

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

Institut für Tieflagerung

S/106

STRAHLENSCHUTZ UND UMGEBUNGSÜBERWACHUNG
IM BEREICH DER SCHACHTANLAGE ASSE

Jahresbericht 1982

von



September 1983

GSF-Bericht T 169

gsf

Als Manuskript vervielfältigt

© Alle Rechte vorbehalten

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

Ingolstädter Landstraße 1 · 8042 Neuherberg

Telefon (089) 3 87 41 · Telex 05 23 125

GESELLSCHAFT
FÜR STRAHLEN- UND UMWELTFORSCHUNG MBH
MÜNCHEN

Institut für Tieflagerung

STRAHLENSCHUTZ UND UMGEBUNGSÜBERWACHUNG
IM BEREICH DER SCHACHTANLAGE ASSE

Jahresbericht 1982

von



September 1983

GSF-Bericht T 169

Anschrift der Verfasser:



Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung
Institut für Tieflagerung / Technische Abteilung
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
 - 3.5 Überwachung der Abluft
 - 3.5.1 Aerosolaktivität
 - 3.5.2 Tritiumaktivität
 - 3.5.3 Andere Nuklide
 - 3.5.4 Ergebnisse der Abluftüberwachung
4. 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. 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.

In Anlehnung an die Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen traten die im Vorjahr überarbeiteten Programme zur Abluft- und Umgebungsüberwachung in Kraft. Darin sind im wesentlichen die bisherigen Überwachungsmaßnahmen und die im Rahmen von Forschungsvorhaben durchgeführten Untersuchungen zusammengefaßt. Einige Programmpunkte wurden in Art und Umfang der Messungen überarbeitet und teilweise auch neu aufgenommen.

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 der dreifachen Standardabweichung des Null-effekts (Vertrauensbereich ca. 99,7%), dem Wirkungsgrad der

Meßapparatur, der Meßzeit und der verwendeten Probenmenge ermittelt.

In diesem Bericht werden die noch gültigen gebräuchlichen radiologischen Einheiten benutzt. Um eine Umrechnung in die gesetzlichen SI-Einheiten zu erleichtern, sind nachfolgend die entsprechenden Beziehungen angegeben:

Aktivität	:	1 Ci (Curie)	=	$3,7 \cdot 10^{10}$	Bq (Bequerel = 1/s)
Ionendosis	:	1 R (Röntgen)	=	$2,58 \cdot 10^{-4}$	C/kg (Coulomb/Kilogramm)
Energiedosis	:	1 rd (Rad)	=	10^{-2}	Gy (Gray = J/kg)
Äquivalentdosis	:	1 rem (Rem)	=	10^{-2}	Sv (Sievert = J/kg)

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.

Das Programm der Umgebungsüberwachung im Bereich des Salzbergwerkes Asse ist in Tabelle 1 zusammengestellt. Gegenüber dem Programm des Vorjahres wurde eine weitere Station zur kontinuierlichen Aerosolsammlung eingerichtet. Die Zahl der monatlichen Stichprobenmessungen der Aerosolaktivität konnte daher reduziert werden. Neu aufgenommen wurden die Bestimmung der Aktivität von Bodenproben und die Messung der Aktivitätsflächenbelegung des Bodens, um die dem Boden zugeführte Aktivität erfassen zu können. Die bisher im Kapitel Betrieblicher Strahlenschutz aufgeführten Messungen der Gammastrahlendosis am Zaun wurden in das Programm der Umgebungsüberwachung übernommen. Sie werden ergänzt durch die Überwachung der Gammadosisleistung bei Meßfahrten. Außerdem sind Änderungen der Meßverfahren und Lage der Meßstellen zur Anpassung an den heutigen Kenntnisstand vorgenommen worden, auf die in den einzelnen Kapiteln eingegangen wird. Insgesamt hat sich die Zahl der jährlichen Messungen und Probenahmen auf 368 erhöht.

Tabelle 1: Programm der Umgebungsüberwachung im Bereich des Salzbergwerkes Asse (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	Gesamt-Beta-Kontaminationsmonitor
7. Überwachung der externen Strahlenbelastung	39	kontinuierliche Exposition, halbjährl. Auswertung	78	Festkörperdosimeter
	8	monatlich vier Stichproben	48	Kurzzeitmessung der Gamma-dosisleistung

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.

Nach gründlicher Durchsicht der bisherigen Probenahmestellen wurden drei Vorfluter und eine Sickerquelle aus dem Programm gestrichen, da sie keine hydrologische Bedeutung haben. Wieder aufgenommen wurde die beim Bahnbau zunächst zerstörte und jetzt neu gefaßte Quelle im Bahneinschnitt nordöstlich von Groß Denkte (Nr. 26), so daß das Programm jetzt 27 Meßstellen umfaßt. Die Lage der Meßstellen ist Abb. 1 zu entnehmen.

Von den Rückständen der eingedampften Proben wurde in einem Großflächendurchflußzähler die Beta-Gesamtaktivität (β_g) gemessen. Bei Werten über der Nachweisgrenze von 5 pCi/l wurde zusätzlich der Kaliumgehalt der Wasserproben flammenphotometrisch ermittelt. Diese Bestimmungen des Kaliumgehaltes wurden vom Institut für Strahlenschutz der GSF in Neuherberg durchgeführt und ab April vom chemischen Labor des Instituts in Braunschweig. Durch Abzug des K-40 Aktivitätsanteils von der Beta-Gesamtaktivität wurde die Beta-Restaktivität (β_n) errechnet.

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 gammaspektroskopischen Einzelnuclidanalyse unterzogen, die keine Radionuklide außer den natürlich vorkommenden erkennen ließ.

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.

Tabelle 2: Beta-Aktivität von Grund- und Oberflächenwässern im Jahre 1982

Bg = Beta-Gesamtaktivität

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

- = Kein Zugang bzw. trocken;

x) = Probenmenge jeweils 100 ml, ab Oktober 400 ml

+ = Probe auf dem Transport zur K-40-Messung
verschüttet

Zahlenangaben in pCi/l

Nr.	Meßstelle	Probenahme:	Januar		April		Juli		Oktober	
			Bg	Bn	Bg	Bn	Bg	Bn	Bg	Bn
1	Brunnen d. Schachtanlage Asse II		8	+	<5		<5		6	<5
2	Obere Quellf. Gr. Vahlberg		7	+	<5		<5		<5	
5	Vorfluter östl. Gr. Vahlberg		6	<5	6	<5	6	<5	<5	
9	Wasserversorgung Remlingen		38	6	37	<5	39	6	29	<5
10	Wasserversorgung Schacht I		<5		<5		<5		<5	
12	Wasserversorgung Wittmar		<5		9	<5	-		7	<5
15	Quelle östl. Gr. Denkte		<5		<5		<5		-	
19	Vorfluter oberh. Bad Gr. Denkte		7	<5	<5		7	<5	7	<5
20	Quelle südl. Falkenheim		<5		<5		<5		10	8
21	Quelle am Weiher Falkenheim		<5		<5		<5		<5	
23	Wasserversorgung Mönchevahlberg		<5		<5		<5		<5	
25	Vorfluter nördl. Wittmar		38	11	36	<5	33	<5	32	<5
26	Quelle i. Bahneinschn. nordöstl. Gr. Denkte		7	<5	<5		6	<5	9	<5
30	Drainage Park Gr. Vahlberg		<5		<5		<5		<5	
31	Vorfluter östl. Gr. Denkte		28	+	16	<5	22	<5	9	<5
32	Wasserversorgung Falkenheim		<5		<5		<5		<5	
35	Vorfluter Park Gr. Vahlberg		<5		<5		<5		<5	
39	Wasserversorgung Kissenbrück		<5		<5		<5		<5	
41	Vorfluter westl. Espenberg		<5		8	6	<5		<5	
43	Löffelgraben nordöstl. Remlingen		<5		7	<5	8	<5	<5	
45	Schacht Asse 1		16	<5	15	<5	10	<5	10	<5
51	Überlauf Wasservers. Gr. Vahlberg		<5		<5		<5		<5	
60	Straßenbrunnen Remlingen		6	<5	<5		<5		<5	
63	Quelle nördl. Bleier Weg Gr. Denkte	x)	540	<5	662	<5	500	<5	580	<5
64	Schacht Asse 3		69	<5	98	<5	78	<5	78	<5
65	Überlauf Wasservers. Gr. Denkte		<5		6	<5	9	<5	<5	
66	Quelle Feldsch. Gut Münchhausen		8	+	<5		7	<5	-	

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 Trinkwasserverversorgungsleitungen 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 0,005 pCi/l für PU-239 sowie 0,05 pCi/l für Cs-137 und Sr-90.

Die Meßergebnisse sind mit den Vorjahreswerten in Tabelle 3 zusammengestellt. 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.

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 m³ Luft über ein Großflächenfilter (ca. 300 cm²) 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 66 und 1070 pCi/m³ und lag somit im Bereich der wetterbedingten Schwankungen (ca. 10 bis einige 1000 pCi/m³) 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

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

Angaben in pCi/l,

Trinkwasserversorgung x)		Nuklid	Nov. 1980 -April 1981	Mai 1981 -Oktober 1981	Nov. 1981 -April 1982	Mai 1982 -Oktober 1982
Remlingen Nr. 9	Pu-239 Sr-90 Cs-137		< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
			0,1±0,01	< 0,05	< 0,05	< 0,05
			< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Mönchevahlberg Nr. 23	Pu-239 Sr-90 Cs-137		< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
			0,06±0,01	< 0,05	< 0,05	< 0,05
			< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Falkenheim Brunnen Nr. 32	Pu-239 Sr-90 Cs-137		< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
			< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
			< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Kissenbrück Überlauf Wasserbehälter Nr. 39	Pu-239 Sr-90 Cs-137		< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
			0,06±0,01	< 0,05	< 0,05	< 0,05
			< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Groß Vahlberg Überlauf Wasserbehälter Nr. 51	Pu-239 Sr-90 Cs-137		< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
			0,07±0,01	0,09±0,01	0,12±0,01	0,100±0,01
			< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05

x) Die Nummer entspricht der jeweiligen Meßstelle der Tabelle 2

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 $0,05 \text{ pCi/m}^3$ 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 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. In Anlehnung an die Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen wurde im November eine zusätzliche Station in der häufigsten Ausbreitungsrichtung am Zaun der Anlage eingerichtet. An beiden Stationen werden die Aerosole auf einem Großflächenfilter (ca. 300 cm^2) gesammelt und die akkumulierten Alpha- und Beta-Aktivitäten kontinuierlich gemessen und registriert.

Nach einem Luftdurchsatz von ca. 8000 m^3 werden die Filter 14-täglich 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 Radionuklide nachgewiesen. Die Meßwerte liegen an beiden Sammelstationen innerhalb der regional und meteorologisch bedingten Schwankungen der Aktivitätskonzentration der Umgebungsluft.

Tabelle 4: Aerosolaktivität der Luft in der Umgebung
der Schachtanlage Asse
Aktivitätskonzentration 10^{-15} Ci/m³

- = unter der jeweiligen Nachweisgrenze

Nuklid	Be-7	Pb-210	Be-7	Pb-210
Filterwechsel	Referenzstelle 150 m südl. Diffusor		am Zaun in der häufigsten Ausbrei- tungsrichtung	
8. 1.82	-	11		
22. 1.82	-	41		
5. 2.82	460	10		
19. 2.82	480	5		
5. 3.82	-	19		
19. 3.82	-	12		
2. 4.82	350	14		
16. 4.82	260	9		
30. 4.82	520	9		
14. 5.82	240	4		
28. 5.82	320	15		
11. 6.82	540	-		
25. 6.82	340	9		
9. 7.82	200	5		
23. 7.82	260	9		
6. 8.82	290	15		
20. 8.82	220	11		
3. 9.82	170	8		
17. 9.82	350	30		
1.10.82	420	38		
15.10.82	170	31		
29.10.82	160	17		
12.11.82	190	22		
26.11.82	260	5	210	15
10.12.82	160	8	130	26
23.12.82	150	2	140	19
7. 1.83	160	6	120	10

6,000097

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 Zahl der Meßstellen wurde gegenüber dem Vorjahr zugunsten einer größeren Probenzahl verringert. Außerdem erfolgt die Messung jetzt in einer 1 l-Ringschale mit einem Germanium-Detektor zum Nachweis von Einzelnucliden. Dadurch konnte die Nachweisgrenze auf ca. 20 pCi/kg Trockensubstanz (bezogen auf Co-60) gesenkt werden.

Die Lage der vier Probenahmestellen ist aus Abb. 2 ersichtlich. Eine davon (Nr. 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 im Gamma-Meßplatz ausgemessen. Die Ergebnisse sind Tabelle 5 zu entnehmen. Die festgestellten Radionuklide sind zum größten Teil natürlichen Ursprungs (Be-7, K-40, Ra + Th-Reihe, Pb-210). In den Proben vom Juni ließ sich wegen später Ausmessung und der kurzen Halbwertszeit kein Be-7 mehr nachweisen. 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 Aktivität langfristig zu

Tabelle 5: Spezifische Aktivität von Grasproben
aus der Umgebung der Schachtanlage Asse
in pCi/g Trockensubstanz

- = unterhalb der jeweiligen Nachweisgrenze

Probenahme	10.6.82				28.9.82				
	Ort s. Abb. 2	2	3	4	7	2	3	4	7
Be-7		-	-	-	-	3,9	3,2	4,9	4,2
K-40		17,3	16,9	13,6	22,9	11,4	13,1	14,1	20,6
Pb-210		1,03	1,35	2,24	0,45	1,23	1,12	1,23	1,08
Ra-Reihe (Pb-214)		0,078	0,068	0,046	0,065	0,110	0,054	0,089	0,157
Th-Reihe (Pb-212)		0,21	0,11	0,07	0,14	0,13	0,09	0,11	0,16
Cs-137		-	0,042	0,043	-	-	0,027	0,039	0,069
Ce-144		0,13	0,30	0,48	-	-	-	-	-

Tabelle 6: Spezifische Aktivität von Bodenproben
aus der Umgebung der Schachtanlage Asse
in pCi/g Trockensubstanz

Probenahme	10.6.82				28.9.82				
	Ort s. Abb. 2	2	3	4	7	2	3	4	7
K-40		17,5	18,4	17,5	14,9	17,5	18,4	15,9	13,0
Pb-210		0,97	0,94	0,90	0,88	0,88	0,91	0,92	0,94
Ra-Reihe (Pb-214)		0,96	0,97	0,86	0,80	0,95	1,01	0,84	0,67
Th-Reihe (Pb-212)		1,11	1,19	1,06	0,89	1,09	1,21	1,00	0,75
Cs-137		0,15	0,12	0,13	0,24	0,14	0,14	0,13	0,52

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 mit einem Germanium-Detektor ausgemessen. Dabei wird eine Nachweisgrenze von 10 pCi/kg Trockensubstanz (bezogen auf Co-60) erreicht. Die durch Gammastrahlung nachgewiesenen Nuklide sind 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 Untergrundzählrate von ca. 400/min verwendet, so daß eine Nachweisgrenze von ca. 30 nCi/m² erreicht wird. Alle Meßergebnisse im Berichtsjahr lagen unterhalb der jeweiligen Nachweisgrenze.

2.7 Strahlung in der Umgebung

Die akkumulierte Gamma-Strahlenexposition in der Umgebung der Schachtanlage Asse wird mit Thermolumineszenz-Dosimetern (TLD) ermittelt. Einen Überblick über die Lage der Meßstellen vermitteln die Abbildungen 3 und 4. Die bisher beim betrieblichen Strahlenschutz aufgeführten Messungen der Gamma-Strahlendosis am Zaun (Z 1 - Z 10) wurden in das Programm der Umgebungsüberwachung übernommen.

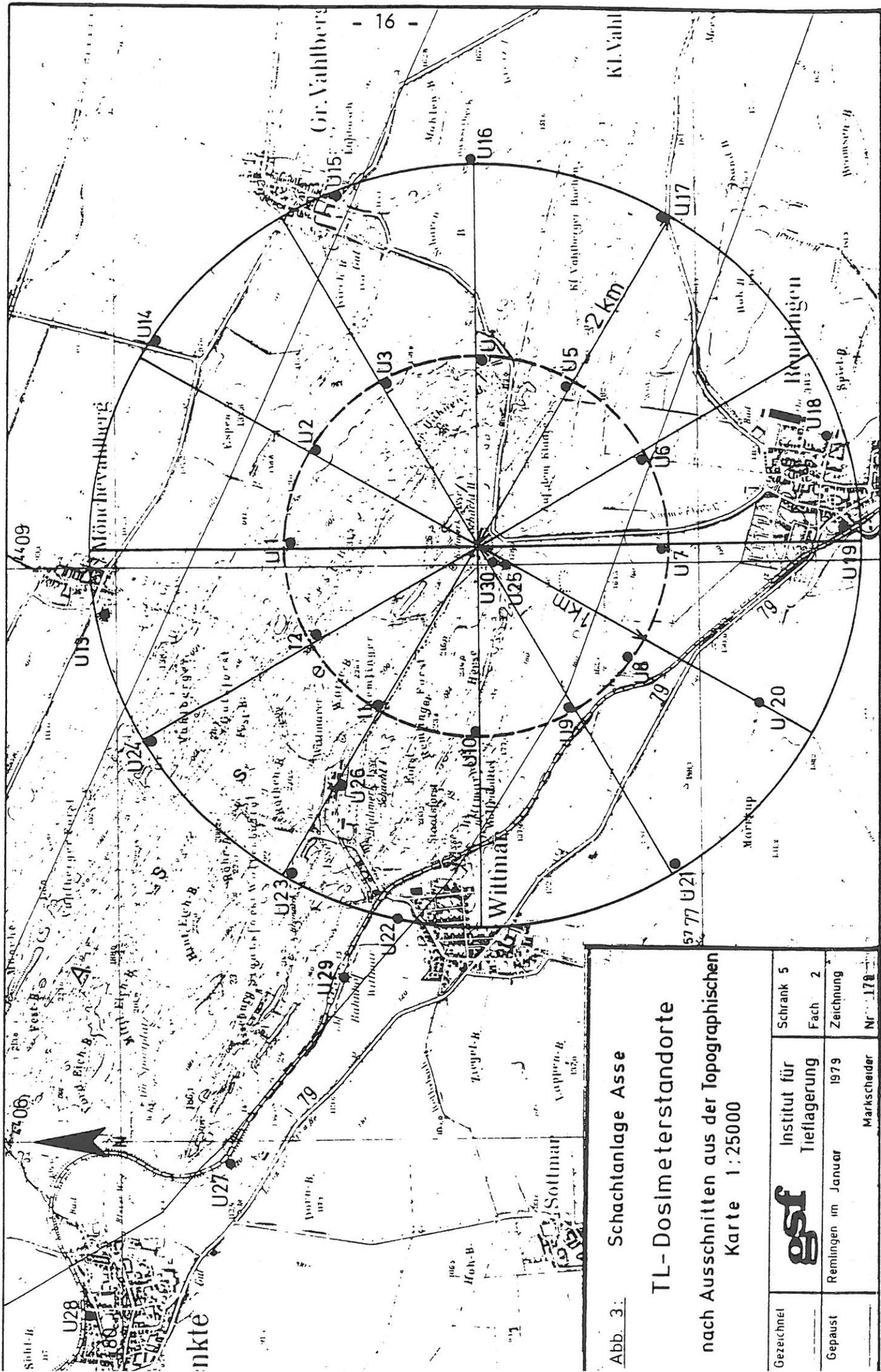
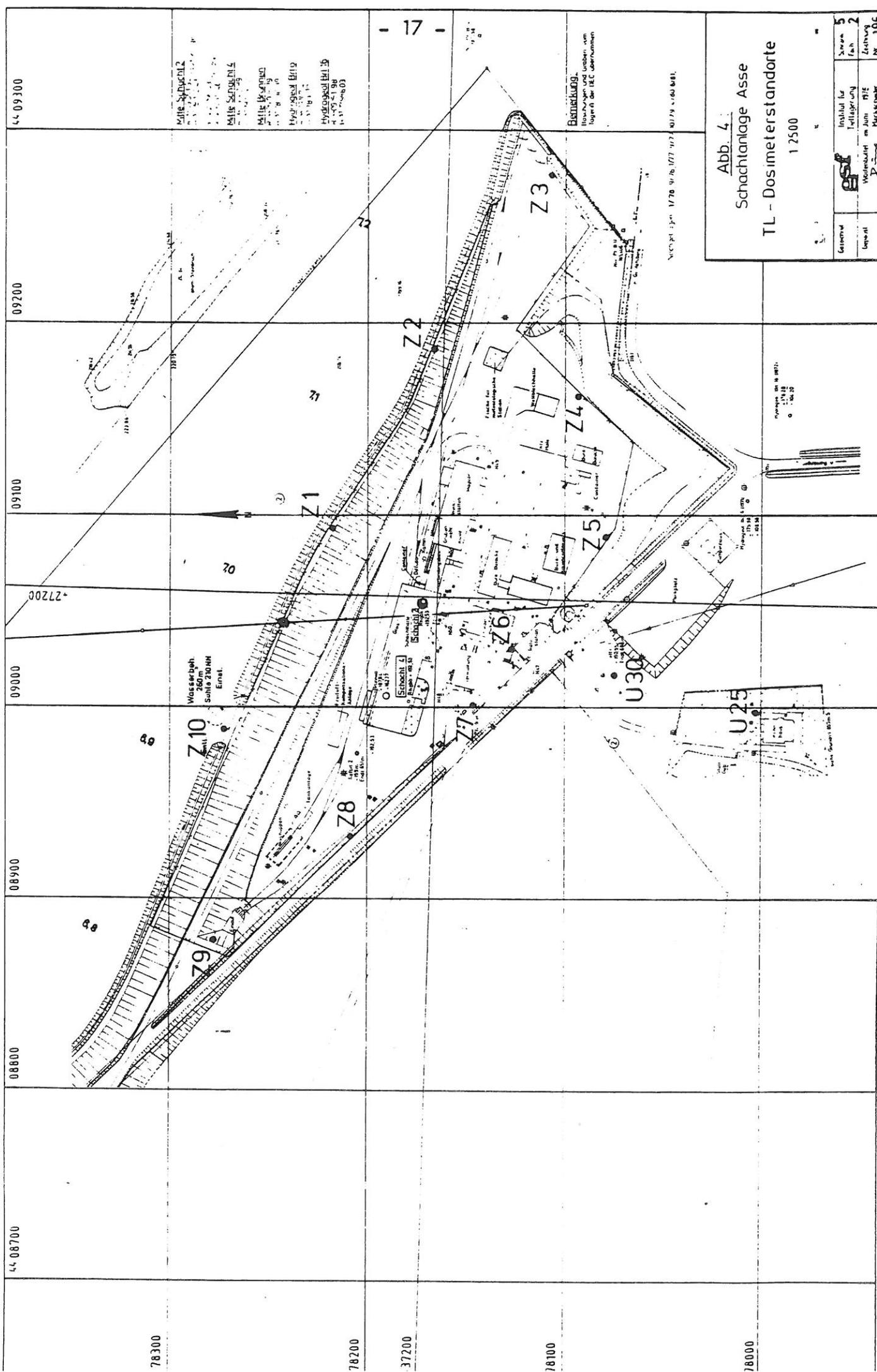


Abb. 3: SchachtanlageASSE

TL-Dosimeterstandorte

nach Ausschnitten aus der Topographischen Karte 1:25000

Gezeichnet	 Institut für Tieflagerung	Schrank 5
Gepaust		Remingen im Januar 1979
		Fach 2
		Zeichnung
		Nr. 178
		Markscheider



Mitte Schicht 2
 Mitte Schicht 5
 Mitte Schicht 6
 Hydraulisch Bt 19
 Hydraulisch Bt 20
 Hydraulisch Bt 21

Bemerkung:
 Dimensionen und Umfänge von
 Lagern der IEC übernehmen

Vermaßt 1:200 1/78 9/76 1/77 1/77 1/79 1/80 1/81

Abb. 4
 Schichtanlage Asse
 TL - Dosimeterstandorte
 1:2500

Genehmigt	BSF	Instanz für Tätigkeitsprüfung	Skala Fach	2
Gezeichnet		Werkstatt im Juni 1976	Zeichnung	196

Planlage im Maßstab 1:2500

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

- = keine Dosimeter ausgehängt

Berechnete Jahresdosiswerte in mR

Meßstelle	1981	1982	Meßstelle	1981	1982
U 1	59	70	U 21	62	76
U 2	63	72	U 22	73	75
U 3	60	65	U 23	61	64
U 4	54	56	U 24	62	52
U 5	56	63	U 25	59	63
U 6	62	62	U 26	69	65
U 7	61	70	U 27	70	69
U 8	59	69	U 28	82	70
U 9	54	61	U 29	-	64
U 10	54	60			
U 11	54	72	Z 1	82	84
U 12	52	53	Z 2	73	73
U 13	68	74	Z 3	71	81
U 14	64	62	Z 4	76	74
U 15	55	58	Z 5	70	76
U 16	65	75	Z 6	71	71
U 17	46	63	Z 7	71	70
U 18	63	67	Z 8	83	86
U 19	71	66	Z 9	90	92
U 20	62	58	Z 10	69	78

Alle Dosimeter werden als Doppeldosimeter ausgelegt und nach einer Exposition von ca. sechs Monaten ausgetauscht. In Tabelle 7 sind die aus den Halbjahres-Meßwerten errechneten Jahresdosen zusammen mit den Ergebnissen des Vorjahres aufgeführt. Es sind jeweils die Mittelwerte eines Dosimeterpaares angegeben. Für ein abhandengekommenes oder unauswertbares Dosimeter eines Dosimeterpaares wurde der Meßwert des verbliebenen Dosimeters angenommen.

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. 83 mR pro Jahr) liegt die Gamma-Strahlenexposition in der Umgebung der Schachtanlage 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). Die Werte am Zaun des Betriebsgeländes sind im Mittel etwas höher als in der Umgebung. Dies wird auch 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 Meß-

ergebnisse 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.

Tabelle 8: Dosisleistungsmessungen in der Umgebung der SchachtanlageASSE

Angaben in μ R/h

Meßort Nr. Datum	1	2	3	4	5	7	8	9
19. 1.82					7	7	7	7
15. 2.82	7	7		7		7		
15. 3.82			6	7	7	7		
19. 4.82	7					7	6	8
17. 5.82		6	7	7		7		
14. 6.82					7	6	6	8
13. 7.82	8		8	8		7		
16. 8.82		7				7	7	7
15. 9.82	7		8		7	7		
18.10.82		7		8		8	7	
15.11.82	7		8			8	7	
15.12.82				8	9	7		

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 Jahresdosen werden aus den Ergebnissen der halbjährlichen Expositionszeiträume errechnet, wobei jeweils die Mittelwerte eines Dosimeterpaares verwendet werden. Für ein abhandengekommenes oder unbrauchbares Dosimeter eines Dosimeterpaares wird der Meßwert des verbliebenen Dosimeters angenommen. Zum Vergleich sind in Tabelle 9 außerdem die auf ein Jahr inter- bzw. extrapolierten Jahreswerte des vergangenen Jahres mit aufgenommen worden.

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: Ortsdosismessungen auf dem Gelände der SchachtanlageASSE und im Bergwerk

Meßstelle	Berechnete Jahresdosiswerte in mR				
	1978	1979	1980	1981	1982
Labor	103	85	94	109	110
I.d. Schachthalle Anshl.	352	60	61	68	62
I.d. Schachthalle südl.	238	50	67	73	66
I.d. Schachthalle über d. Umladezelle	70	50	58	64	58
Büro Betriebsleiter	129	78	98	108	111
Diffusor innen	187	60	59	65	62
Diffusor außen	222	65	83	87	85
490 m-Sohle Füllort	5,7	3,3	9	6	4
750 m-Sohle Füllort	76	7,0	16	12	27
490 m-Sohle Ka. 8a, Steuerpult	6,7	7,5	20	11	5
750 m-Sohle, Besch. Ka. Steuerpult	2,9	4,2	5	5	1
750 m-Sohle, Low-Level-Meßplatz	1,0	4,2	4	2	2

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 mR/h = 8760 mR/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.

Tabelle 10: Gamma-Dosisleistungen an einigen Betriebspunkten der Schachtanlage Asse im Jahre 1982

Ort	mR/h
Laborraum übertage	0,010
490 m-Sohle, Steuerpult der Beschickungskammer 8a für mittelradioaktive Abfälle	0,001
725 m-Sohle, Einlagerungskammer 7, ca. 1 m über den salzbedeckten schwachradioaktiven Abfällen	0,023
750 m-Sohle, Füllort	0,001
750 m-Sohle, Eingang zur Einlagerungskammer 5, ca. 11 m von den schwachradioaktiven Abfällen entfernt	1,9
750 m-Sohle, vor der mit schwachradioaktiven Abfällen gefüllten und bereits verschlossenen Lagerkammer 4	0,002
750 m-Sohle, Steuerpult in der Beschickungskammer (Nullpegelmessung vor Beginn der Einlagerung)	0,0007
750 m-Sohle, Low-Level-Meßplatz	0,0005 x)

x) Der Meßwert entspricht in diesem Bereich dem Nulleffekt des Gerätes, der vom Hersteller mit 0,0005 mR/h angegeben wird.

3.3 Personendosisüberwachung

Die Überwachung des Betriebspersonals erfolgt mit von der amtlichen Meßstelle für Strahlendosimeter der GSF in Neuherberg monatlich ausgewerteten Filmdosimetern. Im Jahre 1982 wurden 81 Personen mit insgesamt 913 Filmen überwacht. Bei der Auswertung wurde auf keinem Film eine Dosis festgestellt.

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.

3.5 Überwachung der Abluft

Die Abluft des Bergwerkes wird regelmäßig auf ihren Gehalt an radioaktiven Stoffen untersucht, wobei die Aerosolaktivität kontinuierlich gemessen und registriert und Tritium sowie andere in gasförmigen Verbindungen vorkommende Radionuklide stichprobenartig oder durch kontinuierliche Sammlung ermittelt werden.

Die folgenden Angaben beziehen sich in der Regel auf die Überwachung des Schachtes 2. Der Schacht 4 wird ebenso überwacht. Wegen Arbeiten in diesem Schacht waren die Wetter bis Mitte des Jahres einziehend, so daß er nur mit ca. 2% zur Gesamtabluft beitrug. Dieser Anteil wurde bei der Abgabebilanzierung vernachlässigt.

3.5.1 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 ausgewechselt und nochmals mit einem Großflächendurchfluß-

zähler 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 $0,6 \cdot 10^{-9} \text{ Ci/m}^3$ und $8,0 \cdot 10^{-9} \text{ Ci/m}^3$ und betrug durchschnittlich $3,3 \cdot 10^{-9} \text{ Ci/m}^3$; 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 einige 10^{-15} Ci/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 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 ein größerer Frischluftanteil erfaßt wird.

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 $8,0 \cdot 10^{-14} \text{ Ci/m}^3$. Dieser Wert liegt in einer Größenordnung, wie sie auf Grund der kurzlebigen Folgeprodukte des Radons zu erwarten ist.

Tabelle 12: Aerosolaktivität in der Grubenabluft
Angaben in 10^{-15} Ci/m³

- = unter der jeweiligen Nachweisgrenze

Filterwechsel	Schacht 2		Schacht 4	
	Be-7	Pb-210	Be-7	Pb-210
8. 1.82	19	35		
22. 1.82	-	45		
5. 2.82	-	39		
19. 2.82	-	54		
5. 3.82	-	60		
19. 3.82	-	52		
2. 4.82	-	76		
16. 4.82	-	60		
30. 4.82	-	48		
14. 5.82	-	57		
28. 5.82	-	80		
11. 6.82	110	129		
25. 6.82	-	110		
9. 7.82	-	105		
23. 7.82	100	176		
6. 8.82	90	139	220	68
20. 8.82	80	103	130	26
3. 9.82	60	105	-	26
17. 9.82	90	116	150	40
1.10.82	110	114	180	35
15.10.82	70	108	120	26
29.10.82	80	95	90	21
12.11.82	70	91	120	35
26.11.82	80	79	100	26
10.12.82	70	77	90	46
23.12.82	50	82	80	17
7. 1.83	50	77	70	25

3.5.2 Tritiumaktivität

Da die Tritiumkonzentration in der Abluft unterhalb der Nachweisgrenze (10^{-7} Ci/m³) 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 Radiohydrometrie der GSF in Neuherberg durchgeführt. Bei den wöchentlich genommenen Proben in der Abluft ergaben sich Werte zwischen $2,8 \cdot 10^{-9}$ Ci/m³ und $8,4 \cdot 10^{-9}$ Ci/m³ bei einem Jahresmittelwert von $4,2 \cdot 10^{-9}$ Ci/m³.

Zusätzlich wird ein Teil des Abluftstromes kontinuierlich durch eine Waschflasche mit Silicagel gepumpt, in der die Luftfeuchte praktisch vollständig absorbiert wird. Nach einer Sammelzeit von 3 - 5 Wochen wird das Silicagel gewechselt und im Institut für Strahlenhygiene des Bundesgesundheitsamtes, Neuherberg, auf den Tritiumgehalt untersucht. Dieses Meßverfahren lieferte für Tritium Meßwerte in der gleichen Größenordnung wie sie über die ausgefrorene Luftfeuchte erhalten wurden.

3.5.3 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 Analysenmethoden 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.

Die Bestimmung der Plutoniumkonzentration in der Abluft erfolgt im ausziehenden Wetterstrom auf der 490 m-Sohle. Dazu werden ca. 30.000 m³ Luft über ein Spezialfilter geleitet. Die Sammlung erstreckt sich jeweils über einen Zeitraum von etwa 18 Tagen. Die Ergebnisse der Pu-Analysen, die vom Institut für Strahlenschutz der GSF in Neuherberg durchgeführt wurden, sind in der folgenden Tabelle enthalten:

Tabelle 13: Plutoniumkonzentration in der Abluft der Schachtanlage Asse in 10⁻¹⁵ Ci/m³

Sammelzeitraum	Pu-238	Pu-239/240
März 1982	< 0,014	0,029±0,011
Sept./Okt. 1982	< 0,021	< 0,036

Die gemessenen Konzentrationen für Pu-238 und Pu-239/240 bewegen sich damit im Rahmen des Falloutpegels, wie er von Vergleichsmessungen übertage bekannt ist.

Die C-14 Konzentration in der Abluft wird durch CO₂-gebundenes C-14 bestimmt. Hierzu wird ein Teilstrom kontinuierlich durch Natronlauge geleitet, so daß eine nahezu vollständige Abtrennung des Kohlendioxids erfolgt. Die Natronlauge wird in Abständen von 3 - 5 Wochen gewechselt und im Institut für Strahlenhygiene des Bundesgesundheitsamtes, Neuherberg, auf den Gehalt an C-14 untersucht.

Die Meßwerte für CO₂-gebundenes C-14 lagen zwischen 0,5 · 10⁻¹⁰ Ci/m³ und 2,1 · 10⁻¹⁰ Ci/m³ bei einem Jahresmittelwert von 1,2 · 10⁻¹⁰ Ci/m³. C-14 tritt jedoch auch in kohlenwasserstoffgebundener Form auf, das mit diesem Meßverfahren nicht erfaßt wird. Der an CO₂ gebundene Anteil der Gesamtemission wurde vom Bundesgesundheitsamt neu bestimmt und mit 28% angegeben. Daraus ergibt sich ein Jahresmittelwert der C-14 Konzentration von 4,3 · 10⁻¹⁰ Ci/m³.

3.5.4 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 $9,2 \cdot 10^8 \text{ m}^3$.

Die Jahresemissionen sind in Tabelle 14 zusammengestellt. Es wurden alle nachgewiesenen Nuklide aufgeführt, soweit sie nicht in der gleichen Konzentration bereits in der Umgebungsluft vorhanden waren. Die Betrachtung liefert z.B. für die kurzlebigen Aerosole und Pb-210 zu hohe Werte, da die beträchtlich schwankenden natürlichen Konzentrationen in der zugeführten Frischluft nicht berücksichtigt wurden.

Beim Austritt aus dem Abluftkamin des Bergwerks (Diffusor) vermischt sich die Grubenluft mit der Umgebungsluft. Dadurch nimmt die Aktivitätskonzentration so stark ab, daß eine meßtechnische Erfassung in der Umgebung der Schachtanlage kaum oder bei einigen Nukliden (z.B. Pb-210) gar nicht mehr möglich ist. Unter Berücksichtigung der Ausbreitungssituation kann jedoch aus den Emissionswerten die mittlere jährliche Konzentration der abgegebenen Radionuklide in der Umgebung berechnet werden.

Für die ungünstigste Einwirkungsstelle in der Umgebung der Schachtanlage wurde ein Langzeitausbreitungsfaktor von $2 \cdot 10^{-4} \text{ s/m}^3$ abgeschätzt. Durch Multiplikation mit der Abgaberate läßt sich daraus die mittlere jährliche Aktivitätskonzentration an der ungünstigsten Stelle in der Umgebung berechnen. Die errechneten Werte liegen weit unter den abgeleiteten Grenzwerten der Strahlenschutzverordnung für die mittleren jährlichen Konzentrationen in Luft (s. Tabelle 14).

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.

Tabelle 14: Ableitungen radioaktiver Stoffe mit der Abluft des Salzbergwerkes Asse und berechnete Konzentrationen in der Umgebung

Nuklid	Abgabe 1982 in Ci	Konzentrationen in Ci/m ³		
		berechnet für ungünstigste Einwirkungs- stelle	Umgebungs- pegel	Grenzwerte der StrlSchV f.d.Umgebung
H-3	3,9	$2,5 \cdot 10^{-11}$	ca. $3 \cdot 10^{-12}$	$1 \cdot 10^{-8}$
C-14	0,4	$2,5 \cdot 10^{-12}$	ca. $1,5 \cdot 10^{-12}$	$7,2 \cdot 10^{-9}$
Pb-210	$7,4 \cdot 10^{-5}$	$2,0 \cdot 10^{-15}$	10^{-13} bis 10^{-15}	$2,6 \cdot 10^{-13}$
kurzl. Aerosole x)	3,0	$1,9 \cdot 10^{-11}$	10^{-9} bis 10^{-11}	$6,0 \cdot 10^{-10}$ (Rn-222)

x) kurzlebige Zerfallsprodukte von Rn-222 und Rn-220

4. 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 wurde auf 368 erhöht und die Genauigkeit der Meßverfahren konnte teilweise verbessert werden. 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 und weit unter den Grenzwerten der Strahlenschutzverordnung.

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