie die Überwachung der betrieblichen Maßnahmen zum Schutz von Belegschaft und Bevölkerung vor ionisierenden Strahlen.

Seit dem 1.1.79 werden keine radioaktiven Abfälle in das Grubengebäude eingelagert. Bei der Durchführung einiger Forschungsprogramme werden jedoch radioaktive Stoffe und Strahlenquellen eingesetzt. Die Strahlenschutzüberwachung erstreckt sich daher vor allem auf die Überwachung des Personals, der Abluft und der Umgebung der Anlage. Die hierzu erforderlichen Maßnahmen ergeben sich entweder aus den Auflagen der zuständigen Genehmigungsbehörde oder direkt aus gesetzlichen Vorschriften und Richtlinien. Darüber hinaus werden Messungen zur wissenschaftlichen Beobachtung der eingelagerten radioaktiven Abfälle durchgeführt.

Die Programme zur Abluft- und Umgebungsüberwachung wurden in Anlehnung an die Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen aufgestellt und wie im Vorjahr durchgeführt.

Alle Probenahmen erfolgen durch das Institut für Tieflagerung. An den Messungen und Auswertungen sind außerdem das Institut für Strahlenschutz und das Institut für Radiohydrometrie der GSF sowie das Institut für Strahlenhygiene des Bundesgesundheitsamtes beteiligt. Soweit im Text nicht anders vermerkt, sind die Messungen und Auswertungen auf der Schachtanlage Asse vorgenommen worden.

In den Jahresberichten über "Strahlenschutz und Umgebungsüberwachung im Bereich der Schachtanlage Asse" werden die wichtigsten Daten der betrieblichen Überwachung sowie die Meßergebnisse der Umgebungsüberwachung veröffentlicht.

Soweit nicht anders angegeben, sind die Nachweisgrenzen auf der Grundlage des Nulleffekts unter Verwendung der dreifachen Standardabweichung (Vertrauensbereich ca. 99,7%), dem Wirkungsgrad der Meßapparatur, der Meßzeit und der verwendeten Probenmenge ermittelt.

In diesem Bericht werden die neuen SI-Einheiten benutzt, die sich auch auf dem Gebiet des Strahlenschutzes allmählich durchsetzen. Um den Vergleich mit Vorjahreswerten zu erleichtern, wurden diese ebenfalls in die neuen Einheiten umgerechnet. In der nachfolgenden Tabelle sind die Beziehungen zwischen den SI-Einheiten und den bisher gebräuchlichen radiologischen Einheiten angegeben:

$$1 \text{ Ci (Curie)} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Bq (Bequerel)} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ 1/s}$$

$$1 \text{ Bq} = 2,7 \cdot 10^{-11} \text{ Ci} = 27 \text{ pCi}$$

$$1 \text{ R (Röntgen)} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ C/kg (Coulomb/Kilogramm)}$$

$$1 \text{ C/kg} = 3876 \text{ R}$$

$$1 \text{ rd (Rad)} = 0,01 \text{ Gy (Gray)} = 0,01 \text{ J/kg}$$

$$1 \text{ Gy} = 100 \text{ rd}$$

$$1 \text{ rem (Rem)} = 0,01 \text{ Sv (Sievert)} = 0,01 \text{ J/kg}$$

$$1 \text{ Sv} = 100 \text{ rem}$$

## 2. Umgebungsüberwachung

In der Umgebung des Salzbergwerkes Asse werden laufend Proben genommen, die auf ihren Gehalt an radioaktiven Stoffen untersucht werden. Die Probenahme berücksichtigt die bei der Lagerung von radioaktiven Abfällen in einem Salzbergwerk in Frage kommenden Belastungspfade über Luft und Wasser.

Aus der besonderen Situation einer Forschungs- und Entwicklungsanlage für Probleme der Endlagerung radioaktiver Abfälle ergibt sich, daß ein Teil der Überwachungsmessungen als wissenschaftliche Begleituntersuchungen von Forschungsvorhaben durchgeführt werden und das für die Immissionsüberwachung notwendige Maß überschreiten. Die Untersuchung von Wasser aus der Umgebung stellt in diesem Zusammenhang eine reine Vorsorgemaßnahme dar, da keinerlei Kontakt zu den eingelagerten radioaktiven Abfällen besteht. Die geologischen und hydrologischen Verhältnisse werden in einem begleitenden Forschungsprogramm erkundet und bei der Auswahl der Meßstellen berücksichtigt.

Die Überwachung der Umweltradioaktivität im Bereich des Salzbergwerkes Asse wurde wie im Vorjahr nach dem in Tabelle 1 zusammengestellten Programm durchgeführt. Die Zahl der jährlichen Messungen und Probenahmen blieb mit 368 unverändert.

### 2.1 Beta-Aktivität von Grund- und Oberflächenwasser

In Abstimmung mit dem hydrologischen Forschungsprogramm im Bereich des Asse-Höhenzuges werden von ausgewählten Meßstellen vierteljährlich jeweils 1-Liter-Wasserproben auf ihren Gehalt an Beta-Aktivität untersucht. Die Lage der Meßstellen ist Abb. 1 zu entnehmen.

Von den Rückständen der eingedampften Proben wurde in einem Großflächendurchflußzähler die Beta-Gesamtaktivität ( $\beta_g$ ) gemessen. Zusätzlich wurde der Kaliumgehalt der Wasserproben flammenphotometrisch vom chemischen Labor des Instituts in Braunschweig ermittelt. Durch Abzug des K-40 Aktivitätsanteils von der Beta-Gesamtaktivität wurde die Beta-Restaktivität ( $\beta_n$ ) errechnet.



Tabelle 1: Programm der Umgebungsüberwachung im Bereich des Salzbergwerkes Assse (Stand 31.12.1982)

Art der Maßnahme	Anzahl der Meßstellen	Meßfrequenz	Jährliche Meßproben	Meßverfahren
1. Bestimmung der Beta-Aktivität von Grund- und Oberflächenwasser	27	vierteljährl. Probenahme	108	Messung des Eindampfrückstandes im Methandurchflußzähler und Bestimmung des Kaliumgehaltes
2. Untersuchung von Trinkwasser auf Sr-90, Cs-137, Pu-239	5	monatl. Probenahme, halbjährl. Auswertung	10	Einzelnuclidanalyse
3. Messung der kurz- und langlebigen Aerosolaktivität der Luft	8	monatlich vier Stichproben	48	Luftstaubsammlung über Großflächenfilter und Ausmessung im Methandurchflußzähler
4. Bestimmung der Aktivität von Gasproben	2	kont. Sammlung 14-tägl. Auswertung	52	Gamma-spektrometrische Einzelnuclidbestimmung
5. Bestimmung der Aktivität von Bodenproben	4	halbjährliche Probenahme	8	Gamma-spektrometrische Einzelnuclidbestimmung
6. Messung der Aktivitätsflächenbelegung des Bodens	4	halbjährlich	8	Gamma-spektrometrische Einzelnuclidbestimmung
7. Überwachung der externen Strahlenbelastung	39	kontinuierliche Exposition, halbjährl. Auswertung	78	Gesamt-Beta-Kontaminationsmonitor Festkörperdosimeter
	8	monatlich vier Stichproben	48	Kurzzeitmessung der Gamma-dosisleistung

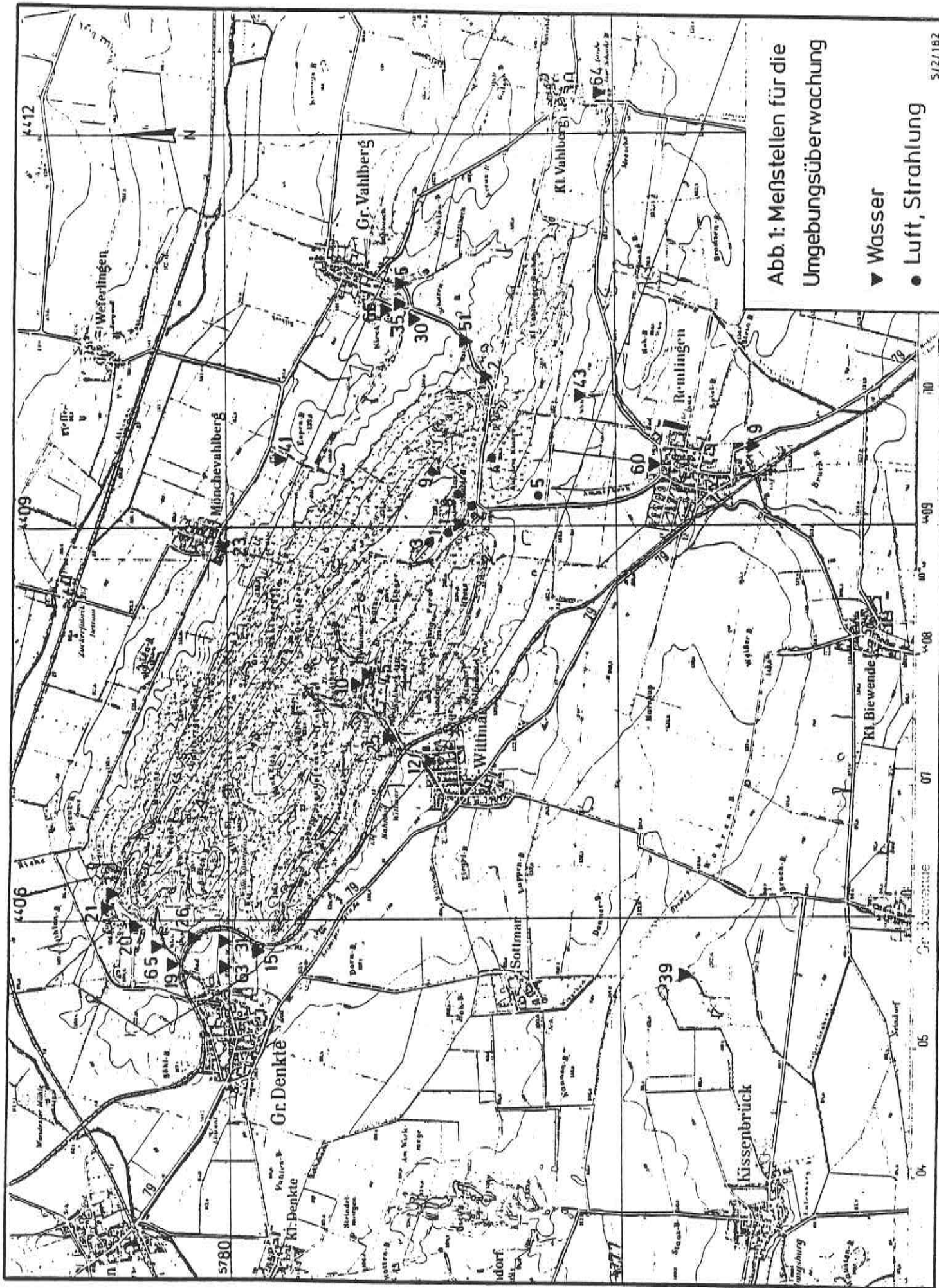


Abb. 1: Messstellen für die  
Umgebungsüberwachung

- ▼ Wasser
- Luft, Strahlung

Tabelle 2: Beta-Aktivität von Grund- und Oberflächenwässern im Jahre 1983

Bg = Beta-Gesamtaktivität

Bn = um den K-40-Anteil verminderte nicht indentifizierte Beta-Restaktivität

- = Kein Zugang bzw. trocken

x) = Probenmenge jeweils 400 ml

Nr.	Meßstelle	Probennahme:	Zahlenangaben in Bq/l							
			Januar		April		Juli		Oktober	
			Bg	Bn	Bg	Bn	Bg	Bn	Bg	Bn
1	Brunnen Schachtanl. Asse II	<0,18		0,27	<0,18	0,25	<0,18	0,22	<0,18	
2	Obere Quellf. Gr. Vahlberg	<0,18		<0,18		0,23	<0,18	<0,18		
5	Vorfluter östl. Gr. Vahlberg	0,24	<0,18	<0,18		0,20	<0,18	0,34	<0,18	
9	Wasserversorgung Remlingen	1,38	0,26	1,39	0,26	1,31	<0,18	1,07	<0,18	
10	Wasserversorgung Schachtanl. I	<0,18		<0,18		<0,18		<0,18		
12	Brunnen Wittmar	0,26	<0,18	<0,18		0,27	<0,18	0,21	<0,18	
15	Quelle östl. Gr. Denkte	0,27	<0,18	<0,18		<0,18		0,28	<0,18	
19	Vorfluter oberh. Bad Gr. Denkte	0,21	<0,18	0,21	<0,18	<0,18		0,33	<0,18	
20	Quelle südl. Falkenheim	0,22	<0,18	<0,18		<0,18		<0,18		
21	Quelle am Weiher Falkenheim	0,21	<0,18	<0,18		<0,18		<0,18		
23	Wasserversorgung Mönchevahlberg	<0,18		<0,18		0,22	<0,18	0,21	<0,18	
25	Vorfluter nördl. Wittmar	1,32	0,26	1,53	<0,18	1,88	<0,18	1,63	0,22	
26	Quelle nordöstl. Gr. Denkte	0,21	<0,18	0,25	<0,18	0,32	<0,18	0,33	<0,18	
30	Drainage Park Gr. Vahlberg	0,23	<0,18	<0,18		<0,18		<0,18		
31	Vorfluter östl. Gr. Denkte	0,32	<0,18	0,31	<0,18	0,23	<0,18	0,41	0,20	
32	Wasserversorgung Falkenheim	<0,18		0,20	<0,18	<0,18		0,20	<0,18	
35	Vorfluter Park Gr. Vahlberg	<0,18		<0,18		<0,18		0,26	<0,18	
39	Wasserversorgung Kissenbrück	<0,18		<0,18		<0,18		<0,18		
41	Vorfluter westl. Espenberg	<0,18		<0,18		<0,18		0,20	<0,18	
43	Löffelgraben nordöstl. Remlingen	<0,18		0,20	<0,18	0,21	<0,18	0,20	<0,18	
45	Schacht Asse 1	0,58	<0,18	0,71	0,24	0,34	<0,18	0,59	<0,18	
51	Überlauf Wasservers. Gr. Vahlberg	<0,18		<0,18		<0,18		<0,18		
60	Straßenbrunnen Remlingen	<0,18		<0,18		<0,18		0,30	<0,18	
63	Quelle nördl. Bleier Weg Gr. Denkte x)	18,2	<0,18	14,7	<0,18	13,9	<0,18	14,7	<0,18	
64	Schacht Asse 3	3,15	<0,18	3,00	<0,18	2,89	<0,18	2,87	<0,18	
65	Überlauf Wasservers. Gr. Denkte	<0,18		0,34	<0,18	0,26	<0,18	0,19	<0,18	
66	Quelle Feldsch. Gut Münchhausen	0,33	<0,18	0,22	<0,18	-		-		

Bei Wasserproben mit hohem Kaliumgehalt ist diese Methode zur Bestimmung der Beta-Restaktivität mit großen Fehlern behaftet. Das stark salzhaltige Wasser aus der Meßstelle 63 wurde daher zusätzlich einer gammaspektrometrischen Einzelnuclidanalyse unterzogen. Bei einer Nachweisgrenze von 0,17 Bq/l (bezogen auf Co-60) wurden keine Radionuklide außer den natürlich vorkommenden festgestellt.

Die Ergebnisse der Messungen sind in Tabelle 2 zusammengefaßt. Sie stellen wie in den vergangenen Jahren Nullpegelwerte dar. Die an einigen Stellen hohen Beta-Gesamtaktivitäten (z.B. Meßstellen-Nr. 9, 25, 63, 64) sind auf den erhöhten Kaliumgehalt dieser Wässer und somit auf die natürliche Radioaktivität des Kaliumisotops K-40 zurückzuführen.

## 2.2 Pu-239-, Cs-137- und Sr-90 Aktivität im Trinkwasser

Das Trinkwasser der umliegenden Ortschaften, soweit es aus dem Bereich des Asse-Höhenzuges stammt, wird in regelmäßigen Abständen untersucht. Aus den Trinkwasserversorgungsleitungen wurden monatlich gleichgroße Stichproben entnommen, Trägerlösungen zugesetzt und halbjährlich zu jeweils einer 50 l-Probe zusammengefaßt. Die Analyse auf den Gehalt an Plutonium-239, Cäsium-137 und Strontium-90 wurden vom Institut für Strahlenschutz der GSF ausgeführt. Die Nachweisgrenzen betragen 0,19 mBq/l für PU-239 sowie 1,9 mBq/l für Cs-137 und Sr-90.

Die Meßergebnisse sind zusammen mit den Vorjahreswerten in Tabelle 3 aufgeführt. Nachgewiesenes Sr-90 deutet darauf hin, daß in einigen Fällen oberflächennahes Grundwasser mit erfaßt wurde. In diesem ist die Radioaktivitätskonzentration durch die Fall-out-Aktivität der Niederschläge beeinflusst. Die Analyse einer Sammelprobe ergab eine geringe Cs-137 Konzentration. Da eine Verunreinigung der Probe nicht ausgeschlossen werden konnte, wurde im Januar 1984 zur Überprüfung eine erneute Einzelprobe von dieser Meßstelle (Nr. 39) genommen. Darin konnte kein Cs-137 nachgewiesen werden.

Tabelle 3: Trinkwasseruntersuchungen auf den Gehalt an Pu-239, Cs-137 und Sr-90

Angaben in mBq/l

Trinkwasserversorgung x)		Nov. 1981		Mai 1982		Nov. 1982		Mai 1983		Jan. 1984	
		-April 1982		-Okt. 1982		-April 1983		- Okt. 1983			
Nuklid											
Remlingen Nr. 9	Pu-239	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19
	Sr-90	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9
	Cs-137	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9
Mönchevahlberg Nr. 23	Pu-239	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19
	Sr-90	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9
	Cs-137	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9
Falkenheim Brunnen Nr. 32	Pu-239	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19
	Sr-90	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9
	Cs-137	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9
Kissenbrück Überlauf Wasserbehälter Nr. 39	Pu-239	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19
	Sr-90	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9
	Cs-137	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9	7,8 ± 0,4	<1,9	<1,9
Groß Vahlberg Überlauf Wasserbehälter Nr. 51	Pu-239	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19
	Sr-90	4,5 ± 0,3	4,5 ± 0,3	3,7 ± 0,4	3,7 ± 0,4	4,8 ± 0,6	4,8 ± 0,6	3,6 ± 0,3	3,6 ± 0,3	3,6 ± 0,3	3,6 ± 0,3
	Cs-137	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9

x) Die Nummer entspricht der jeweiligen Meßstelle der Tabelle 2

### 2.3 Aerosolaktivität der Umgebungsluft

Die Überwachung der bodennahen Luft in der Umgebung der Schachtanlage erfolgt an den in Abb. 1 gekennzeichneten Stellen, indem monatliche Stichproben der kurz- und langlebigen Aerosolaktivität ausgemessen werden. Bei der Probenahme werden monatlich an vier wechselnden Meßstellen je ca.  $100 \text{ m}^3$  Luft über ein Großflächenfilter (ca.  $300 \text{ cm}^2$ ) gesaugt. Eine der Proben wird stets in der jeweils herrschenden Abwindrichtung genommen. Anschließend wird die Alpha- und Beta-Aktivität der auf dem Filter gesammelten Aerosole unter einem Großflächendurchflußzähler gemessen.

Die Gesamtaktivitäts-Konzentration ergab Werte zwischen  $0,9$  und  $52 \text{ Bq/m}^3$  und lag somit im Bereich der wetterbedingten Schwankungen (ca.  $0,5$  bis  $100 \text{ Bq/m}^3$ ) der in der Natur vorkommenden Radon- und Thoron-Folgeprodukte, wie sie auch an anderen Stellen der Bundesrepublik Deutschland gemessen werden. Eine Erhöhung der Werte durch die Abwetter der Schachtanlage konnte selbst an der Probenahmestelle, die stets in der Abwetterfahne des Diffusors gewählt wurde, nicht festgestellt werden.

Nach einer Abklingzeit von sieben Tagen wurden die Filter erneut ausgemessen. Die so bestimmten langlebigen Aerosolaktivitäten lagen unter den Nachweisgrenzen von  $1,7 \text{ mBq/m}^3$  für Alpha- bzw. Beta-Aktivität.

Die stichprobenartige Überwachung der Umgebungsluft wird durch die kontinuierliche Aerosolsammlung an zwei fest installierten Meßstellen ergänzt. Eine der Meßstellen liegt ca.  $150 \text{ m}$  südlich vom Diffusor im Sektor der geringsten Windrichtungshäufigkeit und wird somit von der Abwetterfahne kaum beaufschlagt. Sie dient gleichzeitig als Referenzmeßstelle für die Abluftüberwachung. Die zweite Sammelstation befindet sich in der häufigsten Ausbreitungsrichtung am Zaun der Anlage. An beiden Stationen werden die Aerosole auf einem Großflächenfilter (ca.  $300 \text{ cm}^2$ ) gesammelt und die akkumulierten Alpha- und Beta-Aktivitäten kontinuierlich gemessen und registriert.

Tabelle 4: Aerosolaktivität der Luft in der Umgebung der Schachanlage Asse  
Aktivitätskonzentration in mBq/m<sup>3</sup>

Nuklid	Be-7		Pb-210	
	Referenzstelle 150 m südl. Diffusor		am Zaun in der häufigsten Ausbreitungsrichtung	
7.01. - 21.01.83	1,3	0,19	0,9	0,21
21.01. - 4.02.83	1,5	0,32	2,0	0,22
4.02. - 18./15.02.83	1,6	0,56	1,5	0,66
18./15.02. - 4./ 3.03.83	1,2	0,34	2,0	0,26
4./ 3.03. - 18.03.83	1,2	0,51	1,5	0,32
18.03. - 31.03.83	1,4	0,17	1,6	0,15
31.03. - 15.04.83	2,5	0,25	2,1	0,21
15.04. - 29.04.83	2,4	0,44	3,2	0,41
29.04. - 11.05.83	0,2	0,31	2,7	0,33
11.05. - 27.05.83	2,0	0,27	2,9	0,26
27.05. - 10.06.83	3,5	0,37	3,6	0,32
10.06. - 24.06.83	4,2	0,38	5,4	0,36
24.06. - 8.07.83	3,2	0,41	3,4	0,49
8.07. - 22.07.83	4,1	0,58	5,4	0,76
22.07. - 5.08.83	2,9	0,40	3,1	0,40
5.08. - 19.08.83	2,2	0,39	3,0	0,43
19.08. - 2.09.83	4,5	0,85	4,1	0,73
2.09. - 16.09.83	2,9	0,27	2,9	0,34
16.09. - 30.09.83	2,4	0,25	2,7	0,50
30.09. - 14.10.83	2,8	0,50	3,0	0,49
14.10. - 28.10.83	3,4	0,36	3,4	0,42
28.10. - 11./10.11.83	3,0	1,4	3,0	1,2
11./10.11. - 25./24.11.83	2,3	0,38	2,2	0,53
25./24.11. - 9.12.83	3,3	0,45	3,3	0,46
9.12. - 22.12.83	1,7	0,77	2,8	0,93
22.12.83- 6.01.84	2,9	0,20	2,4	0,24

Nach einem Luftdurchsatz von ca. 8000 m<sup>3</sup> werden die Filter 14-tägig gewechselt und vom Institut für Strahlenhygiene des Bundesgesundheitsamtes, Neuherberg, gammaspektrometrisch analysiert. Die Ergebnisse sind in Tabelle 4 zusammengestellt. Außer dem ständig in der Umgebungsluft anzutreffenden Be-7, das vorwiegend durch Höhenstrahlung gebildet wird, und Pb-210, dem langlebigen Zerfallsprodukt des Radons, wurden keine weiteren Radionuklide nachgewiesen. Die Meßwerte liegen an beiden Sammelstationen innerhalb der regional und meteorologisch bedingten Schwankungen der Aktivitätskonzentration der Umgebungsluft.

#### 2.4 Grasproben

In der näheren Umgebung der Schachtanlage Asse werden regelmäßig an mehreren Stellen Bewuchsproben genommen und ihre Aktivitätskonzentration gemessen. Die Probenahmestellen sind so ausgewählt, daß dort, entsprechend den Hauptwindrichtungen an der Asse, eventuelle Ablagerungen von Stäuben aus der Grubenabluft mit erfaßt werden. Die Lage der vier Probenahmestellen ist aus Abb. 2 ersichtlich. Eine davon ( G 7 ) liegt ca. 2 km südwestlich der Anlage und dient als Referenzstelle.

Es werden jeweils zwei Grasproben pro Jahr genommen, getrocknet, zerkleinert und anschließend ca. 20 Stunden in einer 1 l-Ringschale gammaspektrometrisch ausgemessen. Dabei wird eine Nachweisgrenze von 0,74 Bq/kg Trockensubstanz (bezogen auf Co-60) erreicht. Die Ergebnisse sind zusammen mit den Vorjahreswerten der Tabelle 5 zu entnehmen. Die festgestellten Radionuklide sind zum größten Teil natürlichen Ursprungs (Be-7, K-40, Pb-210 und Pb-214 aus der Ra-Reihe, Pb-212 aus der Th-Reihe). Gefundenes Cs-137 und Ce-144 sind auf den Fallout früherer Kernwaffenexperimente zurückzuführen.

#### 2.5 Bodenproben

An denselben Probenahmestellen für Gras (s. Abb. 2) in der näheren Umgebung der Schachtanlage Asse wird die Aktivitätskonzentration des Bodens bestimmt. Dadurch ist es möglich, die aus der Luft abgelagerte und dem Boden durch Bewässerung zugeführte



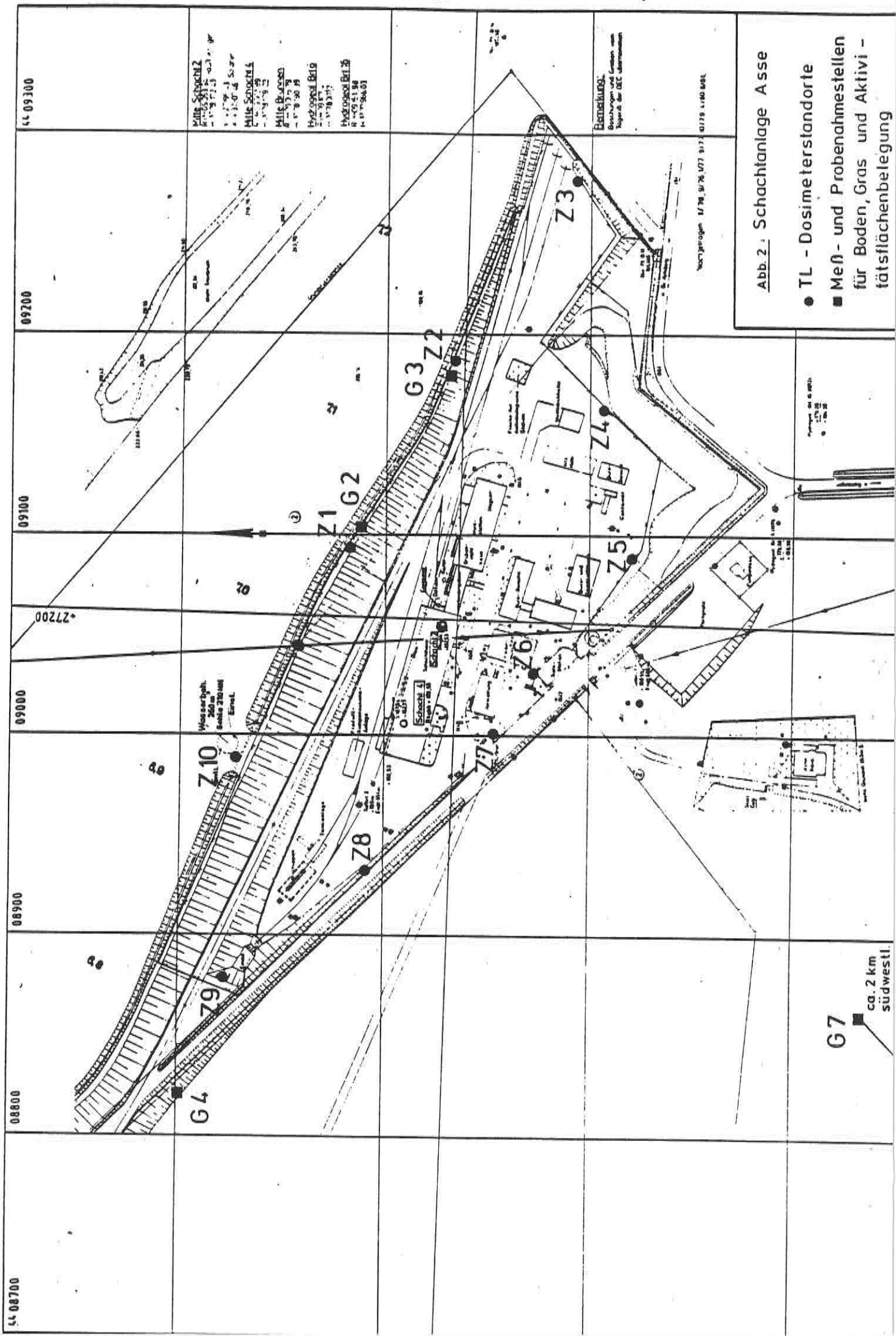


Abb. 2 : SchachttanlageASSE

- TL - Dosimeterstandorte
- Meß- und Probenahmestellen für Boden, Gras und Aktivitätsflächenbelegung

G7  
ca. 2 km  
südwestl.

Tabelle 5: Spezifische Aktivität von Grasproben  
aus der Umgebung der Schachtanlage Asse

- = unterhalb der jeweiligen Nachweisgrenze

Probenahmedatum		10.6.1982	28.9.1982	8.6.1983	8.9.1983
Ort (s. Abb. 2)	Nuklid	spezifische Aktivität in Bq/kg Trockensubstanz			
G 2	Be-7	-	144	68	170
	K-40	640	422	631	295
	Pb-210	38	46	11	49
	Pb-212	7,8	4,8	-	8,1
	Pb-214	2,9	4,1	-	6,5
	Cs-137	-	-	0,5	1,7
	Ce-144	4,8	-	-	-
G 3	Be-7	-	118	45	135
	K-40	625	485	557	266
	Pb-210	50	41	-	53
	Pb-212	4,1	3,3	-	10,0
	Pb-214	2,5	2,0	-	7,5
	Cs-137	1,6	1,0	-	1,5
	Ce-144	11	-	-	-
G 4	Be-7	-	181	61	142
	K-40	503	522	608	438
	Pb-210	82	46	14	40
	Pb-212	2,6	4,1	-	3,1
	Pb-214	1,7	3,3	-	1,5
	Cs-137	1,6	1,4	-	0,8
	Ce-144	18	-	-	-
G 7	Be-7	-	155	119	103
	K-40	847	762	631	322
	Pb-210	17	40	24	22
	Pb-212	5,2	5,9	-	3,8
	Pb-214	2,4	5,8	-	3,2
	Cs-137	-	2,6	0,4	1,4
	Ce-144	-	-	-	-

Tabelle 6: Spezifische Aktivität von Bodenproben  
aus der Umgebung der Schachtanlage Asse

Probenahmedatum		10.6.1982	28.9.1982	8.6.1983	8.9.1983
Ort (s. Abb. 2)	Nuklid	spezifische Aktivität in Bq/kg Trockensubstanz			
G 2	K-40	648	648	579	635
	Pb-210	36	33	21	32
	Pb-212	41	40	33	41
	Pb-214	36	35	27	36
	Cs-137	5,6	5,2	4,0	5,0
G 3	K-40	681	681	634	634
	Pb-210	35	34	28	32
	Pb-212	44	45	42	41
	Pb-214	36	37	35	36
	Cs-137	4,4	5,2	3,4	4,2
G 4	K-40	648	588	627	605
	Pb-210	33	34	24	31
	Pb-212	39	37	39	38
	Pb-214	32	31	32	33
	Cs-137	4,8	4,8	3,3	2,3
G 7	K-40	551	481	540	544
	Pb-210	33	35	29	32
	Pb-212	33	28	32	33
	Pb-214	30	25	30	32
	Cs-137	8,9	19,2	8,3	11,9

Aktivität langfristig zu überwachen.

An jeder Probenahmestelle werden zweimal jährlich Proben aus den obersten 5 cm der Erdschicht entnommen. Sie werden getrocknet, von Steinen und Wurzeln befreit und anschließend ca. 20 Stunden in einer 1 l-Ringschale gamma-spektrometrisch ausgemessen. Dabei wird eine Nachweisgrenze von 0,37 Bq/kg Trockensubstanz (bezogen auf Co-60) erreicht. Die durch Gammastrahlung nachgewiesenen Nuklide sind zusammen mit den Werten aus dem Vorjahr in Tabelle 6 aufgeführt. Außer Cs-137, das als langlebige Fallout-Komponente gefunden wurde, ließen sich nur die im Boden enthaltenen natürlichen Radionuklide feststellen. Eine Beeinflussung durch die Schachtanlage Asse ist nicht zu erkennen.

## 2.6 Aktivitätsflächenbelegung des Bodens

An drei Meßorten in der Nähe des Zaunes (s. Abb. 2) sowie zusätzlich an einem Meßort in der jeweils herrschenden Abwindrichtung wird zweimal jährlich die Gesamtbeta-Aktivitätsflächenbelegung auf der Bodenoberfläche gemessen. Dadurch ist eine schnelle Bestimmung der auf dem Boden abgelagerten radioaktiven Stoffe möglich. Für die Kurzzeitmessungen wird ein tragbarer Kontaminationsmonitor mit einer Fenstereintrittsfläche von  $180 \text{ cm}^2$  verwendet. Bei einer Untergrundzählrate von 450/min wird eine Nachweisgrenze von ca.  $1400 \text{ Bq/m}^2$  erreicht. Alle Meßergebnisse im Berichtsjahr lagen im Bereich der jeweiligen Nachweisgrenze oder darunter.

## 2.7 Strahlung in der Umgebung

Die akkumulierte Gamma-Strahlenexposition in der Umgebung der Schachtanlage Asse wird mit Thermolumineszenz-Dosimetern (TLD) ermittelt. Die Dosimeter sind im Umkreis von etwa einem und zwei Kilometern (U 1 - U 24), entlang der Bahnlinie (U 25 - U 29) und am Zaun der Anlage (Z 1 - Z 10) als Doppeldosimeter ausgelegt und werden nach einer Exposition von ca. sechs Monaten ausgetauscht. Einen Überblick über die Lage der Meßstellen vermitteln die Abbildungen 2 und 3. Für die Auswertung wird jeweils der Mittelwert eines Dosimeterpaares herangezogen. Für ein ab-

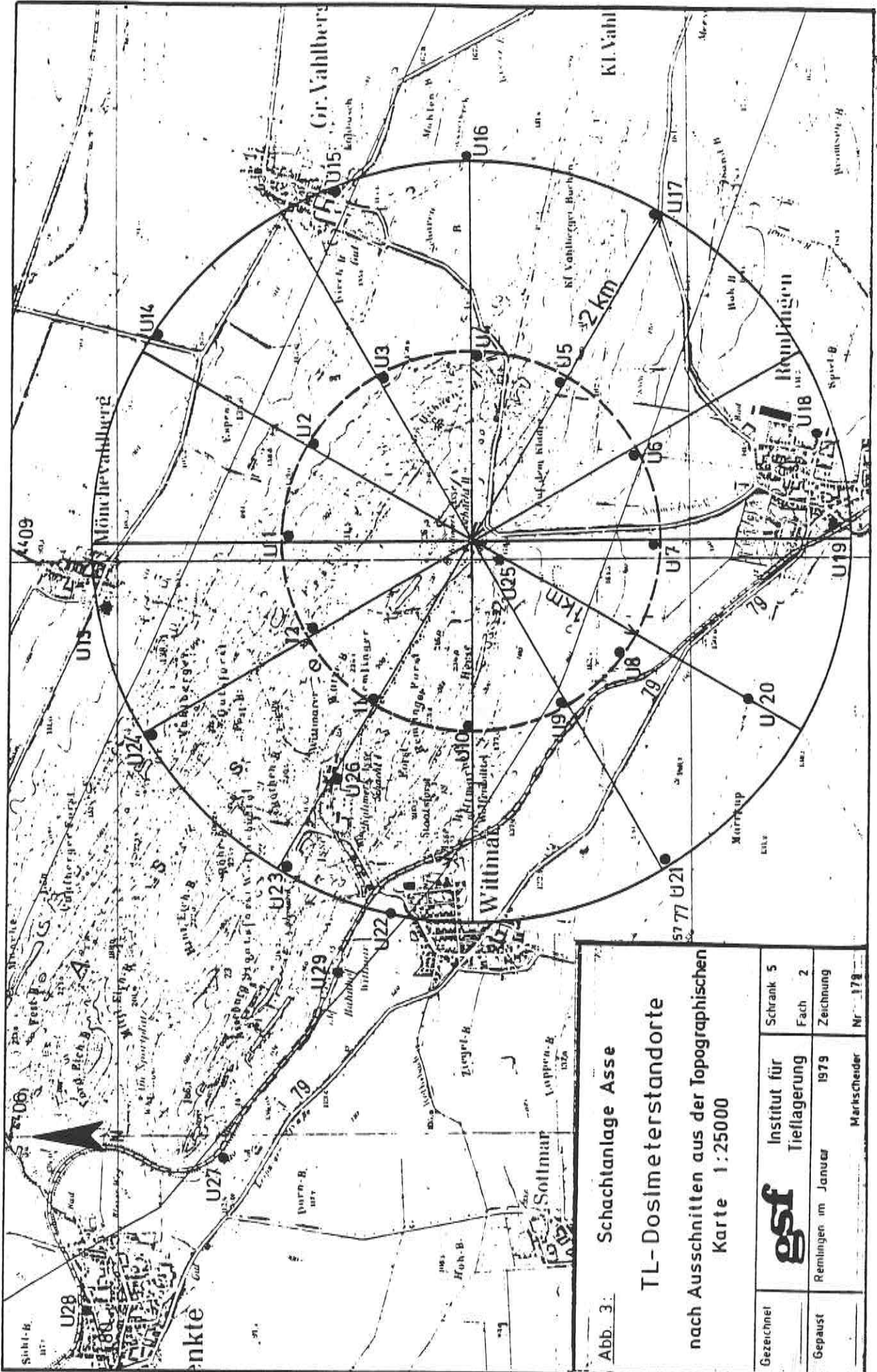


Abb. 3 SchachtanlageASSE

TL-Dosimeterstandorte

nach Ausschnitten aus der Topographischen Karte 1:25000

Gezeichnet	<b>GSF</b> Institut für Tiefelagerung	Schrank 5
Gepaust	Remlingen im Januar 1979	Fach 2
	Markischer Nr. 178	Zeichnung

Tabelle 7: Jahresortsdosiswerte gemessen mit Thermolumineszenz-Dosimetern in der Umgebung des Salzbergwerkes Asse

Angaben in mSv

Meßstelle	1982	1983	Meßstelle	1982	1983
U 1	0,70	0,72	U 21	0,76	0,70
U 2	0,72	0,68	U 22	0,75	0,79
U 3	0,65	0,63	U 23	0,64	0,65
U 4	0,56	0,57	U 24	0,52	0,56
U 5	0,63	0,64	U 25	0,63	0,70
U 6	0,62	0,73	U 26	0,65	0,69
U 7	0,70	0,73	U 27	0,69	0,74
U 8	0,69	0,64	U 28	0,70	0,73
U 9	0,61	0,72	U 29	0,64	0,72
U 10	0,60	0,59			
U 11	0,72	0,75	Z 1	0,84	0,88
U 12	0,53	0,59	Z 2	0,73	0,78
U 13	0,74	0,75	Z 3	0,81	0,72
U 14	0,62	0,62	Z 4	0,74	0,82
U 15	0,58	0,57	Z 5	0,76	0,75
U 16	0,75	0,70	Z 6	0,71	0,71
U 17	0,63	0,66	Z 7	0,70	0,68
U 18	0,67	0,70	Z 8	0,86	0,86
U 19	0,66	0,72	Z 9	0,92	0,93
U 20	0,58	0,73	Z 10	0,78	0,77

Tabelle 8: Dosisleistung in der Umgebung der Schachtanlage Asse in  $\mu\text{Sv/h}$

Meßort Nr. (s. Abb. 1)	1	2	3	4	5	7	8	9
Datum								
18. 1.83		0,07	0,07			0,08	0,07	
16. 2.83	0,07			0,06		0,07		0,08
15. 3.83		0,07	0,07		0,08	0,07		
14. 4.83				0,07		0,07	0,07	0,07
16. 5.83	0,07	0,07	0,07			0,07		
14. 6.83					0,08	0,08	0,06	0,08
14. 7.83	0,08	0,07		0,07		0,08		
16. 8.83			0,09			0,07	0,07	0,09
14. 9.83	0,07			0,07	0,07	0,07		
13.10.83		0,07				0,08	0,07	0,08
15.11.83	0,08		0,08		0,07	0,07		
15.12.83				0,08		0,08	0,07	0,08

handengekommenes oder unauswertbares Dosimeter eines Dosimeterpaars wird der Meßwert des verbliebenen Dosimeters angenommen.

In Tabelle 7 sind die aus den Halbjahres-Meßwerten errechneten Jahresortsdosiswerte zusammen mit den Ergebnissen des Vorjahres aufgeführt. Die Meßwerte stimmen innerhalb der Meßgenauigkeit dieser TL-Dosimeter (ca. 15%) mit den aus den Vorjahren bekannten Dosiswerten überein. Im Vergleich zur mittleren jährlichen Strahlenexposition in der Bundesrepublik Deutschland durch terrestrische und kosmische Strahlung im Freien (ca. 0,83 mSv pro Jahr) liegt die Gamma-Strahlenexposition in der Umgebung der Schachanlage Asse fast an allen Meßstellen niedriger (vgl. Die Strahlenexposition von außen in der Bundesrepublik Deutschland durch natürliche radioaktive Stoffe im Freien und in Wohnungen, herausgegeben vom Bundesministerium des Innern 1978). Einige Jahresdosiswerte am Zaun des Betriebsgeländes liegen etwas höher als in der Umgebung. Dies wird durch Dosisleistungsmessungen bestätigt, die hier eine geringfügig höhere Bodenstrahlung anzeigen, was auf den höheren natürlichen Radioaktivitätsgehalt des hier anstehenden Buntsandsteins zurückzuführen ist.

Die Dosisüberwachung in der Umgebung wird ergänzt durch die Messung der Gamma-Dosisleistung an den in Abb. 1 gekennzeichneten Meßorten. Es werden monatlich vier Kurzzeitmessungen an wechselnden Meßorten durchgeführt, von denen einer in der jeweils herrschenden Abwindrichtung gewählt wird (Meßort Nr. 7). Die Messungen erfolgen ca. 1 m über dem Boden mit einem hochempfindlichen Dosisleistungsmeßgerät, um den niedrigen Umgebungspegel zu erfassen. Die Meßergebnisse sind in Tabelle 8 zusammengestellt. Die kleinen Schwankungen sind auf unterschiedliche Bodenverhältnisse, Bodenbedeckung und Wetterverhältnisse zurückzuführen. Ein Einfluß durch die Abluft des Bergwerkes war nicht feststellbar.

### 3. Betrieblicher Strahlenschutz

Der betriebliche Strahlenschutz umfaßt alle Maßnahmen, die zur Überwachung und Einhaltung der einschlägigen Schutzvorschriften erforderlich sind. Dazu zählen die Messungen zur Überwachung der Ortsdosis, der Personendosis sowie eine Vielzahl von Messungen, wie z.B. zur Kontaminationskontrolle und zur Überwachung der Grubenluft. Eine Überschreitung der zugelassenen Dosis-Grenzwerte und Aktivitätskonzentrationen für beruflich strahlenexponierte Personen konnte nicht festgestellt werden.

#### 3.1 Ortsdosismessungen

Auf dem Gelände der Schachtanlage Asse werden Messungen der Gamma-Strahlendosis mit Thermolumineszenz-Dosimetern (TLD) durchgeführt. Dazu sind an repräsentativen Stellen auf der Schachtanlage und im Grubengebäude TL-Dosimeter eingesetzt. Wie bei der Umgebungsüberwachung liegen die Dosimeter paarweise aus. Der Austausch erfolgt nach ca. 6 Monaten. Die Jahresdosiswerte werden aus den Ergebnissen der halbjährlichen Expositionszeiträume errechnet, wobei jeweils die Mittelwerte eines Dosimeterpaares verwendet werden. Für ein abhandengekommenes oder unauswertbares Dosimeter eines Dosimeterpaares wird der Meßwert des verbliebenen Dosimeters angenommen.

In Tabelle 9 sind die Jahresdosiswerte und zum Vergleich die Werte aus dem Vorjahr zusammengestellt. Da kein Einlagerungsbetrieb stattfand, waren die Meßstellen übertage (z.B. in der Schachthalle) nur der natürlichen Umgebungsstrahlung ausgesetzt. Unter Berücksichtigung der Meßgenauigkeit der Dosimeter, liegen deren Meßwerte in gleicher Höhe wie die in der Umgebung ermittelten (vgl. Kap. 2.7). An den Meßstellen im Grubengebäude ist die Strahlenexposition im allgemeinen wegen der abschirmenden Deckgebirgsschichten geringer als übertage. In Bereichen mit geringem Kaliumgehalt sind die Werte am kleinsten (z.B. Low-Level-Meßplatz).



Tabelle 9: Jahresortsdosiswerte gemessen mit TL-Dosimetern auf dem Gelände der SchachtanlageASSE und im Bergwerk in mSv

Meßstelle	1982	1983
Labor	1,10	1,11
I.d. Schachthalle Anschl.	0,62	0,62
I.d. Schachthalle südl.	0,66	0,70
I.d. Schachth. über d. Umladezelle	0,58	0,57
Büro Betriebsleiter	1,11	0,83
Diffusor innen	0,62	0,67
Diffusor außen	0,85	0,81
490 m-Sohle Füllort	0,04	0,08
750 m-Sohle Füllort	0,27	0,06
490 m-Sohle, Steuerpult Ka. 8a	0,05	0,05
750 m-Sohle, Steuerpult Besch. Ka.	0,01	0,03
750 m-Sohle, Low-Level-Meßplatz	0,02	0,01
800 m-Sohle, Brine Migr.-Versuchsfeld nördl. Stoß	-	0,07

### 3.2 Dosisleistungsmessungen

An allen wichtigen Betriebspunkten und insbesondere in Kontrollbereichen wurde die Gamma-Dosisleistung in regelmäßigen Abständen mit tragbaren Dosisleistungsmeßgeräten kontrolliert.

In Tabelle 10 sind durchschnittliche Dosisleistungen an verschiedenen Betriebspunkten dargestellt. Sie wurden ausgewählt unter Berücksichtigung von Bereichen, die Besuchern, z.B. an Tagen der offenen Tür, zugänglich sind.

Vergleicht man die Meßergebnisse mit den aus der Langzeitüberwachung errechneten Dosisleistungen (vgl. Kap. 3.1), so ergibt sich eine gute Übereinstimmung beider Meßverfahren ( $1 \mu\text{Sv/h} = 8,76 \text{ mSv/a}$ ). Man erkennt ferner, daß die Strahlenbelastung z.B. am Füllort der 750 m-Sohle etwa um den Faktor 10 niedriger liegt als in einem Laborraum übertage. In der Kammer 5 (750 m-S.) wurde die Dosisleistung durch die teilweise Abdeckung der Abfallbehälter mit Salz gesenkt.

Tabelle 10: Gamma-Dosisleistungen an einigen Betriebspunkten der Schachtanlage Asse in  $\mu\text{Sv/h}$

Betriebspunkt	1982	1983
Laborraum übertage	0,10	0,09
490 m-Sohle, Steuerpult der Beschickungskammer 8a für mittelradioaktive Abfälle	0,01	0,012
725 m-Sohle, Kammer 7, ca. 1 m über den salzbedeckten schwachradioaktiven Abfällen	0,23	0,23
750 m-Sohle, Füllort	0,01	0,017
750 m-Sohle, Kammer 5, ca. 11 m von den schwachradioaktiven Abfällen entfernt	19	3,7
750 m-Sohle, vor der verschlossenen Lagerkammer 4	0,02	0,036
750 m-Sohle, Steuerpult in der Beschickungskammer (Nullpegelmessung vor Beginn der Einlagerung)	0,007	0,008
750 m-Sohle, Low-Level-Meßplatz	0,005	0,005
800 m-Sohle, Brine Migr.-Versuchsfeld nördl. Stoß	-	0,01
"          "                                  "                  Fahrbahn	-	0,04

3.3 Personendosisüberwachung

Die Überwachung des Betriebspersonals erfolgt mit von der amtlichen Meßstelle für Strahlendosimeter der GSF in Neuherberg monatlich ausgewerteten Filmdosimetern. Im Jahre 1983 wurden insgesamt 86 Personen überwacht. Bei der Auswertung von 942 Filmen wurde keine Dosis festgestellt. Bei drei Filmen lag die Monatsdosis bei maximal 0,60 mSv, was auf die Handhabung von Strahlenquellen bei Streustrahlungsmessungen zurückzuführen ist.

3.4 Inkorporationsüberwachung

Das gesamte unter Tage beschäftigte Personal wurde in dem auf der 490 m-Sohle installierten Ganzkörperzähler untersucht. Wie in den Vorjahren ergab sich dabei kein Hinweis auf im Beruf inkorporierte radioaktive Stoffe.

Tabelle 12: Aerosolaktivität in der Grubenabluft  
Angaben in  $\text{mBq/m}^3$

- = unter der jeweiligen Nachweisgrenze

Sammelzeitraum	Schacht 2		Schacht 4	
	Be-7	Pb-210	Be-7	Pb-210
7. 1. - 21. 1.83	0,8	2,3	-	0,6
21. 1. - 4. 2.83	0,5	2,4	1,5	0,8
4. 2. - 18. 2.83	0,4	2,3	-	0,8
18. 2. - 4. 3.83	0,6	2,6	1,1	0,6
4. 3. - 18. 3.83	1,4	3,0	0,7	0,7
18. 3. - 31. 3.83	0,4	2,7	1,2	0,6
31. 3. - 15. 4.83	0,6	2,7	1,0	0,7
15. 4. - 29. 4.83	1,4	3,5	1,5	0,8
29. 4. - 11. 5.83	-	3,7	1,7	0,9
11. 5. - 27. 5.83	1,5	3,9	-	1,0
27. 5. - 10. 6.83	-	3,4	2,3	1,0
10. 6. - 24. 6.83	-	2,3	2,9	1,2
24. 6. - 8. 7.83	0,9	4,3	1,6	1,3
8. 7. - 22. 7.83	0,9	7,4	2,5	3,4
22. 7. - 5. 8.83	0,8	5,3	1,6	2,2
5. 8. - 19. 8.83	0,9	4,0	-	1,2
19. 8. - 2. 9.83	1,0	2,7	1,8	1,3
2. 9. - 16. 9.83	1,2	3,0	1,7	1,0
16. 9. - 30. 9.83	0,7	2,9	2,0	1,1
30. 9. - 14.10.83	1,3	3,0	1,1	1,1
14.10. - 28.10.83	0,7	2,6	1,8	0,8
28.10. - 11.11.83	0,6	2,8	2,0	1,5
11.11. - 25.11.83	0,6	2,3	1,2	0,7
25.11. - 9.12.83	0,5	2,6	1,3	0,9
9.12. - 22.12.83	-	2,6	0,5	0,9
22.12.83- 6. 1.84	0,6	3,2	1,3	1,0

#### 4. Emissionsüberwachung

Da aus dem Bergwerk betriebsmäßig keine Flüssigkeiten abgegeben werden, beschränkt sich die Emissionsüberwachung auf die Überwachung der Abluft. Diese wird regelmäßig auf ihren Gehalt an radioaktiven Stoffen untersucht, wobei die Aerosolaktivität kontinuierlich gemessen und registriert und Tritium sowie andere Radionuklide stichprobenartig oder durch kontinuierliche Sammlung ermittelt werden.

Soweit nicht anders vermerkt, beziehen sich die folgenden Angaben auf die Überwachung des im Schacht 2 ausziehenden Luftstromes. Auch der Schacht 4 wird mit einer Aerosolmeßstation regelmäßig überwacht. Da die Wetter in diesem Schacht nicht dauernd ausziehend waren und mit weniger als 4% zur Gesamtabluft beitragen, wurde dieser Anteil bei der Abgabenbilanzierung vernachlässigt.

##### 4.1 Aerosolaktivität

Zur kontinuierlichen Überwachung der Aerosolaktivität im ausziehenden Luftstrom wird über ein in den Diffusor ragendes Rohr ein Abluftteilstrom über ein Filter geleitet und die auf dem Filter akkumulierten Alpha- und Beta-Aktivitäten der abgeschiedenen Aerosole kontinuierlich gemessen und registriert.

Nach jeweils 14-tägiger Beaufschlagung werden die Filter ausgetauscht und nochmals mit einem Großflächendurchflußzähler ausgemessen. Dabei konnte anhand des Abklingverhaltens gezeigt werden, daß die kurzlebige Aerosolaktivität auf die kurzlebigen Folgeprodukte von Rn-222 und Rn-220 zurückgeführt werden kann. Das in der Natur vorkommende Edelgas Radon entsteht beim Zerfall von Radium, das in den natürlichen Zerfallsreihen des Uran und Thorium vorkommt. Es ist stets in der Umgebungsluft vorhanden und entweicht zusätzlich aus radium- und thoriumhaltigen Abfällen sowie aus den Verfestigungs- und Abschirmmaterialien Bitumen und Beton.

Die im Diffusor bestimmte Aerosolaktivitätskonzentration der Grubenabluft lag zwischen  $50 \text{ Bq/m}^3$  und  $220 \text{ Bq/m}^3$  und betrug durchschnittlich  $127 \text{ Bq/m}^3$ ; sie lag damit über der natürlichen

Aerosolaktivitätskonzentration in der Umgebungsluft. Durch die Verdünnung beim Austritt aus dem Diffusor wurde die Konzentration so stark vermindert, daß am Zaun keine Erhöhung der natürlichen Konzentration gemessen werden konnte (s. Kap. 2.3).

Nach dem Abklingen der kurzlebigen Aerosolaktivität wurden die Filter vom Institut für Strahlenhygiene des Bundesgesundheitsamtes, Neuherberg, gammaspektrometrisch auf Einzelnuclide untersucht. Die Nachweisgrenzen erreichten etwa  $0,1 \text{ mBq/m}^3$  (bezogen auf Co-60). Die Ergebnisse sind in Tabelle 12 zusammengestellt. Außer Be-7 und Pb-210 konnten keine Radionuklide über den jeweiligen Nachweisgrenzen festgestellt werden. Die Aktivitätskonzentration von Be-7 in der Abluft des Schachtes 2 ist geringer als in der Umgebungsluft. Dies kann durch die Ablagerung von Aerosolen an den rauhen Oberflächen innerhalb des Grubengebäudes erklärt werden. Im Schacht 4 ist dieser Effekt weniger ausgeprägt, was darauf hindeutet, daß die Luft einen kürzeren Weg im Grubengebäude zurückgelegt hat.

Bei Pb-210, das als langlebiges Produkt der Uranzerfallsreihe auch in der Natur vorkommt, war eine Erhöhung zu beobachten. Die Meßwerte für Pb-210 in der Abluft des Schachtes 2 ergaben im Jahresmittel eine Konzentration von  $3,0 \text{ mBq/m}^3$ . Dieser Wert liegt in einer Größenordnung, wie er auf Grund der kurzlebigen Folgeprodukte des Radons zu erwarten ist.

#### 4.2 Tritiumaktivität

Da die Tritiumkonzentration in der Abluft unterhalb der Nachweisgrenze ( $3700 \text{ Bq/m}^3$ ) kontinuierlich anzeigender Meßgeräte liegt, erfolgt die Messung über das Kondensat der ausgefrorenen Luftfeuchte. Unter Berücksichtigung von Temperatur und relativer Feuchte ergibt sich die Aktivitätskonzentration in der Luft. Die Aktivitätsbestimmungen wurden vom Institut für Radiohydro-metrie der GSF in Neuherberg durchgeführt. Bei den wöchentlich genommenen Proben in der Abluft ergaben sich Werte zwischen  $96 \text{ Bq/m}^3$  und  $255 \text{ Bq/m}^3$  bei einem Jahresmittelwert von  $146 \text{ Bq/m}^3$ , der gut mit dem Ergebnis der im folgenden beschriebenen Meßmethode übereinstimmt.

Die Abgabenbilanzierung erfolgt seit Beginn des Berichtsjahres mit Hilfe einer neuen kontinuierlich betriebenen Probenahmeeinrichtung. Hierbei wird ein Teil des Abluftstromes über ein Aerosolfilter und anschließend durch einen mit Molekularsieb gefüllten Edelstahlzylinder gepumpt. Das Molekularsieb fixiert die in der Abluft enthaltene Feuchtigkeit, Kohlendioxid und Kohlenwasserstoffe. Die Molekularsiebfüllung wird monatlich gewechselt und im Institut für Strahlenhygiene des Bundesgesundheitsamtes in Neuherberg auf den Tritiumgehalt ausgemessen.

Die gemessenen Aktivitätskonzentrationen von Tritium als HTO in der Abluft sind in Tabelle 13 aufgeführt. Anhand von Quartalsproben wurde versucht, den HT-Anteil in der Abluft zu bestimmen. In keiner der Quartalsproben konnte jedoch Tritium in der Form als HT über der Nachweisgrenze von  $5 \text{ Bq/m}^3$  nachgewiesen werden.

#### 4.3 Kohlenstoff-14

Mit der im vorigen Kapitel beschriebenen Probenahmeeinrichtung wird auch Kohlenstoff-14 in der chemischen Form von Kohlenmonoxid, Kohlendioxid und Kohlenwasserstoffen kontinuierlich gesammelt. Die Auswertung erfolgt durch das Institut für Strahlenhygiene des Bundesgesundheitsamtes in Neuherberg. Der Anteil von  $\text{CO}_2$ -gebundenem C-14 wird getrennt bestimmt und beträgt bei allen Proben etwa 90%. Die Gesamtkonzentration an C-14 in den Monatsproben der Abluft ist Tabelle 13 zu entnehmen.

#### 4.4 Andere Radionuklide

Zusätzlich zu den oben beschriebenen Routinemessungen werden Untersuchungen zur Bestimmung anderer Radionuklide in der Abluft des Bergwerks durchgeführt. Wegen der geringen Konzentration dieser Radionuklide müssen dafür Anreicherungsverfahren und spezielle Analysemethoden eingesetzt werden.

Die Stichprobenmessungen im Jahre 1978 hatten ergeben, daß die Konzentration von Radiojod unter der Nachweisgrenze üblicher Meßverfahren lag. Deshalb wird auf eine Routineüberwachung von Radiojod verzichtet.

Tabelle 13: Tritium und Kohlenstoff-14 in der Abluft  
Aktivitätskonzentrationen in Bq/m<sup>3</sup>

Sammelzeitraum	Tritium als HTO	C-14 gesamt
Januar	110	5,0
Februar	85	4,9
März	140	4,7
April	160	4,4
Mai	160	4,6
Juni	190	4,0
Juli	190	4,0
August	180	3,7
September	150	3,7
Oktober	200	3,4
November	140	3,7
Dezember	130	3,1

Tabelle 14: Plutoniumkonzentration in der Abluft

Angaben in  $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$

Die Nachweisgrenze entspricht einem Vertrauensbereich von 95%

Sammelzeitraum	Pu-238	Pu-239/240
22. 3. - 11. 4.83	<0,037	<0,074
21.11. - 9.12.83	<0,12	<0,14

Die Bestimmung der Plutoniumkonzentration in der Abluft erfolgt im ausziehenden Wetterstrom auf der 490 m-Sohle. Dazu werden ca. 30.000 m<sup>3</sup> Luft über ein Spezialfilter geleitet. Die Sammlung erstreckt sich jeweils über einen Zeitraum von etwa 20 Tagen. Die Ergebnisse der Pu-Analysen, die vom Institut für Strahlenschutz der GSF in Neuherberg durchgeführt wurden, sind in Tabelle 14 enthalten. Die gemessenen Konzentrationen für Pu-238 und Pu-239/240 bewegen sich damit im Rahmen des Falloutpegels, wie er von Vergleichsmessungen übertage bekannt ist.

#### 4.5 Ergebnisse der Abluftüberwachung

Um die abgegebene Aktivitätsmenge zu ermitteln, wird der Luftdurchsatz kontinuierlich gemessen und zusammen mit den Alpha- und Beta-Aerosolaktivitäten in einer Datenerfassungsanlage registriert. Aus den Wertepaaren der 10-Minuten-Mittelwerte kann die abgegebene Menge an kurzlebiger Aerosolaktivität bestimmt werden. Die Abgabewerte der übrigen Nuklide wurden aus den gemessenen Aktivitätskonzentrationen und den in den einzelnen Probenahmezeiträumen abgeleiteten Luftmengen ermittelt. Der Jahresluftdurchsatz betrug  $9,6 \cdot 10^8 \text{ m}^3$ .

Die Jahresemissionen sind mit den Werten des Vorjahres in Tabelle 15 zusammengestellt. Es wurden alle nachgewiesenen Nuklide aufgeführt, soweit sie nicht in der gleichen Konzentration bereits in der Umgebungsluft vorhanden waren. Die Angaben für die kurzlebigen Aerosole und Pb-210 liefern zu hohe Werte, da die beträchtlich schwankenden natürlichen Konzentrationen in der zugeführten Frischluft nicht berücksichtigt wurden. Die Emissionswerte liegen bis auf C-14 in der gleichen Größenordnung wie im Vorjahr. Der höhere Wert der C-14 Gesamtaktivität des Vorjahres beruht auf dem bei der Berechnung verwendeten geringen CO<sub>2</sub>-Anteil, der sich im Berichtsjahr nicht bestätigt hat.

Die Aktivitätskonzentration in der Umgebung kann unter Berücksichtigung der Ausbreitungssituation berechnet werden. Für die ungünstigste Einwirkungsstelle in der Umgebung der Schachtanlage (nordöstl. des Diffusors am Zaun der Anlage) wurde ein Langzeitausbreitungsfaktor von  $2 \cdot 10^{-4} \text{ s/m}^3$  abgeschätzt. Die damit berechneten mittleren jährlichen Aktivitätskonzentrationen in der Luft sind in Tabelle 15 angegeben. Die Konzentrationen sind so niedrig, daß



Tabelle 15: Jahresemission und potentielle Strahlenexposition für Erwachsene an der ungünstigsten Einwirkungsstelle in der Umgebung der Schachtanlage Asse

Nuklid	Abgabe 1982	Abgabe 1983	Konzentration in der Luft an der ungünstigsten Einwirkungsstelle Jahresmittel <sup>3</sup> in mBq/m <sup>3</sup>	Expositions- pfad	kritisches Organ	Grenzwert der Jahresdosis	potentielle Dosis 1983 (aus Spalte 3 berechnet)
	GBq	GBq				µSv	
H-3	144	142	900	Inhalation Ingestion	Ganzkörper Ganzkörper	300 300	0,4 2,0
C-14	15	3,9	25	Inhalation Ingestion	Knochen Knochen	1800 1800	0,17 15
Pb-210	0,0027	0,0029	0,018	Inhalation Ingestion	Niere Ganzkörper	900 300	1,9 14
kurzl. Aerosole	111	122	774	Inhalation	Lunge	900 (Rn-222)	32

eine meßtechnische Erfassung in der Umgebung der Schachtanlage kaum mehr möglich ist. Die errechneten Werte für Pb-210 und kurzlebige Aerosole unterschreiten außerdem die mittleren natürlich vorkommenden Konzentrationen dieser Nuklide in der Umgebungsluft. Ein Anstieg der Aerosolaktivität der Luft in der Umgebung der Schachtanlage war daher nicht zu erwarten. Dieses wurde durch die Umgebungsüberwachungsmessungen (s. Kap. 2.3) bestätigt.

#### 4.6 Potentielle Strahlenbelastung in der Umgebung

Die durch die Emission radioaktiver Stoffe verursachte Strahlenexposition der in der Umgebung wohnenden Bevölkerung kann nicht direkt gemessen werden. Es werden vielmehr Rechenmodelle eingesetzt, um aus den bekannten Abgabemengen mögliche Strahlenbelastungen abzuleiten. Dabei werden durch ungünstige Modellannahmen und kritische Wahl der benötigten Parameter fiktive Dosiswerte ermittelt, die stets größer sind als die tatsächlich auftretenden Strahlenexpositionen durch die Emissionen der Anlage.

Mit Hilfe der Allgemeinen Berechnungsgrundlage für die Strahlenexposition bei radioaktiven Ableitungen (BMI, 1979) wurde eine obere Abschätzung der potentiellen Strahlenexposition an der ungünstigsten Einwirkungsstelle in der Umgebung der Schachtanlage Asse vorgenommen. Da die Emissionen quasi-kontinuierlich erfolgen, kann bei den Rechnungen der Langzeitausbreitungsfaktor von  $2 \cdot 10^{-4} \text{ s/m}^3$  benutzt werden. In der Berechnungsgrundlage sind keine Dosisfaktoren für Radon und seine kurzlebigen Folgeprodukte angegeben, so daß der Dosisfaktor aus dem Grenzwert der Strahlenschutzverordnung für die Jahresaktivitätszufuhr von Rn-222 über Luft abgeleitet wurde.

Als Expositionspfade wurden lediglich Inhalation und Ingestion betrachtet. Gamma-Submersion, Beta-Submersion und Bodenstrahlung sind dagegen vernachlässigbar. In Tabelle 15 sind die errechneten Jahresdosiswerte für das jeweils kritische Organ und zum Vergleich die Dosisgrenzwerte des § 45 der Strahlenschutzverordnung angegeben. Man erkennt, daß die durch die Emissionen bedingte Strahlenexposition in der Umgebung der Schachtanlage Asse weit unter den Grenzwerten der Strahlenschutzverordnung liegt.

5. Zusammenfassung

Die Strahlenschutzmessungen im Bergwerk und in der Umgebung der Schachtanlage Asse wurden wie in den vergangenen Jahren fortgesetzt. In den Programmen zur Abluft- und Umgebungsüberwachung sind im wesentlichen die bisherigen Überwachungsmaßnahmen und die im Rahmen von Forschungsvorhaben durchgeführten Untersuchungen zusammengefaßt.

Die Zahl der jährlichen Messungen und Probenahmen zur Überwachung der Radioaktivität in der Umgebung lag wie im Vorjahr bei 368. Alle Messungen lieferten Werte im Bereich der natürlichen Umweltradioaktivität. In einigen Fällen waren auch die langfristigen Auswirkungen früherer Kernwaffenexperimente nachweisbar.

Die Mitarbeiter wurden entsprechend der Strahlenschutzverordnung laufend überwacht. Ebenso erfolgten die Messung der Ortsdosis, der Ortsdosisleistung sowie der Aktivität der Grubenluft im Rahmen des betrieblichen Strahlenschutzes. Eine Überschreitung der zugelassenen Personendosen und Aktivitätswerte für beruflich strahlenexponierte Personen konnte nicht festgestellt werden.

In der Abluft des Salzbergwerkes konnten die Nuklide H-3, C-14, Pb-210 und die kurzlebigen Folgeprodukte von Rn-222 und Rn-220 nachgewiesen werden. Die aus den ermittelten Jahresabgabewerten errechneten Konzentrationen in der Umgebung der Schachtanlage lagen teilweise unter den mittleren natürlich vorkommenden Konzentrationen dieser Nuklide. Die durch die Emissionen bedingte Strahlenexposition an der ungünstigsten Einwirkungsstelle in der Umgebung lag weit unter den Grenzwerten der Strahlenschutzverordnung.

Die mit der Lagerung von radioaktiven Abfällen und der Durchführung von Forschungsaufgaben im Salzbergwerk Asse zusammenhängende Strahlenexposition lieferte für die Belegschaft und die Bevölkerung der umliegenden Ortschaften im Vergleich zur natürlichen Strahlenbelastung einen unbedeutenden Beitrag.