

GESELLSCHAFT
FÜR STRAHLEN- UND UMWELTFORSCHUNG MBH
MÜNCHEN

Institut für Tieflagerung

Remlingen, im August 1980

STRAHLENSCHUTZ UND UMGEBUNGSÜBERWACHUNG

IM BEREICH DER SCHACHTANLAGE ASSE

Jahresbericht 1979

GSF-T 107



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 Bodenbewuchsproben
 - 2.5 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. Das Überwachungsprogramm wird jedoch im bisherigen Umfang weitergeführt.

Alle Maßnahmen sind mit der zuständigen Genehmigungsbehörde abgestimmt oder ergeben sich direkt aus gesetzlichen Vorschriften und Richtlinien. Darüber hinaus werden Messungen zur wissenschaftlichen Beobachtung der eingelagerten radioaktiven Abfälle durchgeführt.

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.

Die angegebenen Nachweisgrenzen sind auf der Grundlage der zweifachen Standardabweichung des Nulleffekts (Vertrauensbereich ca. 95%) und der verwendeten Probenmenge ermittelt.

Auch in diesem Bericht werden die bisher 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} J/kg (Joule/Kilogramm)

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. 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 der Schachtanlage Asse wurde wie in den vergangenen Jahren fortgesetzt. Das gesamte Programm der Umgebungsüberwachung ist in Tabelle 1 zusammengestellt. Die Lage der Meßstellen ist Abb.1 und Abb.2 zu entnehmen.

2.1 Beta-Aktivität von Grund- und Oberflächenwasser

In Abstimmung mit dem hydrologischen Forschungsprogramm im Bereich des Asse-Höhenzuges werden seit 1966 von ca. 30 ausgewählten Meßstellen vierteljährlich jeweils 1-Liter-Wasserproben auf ihren Gehalt an Beta-Aktivität untersucht. Zu den Meßstellen des Vorjahres kamen zwei hinzu, die in den vergangenen Jahren trocken bzw. nicht zugänglich waren.

Von den Rückständen der eingedampften Proben wurde in einem Großflächendurchflußzähler die Beta-Gesamtaktivität (B_g) bestimmt. Die Nachweisgrenze lag bei 5 pCi/l. Bei Werten über 10 pCi/l wurde zusätzlich der Kaliumgehalt ermittelt und durch Abzug der natürlichen K-40 Aktivität die Beta-Restaktivität (B_n) errechnet.

Die zusätzliche Bestimmung des K-40-Gehaltes wurde im letzten Quartal nicht durchgeführt. Es ist davon auszugehen, daß die Beta-Gesamtaktivität der Proben von den Meßstellen 7,9,25,31,43, 45,60,63 und 64 auf den erhöhten Salzgehalt und damit auf die K-40-Aktivität zurückzuführen ist.

Die Ergebnisse der Messungen sind in Tabelle 2 zusammengefaßt. Sie stellen wie in den vergangenen Jahren Nullpegelwerte dar.

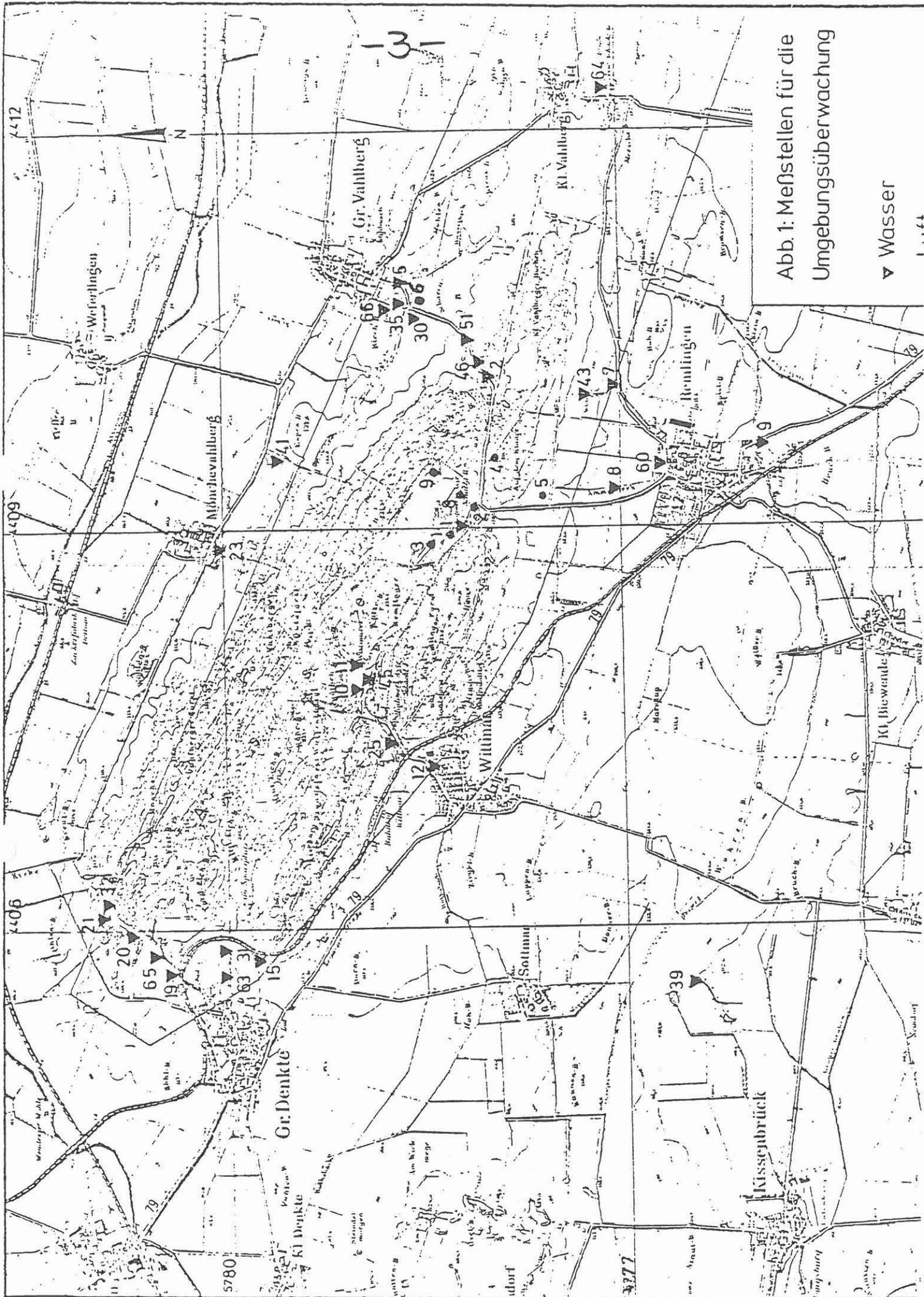


Abb. 1: Messstellen für die
Umgebungsüberwachung

▼ Wasser

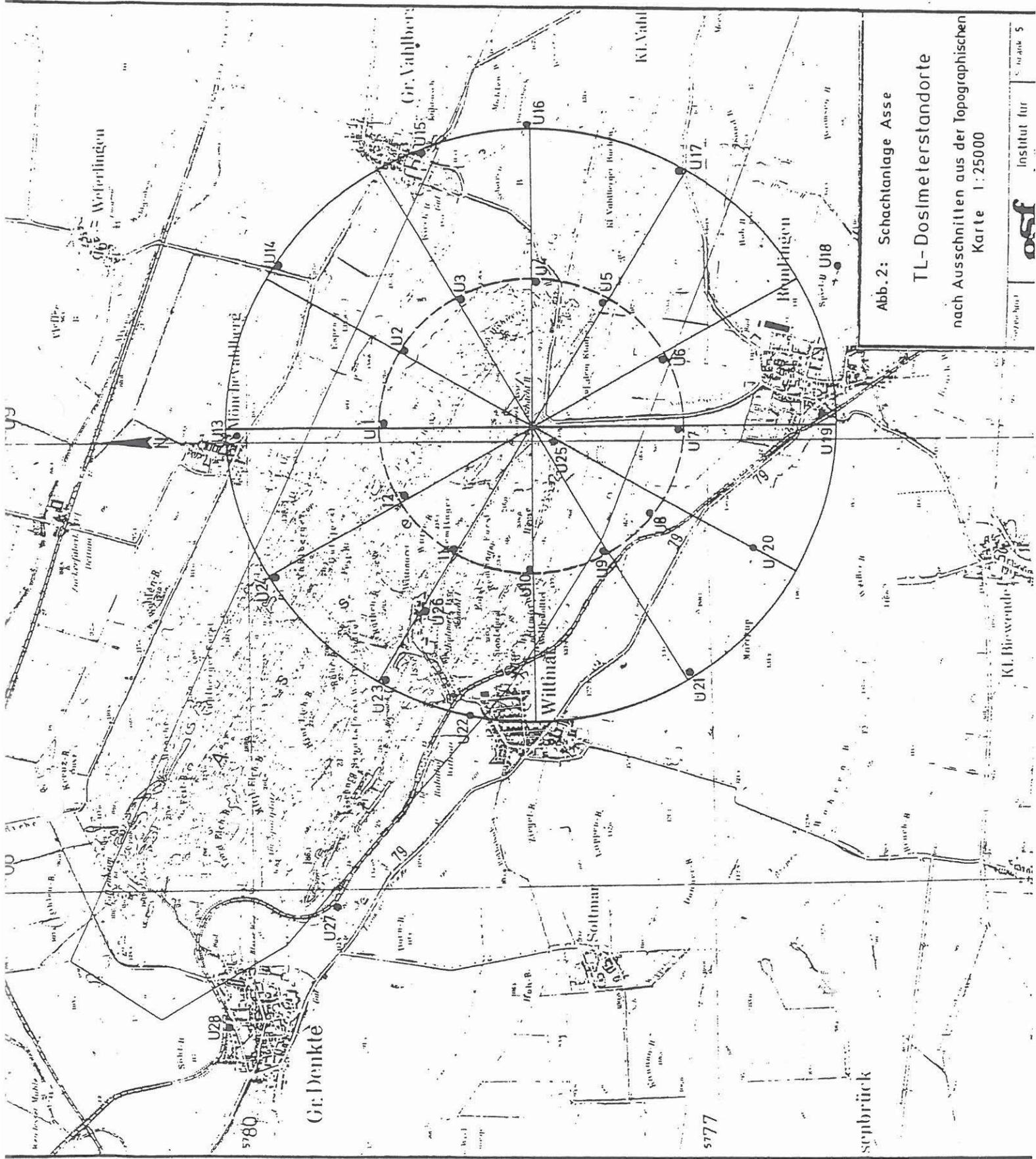


Abb. 2: SchachanlageASSE

TL-Dosimeterstandorte

nach Ausschnitten aus der Topographischen Karte 1:25000

Tabelle 1: Programm der Umgebungsüberwachung im Bereich des SalzbergwerkesASSE (Stand 31.12.1979)

Art der Maßnahme	Anzahl der Meßstellen	Meffrequenz	Zahl der jährlichen Meßproben	Meßverfahren
1. Bestimmung der Beta-Aktivität von Grund- und Oberflächenwasser	30	vierteljährlich. Stichproben	120	Messung des Eindampfrückstandes im Methandurchflußzähler. Bei Bedarf Bestimmung des Kaliumgehaltes.
2. Untersuchung von Trinkwasser auf Sr-90, Cs-137, Pu-239	5	halbjährlich Stichproben	10	Einzelnuclidanalyse
3. Messung der kurz- und langlebigen Aerosolaktivität der Luft	8	monatlich Stichproben	96	Luftstaubsammlung (100m ³) über Großflächenfilter (300 cm ²) und Ausmessung im Methandurchflußzähler
4. Bestimmung der Beta-Aktivität von Bodenbewuchsproben	6	jährlich Stichproben	6	Oxidative Naßveraschung. Messung des Eindampfrückstandes im Großflächendurchflußzähler; Bestimmung des Kaliumgehaltes
5. Überwachung der externen Strahlenbelastung	28	kontinuierliche Exposition, halbjährliche Auswertung	56	Festkörperdosimeter

Tabelle 2: Beta-Aktivität von Grund- und Oberflächenwässern im Jahre 19

Bg = Beta-Gesamtaktivität

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

- = Kein Zugang bzw. trocken;

-- = nicht bestimmt.

Nr.	Meßstelle	Probenahme:	Zahlenangaben in pCi/l							
			Januar		April		Juli		Oktober	
			Bg	Bn	Bg	Bn	Bg	Bn	Bg	Bn
1	Brunnen d. Schachtanlage Asse II		8		9		8		<5	
2	Obere Quellf. Gr.Vahlberg		<5		<5		<5		<5	
5	Vorfluter östl. Gr.Vahlberg		<5		<5		<5		7	
7	Vorfluter oberh. Bad Remlingen		5		<5		5		23	--
8	Vorfluter nördl. Remlingen		-		<5		-		-	
9	Wasserversorgung Remlingen		27	<5	30	<5	21	<5	15	--
10	Wasserversorgung Schacht I		<5		<5		<5		<5	
11	Vorfluter nördlich Schacht I		<5		<5		<5		5	
12	Wasserversorgung Wittmar		<5		<5		7		7	
15	Quelle östl. Gr. Denkte		5		<5		<5		<5	
19	Vorfluter oberh. Bad Gr. Denkte		8		8		<5		9	
20	Quelle südl. Falkenheim		<5		<5		<5		8	
21	Quelle am Weiher Falkenheim		8		<5		<5		<5	
23	Wasserversorgung Mönchevahlberg		9		8		<5		5	
25	Vorfluter nördl. Wittmar		54	<5	46	<5	37	<5	51	--
30	Drainage Park Gr. Vahlberg		6		<5		7		6	
31	Vorfluter östl. Gr. Denkte		11	5,5	18	<5	21	<5	15	--
32	Wasserversorgung Falkenheim		<5		<5		<5		<5	
35	Vorfluter Park Gr. Vahlberg		<5		<5		<5		7	
39	Wasserversorgung Kissenbrück		10		6		<5		6	
41	Vorfluter westl. Espenberg		<5		<5		<5		<5	
43	Löffelgraben nordöstl. Remlingen		6		7		<5		11	--
45	Schacht Asse I		-		22	8	16	<5	18	--
46	Quelle bei 51 Gr. Vahlberg		<5		<5		<5		-	
51	Überlauf Wasservers. Gr.Vahlberg		<5		<5		<5		<5	
60	Straßenbrunnen Remlingen		<5		9		<5		11	--
63	Quelle nördl. Bleier Weg Gr. Denkte		859	<5	663	<5	797	<5	780	--
64	Schacht Asse III		56	<5	54	7	80	<5	93	--
65	Überlauf Wasserversorgung Gr. Denkte		-		<5		<5		8	
66	Quelle Feldsch. Gut Münchhausen		<5		6		<5		<5	

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

Seit 1968 wird das Trinkwasser der umliegenden Ortschaften in regelmäßigen Abständen untersucht. Dabei wird alles Trinkwasser berücksichtigt, das aus dem Bereich des Asse-Höhenzuges stammt. In halbjährlichem Abstand wurden 50-l-Proben aus den Trinkwasserversorgungsleitungen entnommen und auf den Gehalt an Plutonium-239, Cäsium-137 und Strontium-90 analysiert.

Im Berichtszeitraum wurde begonnen, monatlich gleichgroße Stichproben zu entnehmen und diese halbjährlich zu einer 50-l-Sammelprobe zusammenzufassen. Die Nachweisgrenzen betragen 0,005 pCi/l für Pu-239 sowie 0,05 pCi/l für Cs-137 und Sr-90.

Die Meßergebnisse sind in Tabelle 3 zusammengestellt. Geringe Spuren von nachgewiesenem Sr-90, z.B. an der Meßstelle 51, deuten 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 Aerosolaktivität der bodennahen Luft in der Umgebung der Schachtanlage wurde in monatlichen Abständen gemessen. Zu den Meßstellen der vergangenen Jahre kamen zwei Meßstellen hinzu (Nr. 8+9), während eine Meßstelle (Nr. 6) wegfiel (s. Abb. 1). Bei der Probenahme wurden einmal monatlich an jeder Meßstelle ca. 30 m³ - ab Oktober 100 m³ - Luft über ein Filter gesaugt und anschließend die Alpha- und Beta-Aktivität der auf dem Filter gesammelten Aerosole in einem Großflächendurchflußzähler gemessen (s. Tabelle 4).

Die Beta-Aktivität der Aerosole ergab Meßwerte zwischen 30 und 420 pCi/m³; sie lag somit im Bereich der wetterbedingten Schwankungen (ca. 10-1000 pCi/m³) der in der Natur vorkommenden Radon- und Thoron-Folgeprodukte, wie sie auch an anderen Stellen der Bundesrepublik Deutschland gemessen wurden.

Eine Erhöhung der Werte durch die Abwetter der Schachtanlage konnte selbst an der Meßstelle 7, die stets in der Abwetterfahne des Diffusors gewählt wurde, nicht festgestellt werden.

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

Angaben in pCi/l, -- = Meßstelle nicht zugänglich

Trinkwasserversorgung*)	Nuklid	März 1979	Juli-Oktober 1979
Remlingen Nr. 9	Pu-239	<0,005	<0,005
	Sr-90	<0,05	<0,05
	Cs-137	<0,05	<0,05
Mönchevahlberg Nr. 23	Pu-239	<0,005	<0,005
	Sr-90	<0,05	<0,05
	Cs-137	<0,05	<0,05
Falkenheim Brunnen Nr. 32	Pu-239	<0,005	--
	Sr-90	<0,05	--
	Cs-137	<0,05	--
Kissenbrück Überlauf Wasserbehälter Nr. 39	Pu-239	<0,005	<0,005
	Sr-90	0,05	<0,05
	Cs-137	<0,05	<0,05
Groß Vahlberg Überlauf Wasserbehälter Nr. 51	Pu-239	<0,005	<0,005
	Sr-90	0,14±0,02	0,16±0,02
	Cs-137	<0,05	<0,05

*) Die Nummer entspricht der jeweiligen Meßstelle der Tabelle 2

Tabelle 4: Aerosolaktivität der Luft im Jahre 1979 in der Umgebung der SchachtanlageASSE
Zahlenangaben in pCi/m³

-- Meßstelle nicht zugänglich

Meßstelle	Datum:	15.1.	19.2.	14.3.	11.4.	14.5.	14.6.	13.7.	9.8.	18.9.	16.10.	14.11.	18.12.
1. Wasserbehälter auf d. Anlage	α-Aktiv.	--	--	42	73	59	71	160	38	58	75	255	46
	β-Aktiv.	--	--	37	85	80	68	165	30	80	68	190	33
2. Kfz-Halle auf d. Anlage	α-Aktiv.	109	143	50	57	76	76	120	30	59	320	200	43
	β-Aktiv.	105	145	61	80	90	61	130	40	80	270	155	38
3. ehem. Steinbruch nordwestl. der Anlage	α-Aktiv.	109	134	36	58	126	62	90	54	85	110	430	88
	β-Aktiv.	100	165	46	70	68	66	100	58	90	100	310	67
4. Landstr. nach Gr. Vahlberg	α-Aktiv.	100	166	42	73	130	63	92	85	76	310	400	66
	β-Aktiv.	100	178	40	85	170	67	97	90	90	270	235	58
5. Landstr. nach Remlingen	α-Aktiv.	118	164	56	66	160	48	113	57	66	100	600	75
	β-Aktiv.	110	163	46	83	185	52	110	62	82	85	400	66
6. Gr. Vahlberg Park Münchhausen	α-Aktiv.	118	157	----- Ersetzt durch Meßstelle Nr. 9 -----									
	β-Aktiv.	105	155	----- Ersetzt durch Meßstelle Nr. 9 -----									
7. stets i.d. Abwetterfahne des Dif-fusors	α-Aktiv.	143	164	47	75	76	54	97	38	59	132	520	82
	β-Aktiv.	140	159	43	80	90	59	95	45	80	110	420	68
8. ehem. Steinbruch nordöstl. der Anlage	α-Aktiv.	---	---	33	41	27	54	93	38	76	132	210	82
	β-Aktiv.	---	---	37	58	37	59	110	45	90	110	180	68
9. Waldrand nordöstl. d. Anlage	α-Aktiv.	---	---	36	42	67	57	123	34	67	90	490	40
	β-Aktiv.	---	---	37	56	87	69	140	37	88	85	370	37

Nach einer Abklingzeit von sieben Tagen wurden die Filter erneut ausgemessen, um die langlebige Aerosolaktivität zu bestimmen. Die Nachweisgrenze betrug $0,3 \text{ pCi/m}^3$ und ab Oktober $0,05 \text{ pCi/m}^3$. Die gemessenen Aktivitätswerte lagen stets unter der jeweiligen Nachweisgrenze.

2.4 Bodenbewuchsproben

In der näheren Umgebung der Schachtanlage Asse werden seit 1971 jährlich an mehreren Stellen von je $0,25 \text{ m}^2$ Bewuchsproben genommen und ihre Beta-Aktivität gemessen. Einige Stellen für die Probenahme sind so ausgewählt, daß dort, entsprechend den Hauptwindrichtungen an der Asse, eventuelle Ablagerungen von Stäuben aus der Grubenabluft mit erfaßt werden.

Die Bewuchsproben bestanden hauptsächlich aus Gräsern und Unkräutern. Sie wurden getrocknet und anschließend erfolgte eine oxidative Naßveraschung sowie die Ausmessung der Eindampfrückstände auf Beta-Gesamtaktivität (B_g) im Großflächendurchflußzähler und die Bestimmung des Aktivitätsanteils des natürlichen K-40 zur Errechnung der Beta-Restaktivität (B_n). Diese Meßwerte wurden umgerechnet auf die Aktivität pro Gramm Trockensubstanz.

Die Ergebnisse des Berichtsjahres sind zusammen mit den errechneten Werten der letzten zwei Jahre in Tabelle 5 wiedergegeben. Der Einfluß der Bodenbeschaffenheit und die Art des Bewuchses bleiben bei diesen Stichproben jedoch unberücksichtigt und führen zu natürlichen Schwankungen der spezifischen Beta-Aktivitäten, wie sie von den Vorjahreswerten bekannt sind. Die im Vergleich mit den Vorjahreswerten niedrigen Aktivitätswerte lassen sich außerdem durch den Rückgang der Fall-out-Aktivität erklären (vgl. W. Kolb Radionuclide Concentration in Ground Level Air from 1978 to 1979 in North Germany and North Norway, Bericht PTB-Ra-11, Februar 1980).

Tabelle 5: Aktivitätskonzentration von Bewuchsproben aus der Umgebung der Schachtanlage Asse

Bg = Beta-Gesamtaktivität

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

Angaben in pCi/g Trockensubstanz

Nr. der Meßstelle	Lage der Meßstelle zum Diffusor	1977		1978		1979	
		Bg	Bn	Bg	Bn	Bg	Bn
1	ca. 110 m nordwestl.	28	23	40	34	11	6
2	ca. 50 m nordöstl.	28	25	21	13	11	7
3	ca. 110 m östl.	28	24	26	17	9	3
4	ca. 270 m westnordwestl.	33	25	11	6	14	9
5	ca. 500 m nordöstl.	28	25	21	14	14	8
6	ca. 115 m südsüdwestl.	27	23	19	11	11	5

2.5 Strahlung in der Umgebung

Im Jahre 1978 wurde begonnen die akkumulierte Strahlenexposition in der Umgebung der Schachtanlage Asse mit Thermolumineszenz-Dosimetern (TLD) zu ermitteln. Die Messungen wurden im Berichtsjahr im gleichen Umfang fortgesetzt. Einen Überblick über die Lage der Meßstellen vermittelt Abbildung 2.

Alle Dosimeter wurden als Doppeldosimeter ausgelegt und nach einer Exposition von ca. sechs Monaten ausgetauscht. In Tabelle 6 sind die aus den Halbjahres-Meßwerten errechneten Jahresdosen zusammen mit den Vorjahreswerten aufgeführt. Es sind jeweils die Mittelwerte eines Dosimeterpaares angegeben. Für ein abhanden gekommenes oder unauswertbares Dosimeter eines Dosimeterpaares wurde der Meßwert des verbliebenen Dosimeters angenommen. Bei der Bewertung der Meßergebnisse muß beachtet werden, daß bei routinemäßigen TLD-Messungen eine Genauigkeit von ca. $\pm 25\%$ erreicht wird.

Die Meßwerte zeigen, daß die mittlere γ -Strahlenexposition im Jahre 1979 in der Umgebung der Schachtanlage Asse etwa 59 mR pro Jahr betrug. Zum Vergleich: Die mittlere Strahlenexposition in der Bundesrepublik durch terrestrische und kosmische Strahlung

Tabelle 6: Ortsdosismessungen mit Thermolumineszenz-Dosimetern
in der Umgebung des Salzbergwerkes Asse

Meßstellen- Nr.	Berechnete Jahresdosiswerte in mR	
	1978	1979
U 1	66	59
U 2	68	62
U 3	63	57
U 4	61	52
U 5	62	54
U 6	65	62
U 7	67	64
U 8	62	57
U 9	62	59
U 10	66	62
U 11	67	62
U 12	59	52
U 13	62	fehlt
U 14	65	54
U 15	60	52
U 16	63	64
U 17	66	59
U 18	fehlt	fehlt
U 19	64	67
U 20	57	64
U 21	61	59
U 22	61	57
U 23	60	57
U 24	53	54
U 25	59	57
U 26	61	52
U 27	65	57
U 28	75	67
Mittelwert:	<hr/> 63	<hr/> 59

im Freien liegt bei 83 mR pro Jahr (vgl. Die Strahlenexposition von außen in der Bundesrepublik Deutschland durch natürliche radioaktive Stoffe im Freien und in Wohnungen, herausgegeben vom Bundesministerium des Innern 1978).

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

Seit dem Jahre 1975 werden Messungen der Gamma-Strahlendosis auf dem Gelände der SchachtanlageASSE mit Thermolumineszenz-Dosimetern (TLD) durchgeführt. Dazu sind am Zaun und an repräsentativen Stellen auf der Schachtanlage und im Grubengebäude TL-Dosimeter eingesetzt.

Wie bei der Umgebungsüberwachung lagen die Dosimeter paarweise aus. Der Austausch erfolgte nach ca. 6 Monaten. Die Jahresdosen wurden aus den Ergebnissen der halbjährlichen Expositionszeiträume errechnet, wobei jeweils die Mittelwerte eines Dosimeterpaares verwendet wurden. Für ein abhandengekommenes oder unauswertbares Dosimeter eines Dosimeterpaares wurde der Meßwert des verbliebenen Dosimeters angenommen. Zum Vergleich sind in Tabelle 7 außerdem die auf ein Jahr inter- bzw. extrapolierten Jahreswerte der vergangenen Jahre mit aufgenommen worden.

Die Meßwerte am Zaun des Betriebsgeländes stimmen im Mittel innerhalb der Meßgenauigkeit dieser TL-Dosimeter (ca. 25%) mit den aus den Vorjahren bekannten Dosiswerten überein. Sie liegen in der gleichen Größenordnung wie die mittlere jährliche Strahlenexposition in der Bundesrepublik (83 mR).

Tabelle 7: Ortsdosismessungen auf dem Gelände der Schachtanlage
Asse und im Bergwerk

Meßstelle	Berechnete Jahresdosiswerte in mR				
	1975	1976	1977	1978	1979
Zaun nordöstl.	--	--	60	106	72
Zaun östl.	86	96	90	83	69
Zaun ostsüdöstl.	--	--	64	83	72
Zaun südöstl.	88	87	92	85	fehlt
Zaun südl.	--	--	--	83	74
Trafostation	70	81	74	81	59
Pförtner 22	71	74	60	73	59
Zaun westl.	--	--	68	84	74
Zaun nordwestl.	--	--	--	85	79
Wasserbehälter 210	82	88	68	74	72
Labor	--	--	112	103	85
I.d. Schachthalle Anschl.	192	206	216	352	60
I.d. Schachthalle südl.	173	170	152	238	50
I.d. Schachthalle über Umladezelle	--	--	--	70	50
Büro Betriebsleiter	85	103	98	129	78
Diffusor innen	--	--	134	187	60
Diffusor außen	--	--	168	222	65
490m-Sohle Füllort	--	--	30	5,7	3,3
750m-Sohle Füllort	--	--	115	76	7,0
490m-Sohle Ka. 8a, Steuerpult	--	--	8,4	6,7	7,5
750m-Sohle, Besch. Ka. Steuerpult	--	--	3,6	2,9	<2
750m-Sohle, Low-Level-Meßplatz	--	--	1,7	1,0	<2

Im Mittel sind die Werte jedoch höher als die Dosiswerte in der Umgebung (s. Kap. 2.5). Dies wird auch durch Dosisleistungsmessungen bestätigt, die hier eine geringfügig höhere Bodenstrahlung anzeigen, was wahrscheinlich auf den höheren natürlichen Radioaktivitätsgehalt des hier über größere Flächen frei liegenden Buntsandsteins zurückzuführen ist.

Da kein Einlagerungsbetrieb stattfand, waren auch die übrigen 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 der am Zaun ausgehängten Dosimeter.

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).

3.2 Dosisleistungsmessungen

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

In Tabelle 8 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 8: Gamma-Dosisleistungen an einigen Betriebspunkten der Schachtanlage Asse im Jahre 1978

Ort	mR/h
Laborraum übertage	0,011
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	0,025
750 m - Sohle, Füllort	0,001
750 m - Sohle, Eingang zur Einlagerungskammer 5, ca. 11 m von den schwachradioaktiven Abfällen entfernt	2,5
750 m - Sohle, vor der mit schwachradioaktiven Abfällen gefüllten und bereits verschlossenen Lagerkammer 4	0,0032
750 m - Sohle, Steuerpult in der Beschickungskammer (Nullpegelmessung vor Beginn der Einlagerung)	0,0007
750 m - Sohle, Low-Level-Meßplatz	0,0005*)

*) Der Meßwert entspricht in diesem Bereich dem Nulleffekt des Gerätes, der vom Hersteller mit 0,5 μ R/h angegeben wird.

3.3 Personendosisüberwachung

Die Überwachung des Betriebspersonals erfolgte mit von der amtlichen Meßstelle für Strahlendosimeter der GSF in Neuherberg monatlich ausgewerteten Filmdosimetern. Im Jahre 1979 wurden 71 Personen mit insgesamt 737 Filmen überwacht. Bei der Auswertung konnte für keinen Film eine Dosis festgestellt werden.

3.4 Inkorporationsüberwachung

Das gesamte unter Tage beschäftigte Personal wurde in dem fahrbaren Ganzkörperzähler der GSF 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 wurde 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 ermittelt wurden.

Die folgenden Angaben beziehen sich auf die Überwachung des Schachtes 2. Der Schacht 4 wurde ebenso überwacht. Da er nur mit ca. 6% zur Gesamtabluft beitrug, wurde sein Anteil bei der Abgabebilanzierung vernachlässigt.

3.5.1 Aerosolaktivität

Zur kontinuierlichen Überwachung der Aerosolaktivität im ausziehenden Luftstrom wurde 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 wurden die Filter ausgewechselt 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 und Thorium. Es ist stets in der Umgebungsluft vorhanden und ent-

weicht zusätzlich aus radium- und thoriumhaltigen Abfällen sowie aus den Verfestigungs- und Abschirmmaterialien Bitumen und Beton.

Die im Diffusor bestimmte Aerosolgesamtaktivität der Grubenabluft betrug durchschnittlich $2,2 \cdot 10^{-9}$ Ci/m³ bei Normalbetrieb* und lag damit über der natürlichen Aerosolaktivität 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).

Die Filter wurden außerdem gammaspektroskopisch auf Einzelnuclide untersucht. Die Ergebnisse der Einzelnuclidanalyse sind ebenfalls in Tabelle 10 aufgeführt.

Im Gegensatz zum Vorjahr konnten die Falloutnuclide Nb-95, Ru-106, Cs-137 und Ce-144 in den Abluftfiltern nicht signifikant nachgewiesen werden. Die Nachweisgrenzen erreichten abhängig von der verwendeten Meßzeit und dem vorhandenen Untergrund einige 10^{-15} Ci/m³. Be-7 wird vorwiegend durch Höhenstrahlung gebildet und mit der Frischluft, in der es in der gleichen Konzentration vorhanden ist, zugeführt. Bei Pb-210, das als langlebiges Produkt der Radiumzerfallsreihe übrigbleibt und ebenfalls in der Umgebungsluft vorkommt, war eine Erhöhung zu beobachten. Die Konzentration an Pb-210 in der Abluft betrug im Jahresmittel $4,9 \cdot 10^{-14}$ Ci/m³ bei Normalbetrieb*.

3.5.2 Tritiumaktivität

Da die Tritiumkonzentration in der Abluft unterhalb der Nachweisgrenze (10^{-7} Ci/m³) kontinuierlich anzeigender Meßgeräte lag, erfolgte die Messung über das Kondensat der ausgefrorenen Luftfeuchte. Unter Berücksichtigung von Temperatur und relativer Feuchte der Luft ergab sich die Aktivitätskonzentration. Die Messungen im ausziehenden Luftstrom wurden einmal wöchentlich durchgeführt. Sie ergaben Werte zwischen $1,2 \cdot 10^{-9}$ Ci/m³ und $14,0 \cdot 10^{-9}$ Ci/m³ bei einem Jahresmittelwert von $7 \cdot 10^{-9}$ Ci/m³. Der Zeitraum des Betriebsurlaubes wurde dabei nicht berücksichtigt.

* Der Zeitraum des Betriebsurlaubes ist hierbei nicht berücksichtigt.

Tabelle 10: Aerosolaktivität in der Grubenabluft

Filterwechsel	Kurzlebige Aerosole [10^{-9} Ci/m ³]		Langlebige Aerosole [10^{-15} Ci/m ³]	
	α -Akt.	B-Akt.	Be-7	Pb-210
12. 1.79	1,78	2,44	49	96
26. 1.79	0,77	1,11	9	71
12. 2.79	1,55	1,12	6	71
23. 2.79	1,72	1,29	17	100
9. 3.79	0,77	0,63	16	48
23. 3.79	0,98	0,76	61	38
6. 4.79	0,87	0,61	33	33
20. 4.79	1,01	0,65	72	30
4. 5.79	0,80	0,65	8	19
18. 5.79	1,07	0,87	70	15
1. 6.79	0,85	0,62	26	17
15. 6.79	1,28	0,83	42	58
29. 6.79	0,78	1,18	21	55
13. 7.79	1,16	0,83	46	55
27. 7.79	1,56	1,18	22	94
10. 8.79	2,33	2,07	10	500*
24. 8.79	1,17	0,94	16	430*
7. 9.79	1,07	0,91	17	31
24. 9.79	0,93	0,74	18	22
5.10.79	1,62	1,23	48	38
19.10.79	0,87	0,60	20	45
2.11.79	1,42	0,92	23	44
16.11.79	1,02	0,61	18	36
30.11.79	1,79	1,17	9	41
14.12.79	2,08	1,32	32	56
28.12.79	2,19	1,35	11	47

* Während des Betriebsurlaubes und der Anstricharbeiten am Fördergerüst des Schachtes 2 war die Abluftmenge auf 1/10 der normalen Menge reduziert. Die in diesem Zeitraum abgegebene Aktivität lag somit nicht höher als bei normalem Betriebszustand.

3.5.3 Andere Radionuklide

Zusätzlich zu den oben beschriebenen Routinemessungen wurden stichprobenartig Untersuchungen zur Bestimmung anderer Radionuklide in der Abluft des Bergwerks durchgeführt. Wegen der geringen Konzentration dieser Radionuklide mußten z.T. 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 wurde auf eine Routineüberwachung von Radiojod verzichtet.

Die Bestimmung der Plutoniumkonzentration in der Abluft erfolgte im ausziehenden Wetterstrom auf der 490 m - Sohle. Dazu wurden ca. 30.000 m³ Luft über ein Spezialfilter geleitet. Die Sammlung erstreckte sich jeweils über einen Zeitraum von 10 bis 14 Tagen. Die Ergebnisse der Pu-Analysen sind in der folgenden Tabelle zusammengefaßt:

Tabelle 11: Aktivitätskonzentration in 10⁻¹⁵ Ci/m³

<u>Sammelzeitraum</u>	<u>Pu-238</u>	<u>Pu-239/240</u>
März 1979	<0,007	0,011±0,002
September 1979	<0,015	<0,008±0,005

Die gemessenen Konzentrationen für Pu-238 und Pu-239/240 liegen unter oder knapp über der jeweiligen Nachweisgrenze der Analyse-methode. Sie bewegen sich damit im Rahmen des Falloutpegels, wie er von Vergleichsmessungen übertage bekannt ist.

Radionuklide, die in erster Linie in gasförmigen Verbindungsfor-men auftreten, werden auf Aerosolfiltern nicht abgeschieden, so daß eine gesonderte Probenahmeapparatur installiert wurde. Die Probenahmen wurden von November 1979 an kontinuierlich durchge-führt. Das Programm umfaßte Messungen der Nuklide Tritium und Kohlenstoff-14.

Die Ergebnisse der Tritiumanalyse bestätigen die Meßwerte, die über die ausgefrorene Luftfeuchte (s. Kap. 3.5.2) erhalten wurden.

Die C-14 Konzentration in der Abluft wurde durch kontinuierliche Probenahme von CO₂-gebundenem C-14 bestimmt. Stichprobenmessungen aller möglichen C-14 Verbindungen in der Abluft ergaben, daß auch kohlenwasserstoffgebundenes C-14 auftritt. Der an CO₂-gebundene Anteil der Gesamtemission von C-14 betrug ca. 92%.

Die Meßwerte ergaben eine mittlere Konzentration von $1,15 \cdot 10^{-10}$ Ci/m³ an CO₂-gebundenem C-14. Damit lag die Gesamtkonzentration von C-14 in der Abluft bei ca. $1,25 \cdot 10^{-10}$ Ci/m³. Da der C-14 Gehalt in der Abluft nur geringen Schwankungen unterworfen ist, wird die gemessene Konzentration als Jahresmittelwert angenommen.

3.5.4 Die Ergebnisse der Abluftüberwachung

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.

Um die abgegebene Aktivitätsmenge zu ermitteln, wurde der Luftdurchsatz kontinuierlich registriert. Der Jahresdurchsatz betrug $1,25 \cdot 10^9$ m³. Die Abgabewerte wurden aus den gemessenen Aktivitätskonzentrationen und den in den einzelnen Probenahmezeiträumen abgeleiteten Luftmengen ermittelt. Die daraus errechneten Jahresemissionen sind in Tabelle 12 zusammengestellt. Es wurden alle nachgewiesenen Nuklide aufgeführt, soweit sie nicht in der gleichen Konzentration bereits in der Umgebungsluft vorhanden sind. Die Betrachtung liefert z.B. für Rn-222 und Pb-210 zu hohe Werte, da die beträchtlich schwankenden natürlichen Konzentrationen in der zugeführten Frischluft nicht berücksichtigt wurden.

Für die ungünstigste Einwirkungsstelle in der Umgebung der Schachtanlage wurde ein Langzeitausbreitungsfaktor von $2 \cdot 10^{-4}$ s/m³ abgeschätzt. Durch Multiplikation mit der Abgaberate läßt sich daraus

Tabelle 12: Berechnete Konzentration der mit der Abluft abgegebenen Radionuklide in der Umgebung der SchachtanlageASSE

Nuklid	Abgabe 1979 [Ci]	berechnete Konzentration an der ungünstigsten Stelle der Umzäunung [Ci/m ³]	Grenzwert der StrlSchV [Ci/m ³]	natürliche und durch Kern- waffenexperimente erzeugte Konzentration in der Umge- bungsluft [Ci/m ³]
H-3	8,1	5,1 · 10 ⁻¹¹	1 · 10 ⁻⁸	ca. 3 · 10 ⁻¹²
C-14	0,14	8,8 · 10 ⁻¹³	7,2 · 10 ⁻⁹	ca. 1,5 · 10 ⁻¹²
Pb-210	6,6 · 10 ⁻⁵	4,2 · 10 ⁻¹⁶	2,6 · 10 ⁻¹³	10 ⁻¹³ bis 10 ⁻¹⁵
kurzle- bige Aerosole*	2,6	1,7 · 10 ⁻¹¹	6,0 · 10 ⁻¹⁰ (Rn-222)	10 ⁻⁹ bis 10 ⁻¹¹

* kurzlebige Zerfallsprodukte von Rn-222 und Rn-220

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 12.

Die errechneten Werte für C-14, Pb-210 und Rn-222 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. Zusammenfassung

Die Umgebungsüberwachung im Bereich der Schachtanlage Asse wurde wie in den vergangenen Jahren fortgesetzt und ergab keine Erhöhungen oder Abweichungen gegenüber den Vorjahreswerten. Die Meßwerte lagen alle im Bereich der natürlichen Umweltradioaktivität.

Die Ortsdosismessungen lieferten einen Jahresmittelwert von ca. 59 mR, der unter der mittleren Strahlenexposition von außen in der Bundesrepublik Deutschland liegt.

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 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.

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