

GESELLSCHAFT  
FÜR STRAHLEN- UND UMWELTFORSCHUNG MBH  
MÜNCHEN

---


Institut für Tieflagerung

Remlingen, im Oktober 1979

STRAHLENSCHUTZ UND UMGEBUNGSÜBERWACHUNG  
IM BEREICH DER SCHACHTANLAGE ASSE

Jahresbericht 1978

GSF - T 95



## 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 Radionuklide
    - 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.

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.

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. Neben dem mit der Genehmigungsbehörde abgestimmten Programm der Umgebungsüberwachung wurde damit begonnen, die Gammastrahlendosis in der Umgebung der Schachtanlage mit Festkörper-Dosimetern zu messen. Die Verwendung dieser Dosimeter erfolgt in Anlehnung an die Überwachungsmaßnahmen bei kerntechnischen Anlagen.

Das gesamte Programm der Umgebungsüberwachung im Bereich der Schachtanlage Asse ist in Tabelle 1 zusammengestellt. Die Lage der Meßstellen ist Abb. 1 zu entnehmen.

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

In Abstimmung mit dem hydrologischen Forschungsprogramm im Bereich des Asse-Höhenzuges werden seit 1966 an ca. 30 ausgewählten Meßstellen vierteljährlich jeweils 1-Liter-Wasserproben auf ihren Gehalt an Beta-Aktivität untersucht. Die Meßstellen des Vorjahres wurden bis auf eine geringfügige Änderung beibehalten.

Tabelle 1: Programm der Umgebungsüberwachung im Bereich des Salzbergwerkes Asse (Stand 31.12.1978)

Art der Maßnahme	Anzahl der Meßstellen	Meßfrequenz	Zahl der jährlichen Meßproben	Meßverfahren
1. Bestimmung der Beta-Aktivität von Grund- und Oberflächenwasser	28	vierteljährlich Stichproben	112	Messung des Eindampfdruckstandes im Methandurchflußzähler. Bei Bedarf Bestimmung des K-Gehaltes durch Flammenphotometrie.
2. Untersuchung von Trinkwasser auf Sr-90, Cs-137, Pu-239	5	halbjährlich Stichproben	10	Einzelnuklidanalyse
3. Messung der kurz- und langlebigen Aerosolaktivität der Luft	7	monatlich Stichproben	84	Luftstaubsammlung (30 m <sup>3</sup> ) über Großflächenfilter (300 cm <sup>2</sup> ) und Ausmessung im Methandurchflußzähler
4. Bestimmung der Beta-Aktivität von Bodenbewuchsproben	6	jährlich Stichproben	6	Oxidative Naßveraschung. Messung des Eindampfdruckstandes im Großflächendurchflußzähler. Flammenphotometrische Bestimmung des K-Gehaltes
5. Überwachung der externen Strahlenbelastung	28	kontinuierliche Exposition, halbjährliche Auswertung	56	Festkörperdosimeter

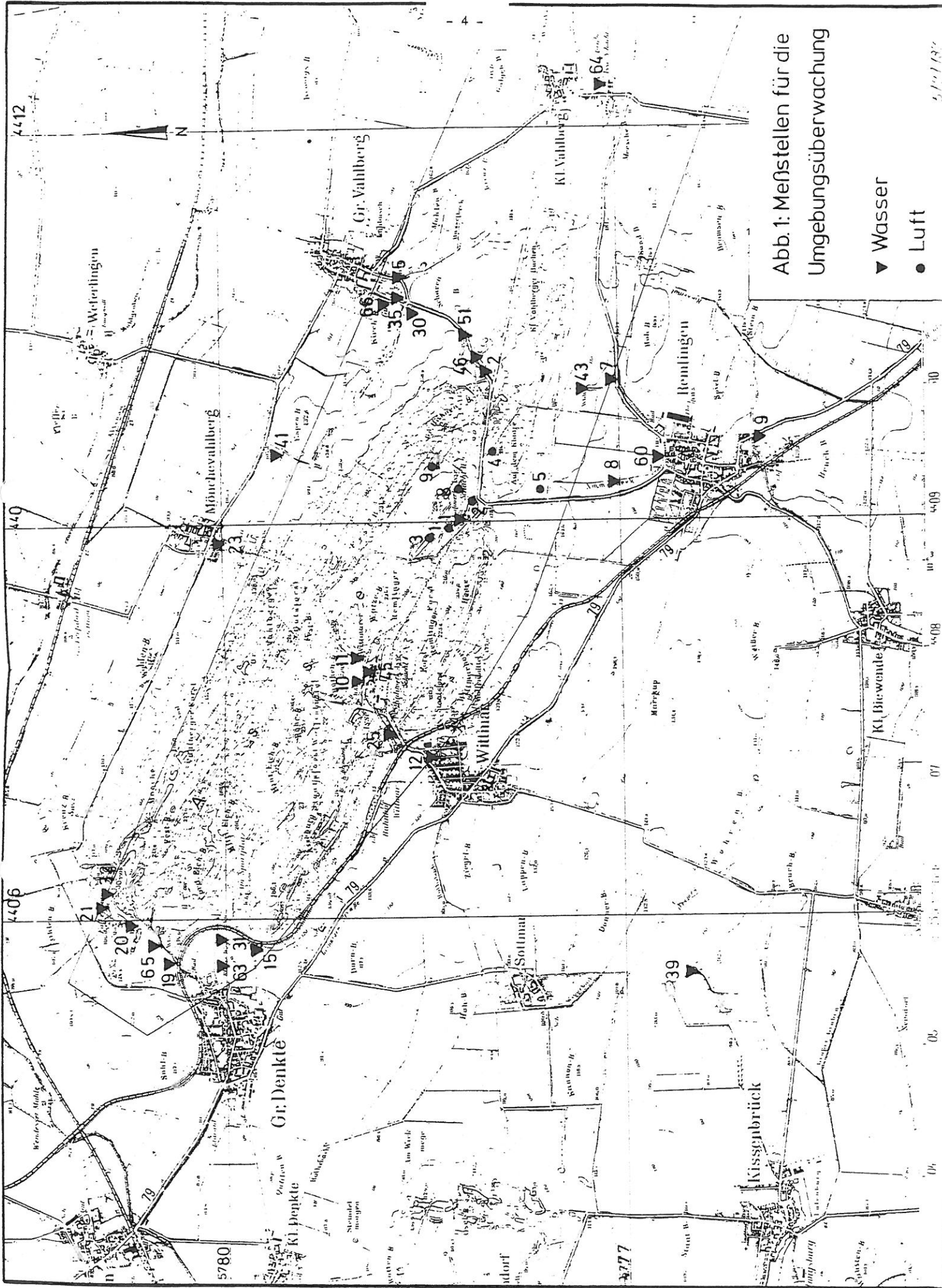


Abb. 1: Meßstellen für die  
Umgebungsüberwachung

- ▼ Wasser
- Luft

Da die Meßstelle H 11 (Hydrologische Bohrung) seit April 1977 abgedichtet ist, wurden die Proben aus der unmittelbar benachbarten Quelle entnommen (Meßstelle 63, Quelle nördlich Bleier Weg, Groß Denkte).

Die Proben wurden eingedampft und anschließend in einem Großflächendurchflußzähler gemessen. Die Nachweisgrenze der Beta-Gesamtaktivität ( $\beta_g$ ) lag bei 5 pCi/l.

Bei Werten über 10 pCi/l wurde zusätzlich flammenphotometrisch der Kaliumgehalt ermittelt und durch Abzug der natürlichen K-40 Aktivität die Beta-Restaktivität ( $\beta_n$ ) errechnet.

Die Meßergebnisse sind in Tabelle 2 zusammengefaßt. Sie stellen wie in den vergangenen Jahren Nullpegelwerte dar.

## 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 werden 50-l-Proben aus den Trinkwasserversorgungsleitungen entnommen und vom Institut für Strahlenschutz auf den Gehalt an Plutonium-239, Cäsium-137 und Strontium-90 analysiert. Die Nachweisgrenzen betragen 0,005 pCi/l für Pu-239, sowie 0,05 pCi/l für Cs-137 und Sr-90.

Die Meßergebnisse der im Jahre 1978 genommenen Einzelproben sind in Tabelle 3 zusammengestellt. Geringe Spuren von Sr-90 und Cs-137 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.

Tabelle 2: Beta-Aktivität von Grund- und Oberflächenwässern im Jahre 1978

Bg = Beta-Gesamtaktivität

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

-- = Kein Zugang,  
Zahlenangaben in pCi/l

Probenahme:	Januar		April		Juni		Oktober	
	Bg	Bn	Bg	Bn	Bg	Bn	Bg	Bn
1 Brunnen Schacht II	6		<5		9		8	
2 Obere Quellf. Gr. Vahlberg	<5		6		<5		<5	
5 Vorfluter östl. Gr. Vahlberg	9		<5		<5		5	
7 Vorfluter oberh. Bad Remlingen	<5		<5		<5		5	
9 Wasserversorgung Remlingen	25	<5	33	<5	22	<5	16	<5
10 Wasserversorgung Schacht I	<5		<5		<5		<5	
11 Vorfluter nördlich Schacht I	9		<5		<5		5	
12 Wasserversorgung Wittmar	<5		<5		<5		6	
15 Quelle östl. Gr. Denkte	5		<5		<5		5	
19 Vorfluter oberh. Bad Gr. Denkte	7		10		<5		7	
20 Quelle südl. Falkenheim	<5		5		--		--	
21 Quelle am Weiher Falkenheim	<5		<5		<5		<5	
23 Wasserversorgung Mönche vahlberg	6		8		<5		<5	
25 Vorfluter nördl. Wittmar	63	6	59	<5	32	<5	51	<5
30 Drainage Park Gr. Vahlberg	20	<5	<5		5		<5	
31 Vorfluter östl. Gr. Denkte	5		8		7		6	
32 Wasserversorgung Falkenheim	<5		<5		<5		5	
35 Vorfluter Park Gr. Vahlberg	9		<5		<5		5	
39 Wasserversorgung Kissenbrück	<5		10	<5	<5		--	
41 Vorfluter westl. Espenberg	<5		6		<5		<5	
43 Löffelgraben nordöstl. Remlingen	<5		6		<5		8	
45 Schacht Asse I	20	9	18	<5	15	<5	18	<5
46 Quelle bei 51 Gr. Vahlberg	<5		<5		<5		5	
51 Überlauf Wasservers. Gr.Vahlberg	7		<5		<5		5	
60 Straßenbrunnen Remlingen	<5		<5		<5		<5	
63 Quelle nördl. Bleier Weg Gr.Denkte	1050	<5	970	<5	890	<5	920	<5
65 Überlauf Wasserversorgung Gr.Denkte	<5		34	8	<5		<5	
66 Quelle Feldsch. Gut Münchhausen	<5		<5		<5		<5	



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

Angaben in pCi/l, -- = nicht bestimmt

Trinkwasserversorgung *)	Nuklid	März/August 1978	Oktober 1978
Remlingen Nr. 9	Pu-239	--	<0,005
	Sr-90	<0,05	<0,05
	Cs-137	0,07±0,01	<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	<0,005
	Sr-90	<0,05	<0,05
	Cs-137	0,05	0,19±0,02
Kissenbrück Überlauf Wasserbehälter Nr. 39	Pu-239	<0,005	<0,005
	Sr-90	0,09±0,01	<0,05
	Cs-137	<0,05	<0,05
Groß Vahlberg Überlauf Wasserbehälter Nr. 51	Pu-239	<0,005	--
	Sr-90	<0,05	<0,05
	Cs-137	<0,05	<0,05

\*) Die Nummer der Meßstelle entspricht der Tabelle 2

### 2.3 Aerosolaktivität der Umgebungsluft

Die Aerosolaktivität der bodennahen Luft in der näheren Umgebung der Schachtanlage wurde in monatlichen Abständen gemessen. Wie in den vergangenen Jahren wurden an sechs gleichbleibenden Meßstellen (s. Abb 1) sowie in der Abwetterfahne des Diffusors jeweils ca. 30 m<sup>3</sup> Luft über Filter gesaugt. Anschließend wurde die Alpha- und Beta-Aktivität der auf dem Filter gesammelten Aerosole in einem Großflächendurchflußzähler ausgemessen (s. Tabelle 4).

Die niedrigste gemessene Beta-Aktivität der Aerosole lag bei 9 pCi/m<sup>3</sup>, die höchste bei 850 pCi/m<sup>3</sup>. Die Meßwerte liegen somit im Bereich der wetterbedingten Schwankungen (ca. 10-1000 pCi/m<sup>3</sup>) der in der Natur vorkommenden Radon- und Thoron-Folgeprodukte, wie sie auch an anderen Stellen gemessen werden.

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

Nach einer Abklingzeit von sieben Tagen wurden die Filter erneut ausgemessen, um die langlebige Aerosolaktivität zu bestimmen. Diese Werte lagen stets unter der Nachweisgrenze von 0,3 pCi/m<sup>3</sup>.

### 2.4 Bodenbewuchsproben

In der näheren Umgebung der Schachtanlage Asse wurden seit 1971 jährlich an drei Stellen von je 0,25 m<sup>2</sup> Bewuchsproben genommen und ihre Beta-Aktivität gemessen. Die Stellen für die Probenahme wurden so ausgewählt, daß dort, entsprechend den Hauptwindrichtungen an der Asse, eventuelle Ablagerungen von Stäuben aus der Grubenabluft mit erfaßt werden. Seit 1977 wurden weitere drei Probenahmestellen hinzugenommen (s. Tabelle 5).

Tabelle 4: Aerosolaktivität der Luft im Jahre 1978 in der Umgebung der Schachtanlage Asse  
Zahlenangaben in pCi/m<sup>3</sup>

Meßstelle	Datum:	17.1.	21.2.	15.3.	18.4.	23.5.	12.6.	18.7.	17.8.	19.9.	16.10.	20.11.	18.12.
1. Wasserbehälter auf der Anlage	α-Aktiv.	460	600	15	37	--	29	126	75	39	270	200	160
	β-Aktiv.	640	700	50	60	--	32	160	67	50	340	300	260
2. östlich Kfz-Halle	α-Aktiv.	520	390	30	63	240	11	160	80	49	240	130	130
	β-Aktiv.	680	460	65	80	260	15	220	100	60	260	135	130
3. ehem. Steinbruch nordwestl. Anlage	α-Aktiv.	460	120	49	55	200	23	130	97	47	320	260	200
	β-Aktiv.	500	140	63	79	240	26	190	145	62	360	300	240
4. Landstr. nach Gr. Vahlberg	α-Aktiv.	530	130	36	55	230	34	130	91	42	350	290	180
	β-Aktiv.	710	170	46	72	240	28	165	120	70	450	340	260
5. Landstr. nach Remlingen	α-Aktiv.	690	330	45	90	270	30	120	134	39	320	170	120
	β-Aktiv.	850	410	58	125	260	28	155	140	66	380	230	155
6. Gr. Vahlberg Park Münchhausen	α-Aktiv.	630	530	45	106	190	12	100	73	42	390	240	160
	β-Aktiv.	780	650	58	135	235	9	180	97	46	420	280	230
7. stets in der Abwet-terfahne des Dif-fusors	α-Aktiv.	400	130	52	55	210	23	190	80	47	250	130	90
	β-Aktiv.	520	160	68	85	220	20	260	100	62	310	135	100

Die Bewuchsproben bestanden hauptsächlich aus Gräsern und Unkräutern. Sie wurden getrocknet und anschließend erfolgte eine oxidative Naßveraschung sowie die Ausmessung der Eindampfrückstände im Großflächendurchflußzähler. Um den Beta-Aktivitätsanteil des natürlichen K-40 zu berücksichtigen wurde außerdem eine flammenphotometrische Kaliumbestimmung durchgeführt.

Die Ergebnisse des Berichtsjahres sind zusammen mit den Meßwerten der letzten drei Jahre in Tabelle 5 wiedergegeben. Zum Vergleich mit den Vorjahreswerten wurden die gemessenen Beta-Aktivitäten auf die Masse der Veraschungsrückstände bezogen. Außerdem wird für die Meßwerte der Beta-Restaktivität des Berichtsjahres die Aktivität pro Gramm Trockensubstanz angegeben. 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.

Tabelle 5: Ergebnisse der Einzelmessungen von Bewuchsproben in der Umgebung der SchachanlageASSE

Lage der Meßstelle zum Diffusor	1975		1976		1977		1978		1978 Bn (pCi/g Tr.)
	Bg	Bn	Bg	Bn	Bg	Bn	Bg	Bn	
ca. 110 m nordwestl.	62	47	31	26	64	53	100	84	34
ca. 35 m nordöstl.	84	59	39	22	67	59	37	23	13
ca. 50 m östl.	42	37	29	19	58	49	56	35	17
ca. 200 m westl.	--	--	--	--	33	25	25	15	6
ca. 500 m nordöstl.	--	--	--	--	44	40	53	36	14
ca. 200 m südsüdwestl.	--	--	--	--	44	37	40	23	11

Bg = Beta-Gesamtaktivität

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

Angaben in pCi/g der Veraschungsrückstände

## 2.5 Strahlung in der Umgebung

Um die akkumulierte Strahlenexposition in der Umgebung der Schachtanlage Asse zu ermitteln, wurden im April 1978 Thermolumineszenz-Dosimeter (TLD) ausgehängt. Im Umkreis von 1 km und 2 km wurden hierzu jeweils 12 Meßstellen ausgesucht. Zusätzlich wird die  $\gamma$ -Strahlendosis entlang der Bahnlinie an 3 Stellen überwacht. Die Meßstelle U 25 (Wohnhaus) ist in die Reihe der Umgebungsmeßstellen übernommen worden, da sie nicht auf dem Betriebsgelände liegt. 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. Die Auswertung erfolgte durch die Auswertestelle für Strahlendosimeter der Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung in Neuherberg.

Bei der Bewertung der Meßergebnisse muß beachtet werden, daß bei routinemäßigen TLD-Messungen eine Genauigkeit von ca. 25% erreicht wird. Die Mittelwerte jeweils eines Dosimeterpaares sind in Tabelle 6 zusammengestellt. Für ein abhandengekommenes oder unauswertbares Dosimeter eines Dosimeterpaares wurde der Meßwert des verbliebenen Dosimeters angenommen. Fehlt der Dosiswert eines Expositionszeitraums, so wurde zur Ermittlung der Jahresdosis der Dosiswert des gemessenen Zeitraums extrapoliert.

Die Meßwerte zeigen, daß die mittlere  $\gamma$ -Strahlenexposition in der Umgebung der Schachtanlage Asse etwa 63 mR pro Jahr beträgt. Zum Vergleich: Die mittlere Strahlenexposition in der Bundesrepublik durch terrestrische und kosmische Strahlung 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).

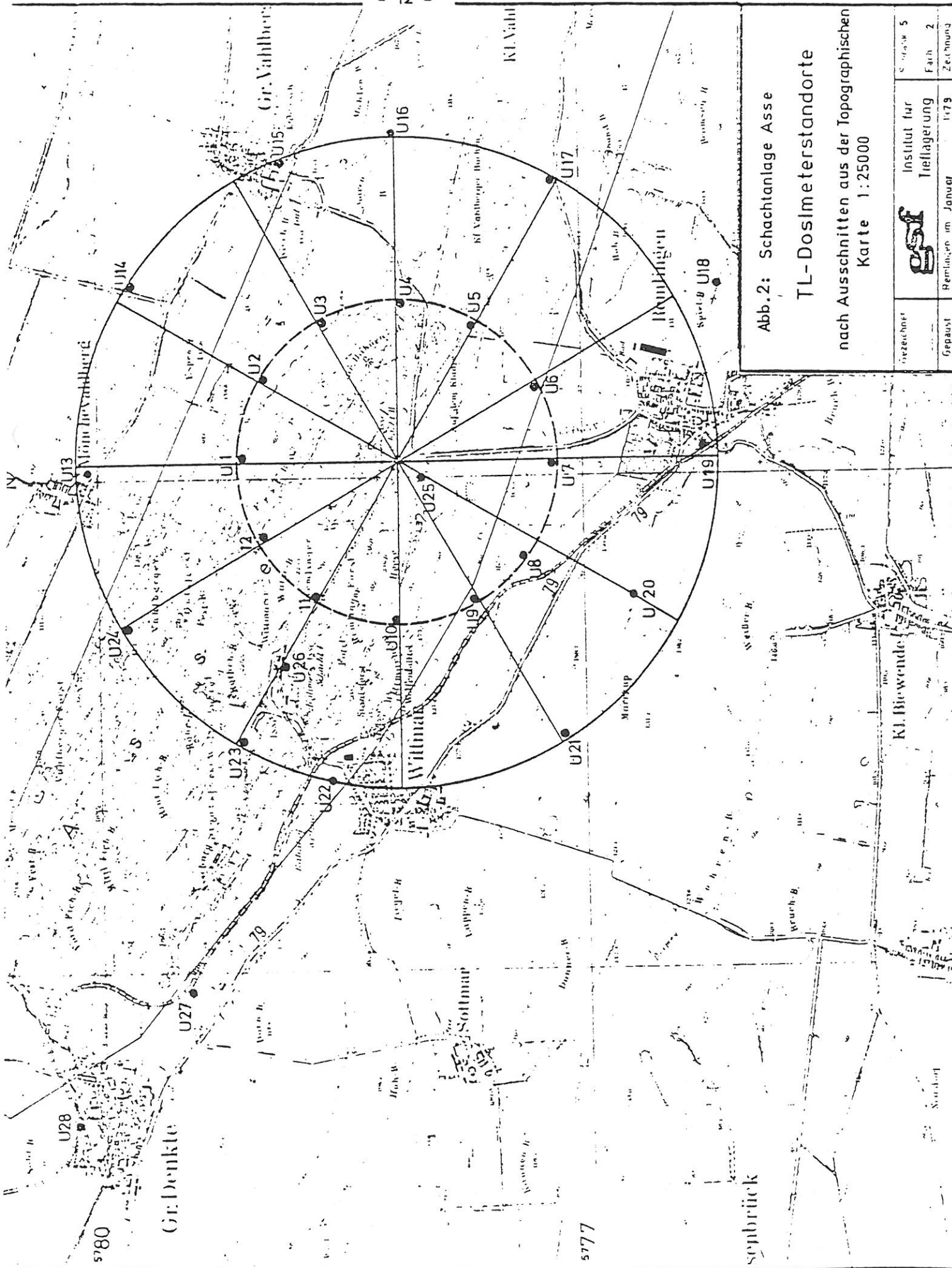


Abb.2: SchachtanlageASSE  
TL-Dosimeterstandorte  
nach Ausschnitten aus der Topographischen  
Karte 1:25000

Gezeichnet	Institut für Trieflagerung	Blatt 5
Gepaust	Remlingen im Januar	Fach 2 1979 Zeichnung

5780

Gr. Denkte

Sothmar

Willmar

senbrück

5777

Kl. Biewende

Markkup

Remlingen

Kl. Vahl

Gr. Vahlberg

Gr. Vahlberg

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

Meßstellen- Nr.	Ablesungen im Zeitraum			errechnete Jahresdosis [mR]
	6. 2.78 -26.10.78 [mR]	3. 4.78 -30.10.78 [mR]	30.10.78 - 2. 5.79 [mR]	
U 1	--	38	33	66
U 2	--	39	fehlt	68
U 3	--	36	32	63
U 4	--	fehlt	31	61
U 5	--	33	35	62
U 6	--	38	32	65
U 7	--	39	33	67
U 8	--	38	29	62
U 9	--	36	31	62
U 10	--	38	33	66
U 11	--	40	32	67
U 12	--	35	29	59
U 13	--	37	30	62
U 14	--	38	32	65
U 15	--	fehlt	30	60
U 16	--	35	33	63
U 17	--	36	35	66
U 18	--	fehlt	fehlt	fehlt
U 19	--	35	35	64
U 20	--	30	32	57
U 21	--	34	32	61
U 22	--	33	33	61
U 23	--	32	33	60
U 24	--	29	28	53
U 25	--	32	32	59
U 26	45	--	30	61
U 27	fehlt	--	33	65
U 28	fehlt	--	38	75
Mittelwert:				63

### 3. Betrieblicher Strahlenschutz

Der betriebliche Strahlenschutz umfaßt alle Maßnahmen, die zur Überwachung und Einhaltung der einschlägigen Schutzvorschriften für beruflich strahlenexponierte Personen 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 Aktivitätskonzentration 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. Die Zahl der am Zaun ausgehängten Dosimeter wurde im Jahre 1978 auf 10 erhöht. Außerdem wurden TL-Dosimeter zur Langzeitüberwachung der Ortsdosis an repräsentativen Stellen auf der Schachtanlage und im Grubengebäude eingesetzt.

Wie bei der Umgebungsüberwachung wurden die von der Auswertestelle für Strahlendosimeter der GSF in Neuherberg zur Verfügung gestellten Dosimeter paarweise ausgelegt und nach ca. sechs Monaten ausgetauscht.

In Tabelle 7 sind die Mittelwerte jeweils eines Dosimeterpaares für die beiden Expositionszeiträume des Berichtsjahres angegeben. 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 an der Grenze 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



Tabelle 7: Ortsdosismessungen auf dem Gelände der Schachtanlage A. e.  
und im Bergwerk

Zahlenangaben in mR

Meßstelle	Berechnete Jahresdosiswerte					Ableesungen im Zeitraum		
	1975	1976	1977	1978	1978	6.2.78 -26.10.78	30.3.78 -26.10.78	26.10.78 - 2. 5.79
Zaun nordöstl.	--	--	60	106	--	--	63	53
Zaun östl.	86	96	90	83	--	--	50	40
Zaun ost-südöstl.	--	--	64	83	--	--	50	41
Zaun südöstl.	88	87	92	85	--	--	49	44
Zaun südl.	--	--	--	83	--	--	49	41
Trafostation	70	81	74	81	--	--	46	42
Pförtner	71	74	60	73	--	--	40	40
Zaun westl.	--	--	68	84	--	--	49	43
Zaun nordwestl.	--	--	--	85	--	--	50	43
Wasserbehälter	82	88	68	74	--	--	44	37
Labor	--	--	112	103	--	--	57	56
Büro Betriebsleiter	85	103	98	129	--	--	78	63
I.d. Schachthalle Anschl.	192	206	216	352	--	--	208	178
I.d. Schachthalle südl.	173	170	152	238	--	--	128	133
I.d. Schachthalle über Umladezelle	--	--	--	70	--	--	36	41
Diffusor innen	--	--	134	187	130	--	--	102
Diffusor außen	--	--	168	222	165	--	--	110
490m - Sohle Füllort	--	--	30	5,7	--	--	2,5	3,8
750m - Sohle Füllort	--	--	115	76	--	--	43	40
490m - Sohle Ka. 8a, Steuerpult	--	--	8,4	6,7	--	--	3,2	4,1
750 m - Sohle, Besch.Ka. Steuerpult	--	--	3,6	2,9	1,4	--	--	2,2
750 m - Sohle, Low-Level-Meßplatz	--	--	1,7	1,0	0,3	--	--	1,0

(83 mR). Im Mittel liegen die Werte jedoch über den Dosiswerten in der Umgebung (s. Kap. 2.5). Dies läßt sich möglicherweise durch eine höhere Bodenstrahlung des hier über größere Flächen frei liegenden Buntsandsteins erklären.

In der unmittelbaren Nähe der Transportwege für die radioaktiven Abfälle (z.B. in der Schachthalle, in der Nähe des Diffusors) sind die Dosiswerte durch den Einlagerungsbetrieb höher. Gegenüber den Vorjahren ist an diesen Stellen entsprechend der Zunahme der Transporte die mittlere Jahresdosis angestiegen.

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 mit wechselnder äußerer Strahlenbelastung wurde die  $\gamma$ -Dosisleistung in regelmäßigen Abständen mit tragbaren Dosisleistungsmeßgeräten kontrolliert. Außerdem sind an verschiedenen Stellen des Grubengebäudes ortsfeste Dosisleistungs-Warngeräte installiert, die zusätzlich eine jederzeitige Ablesung der Meßwerte ermöglichen. Bei Überschreitung eines eingestellten Grenzwertes wird dies dem Personal durch einen Warnton signalisiert.

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 Dosisleistungen, die man aus den Dosiswerten der Langzeitüberwachung (vgl. Kap. 3.1) berechnet, so stellt man eine gute Übereinstimmung beider Meßverfahren fest ( $1 \text{ mR/h} = 8760 \text{ mR/a}$ ).

Man erkennt ferner, daß die Strahlenbelastung z.B. am Füllort der 750 m - Sohle (ohne Behälter mit radioaktiven Abfällen in der Nähe) 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. 1m über d. salzbedeckten schwachradioaktiven Abfällen	0,025
750 m - Sohle, Füllort (ohne Abfallbehälter in der Nähe)	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 u. bereits verschlossenen Lagerkammer 4	0,0045
750 m - Sohle, Steuerpult in der Beschickungskammer (Nullpegelmessung vor Beginn der Einlagerung)	0,0005*)
750 m - Sohle, Low-Level-Meßplatz	0,0005*)

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

### 3.3 Personendosisüberwachung

Die Überwachung des Betriebspersonals erfolgte mit Film-dosimetern die von der amtlichen Meßstelle für Strahlendosimeter der GSF in Neuherberg monatlich ausgewertet wurden. Im Jahre 1978 wurden 60 Personen mit insgesamt 658 Filmen überwacht. Wie im vergangenen Jahr lagen die Dosiswerte bei über 90% der ausgewerteten Filme unter 40 mrem. Eine Überschreitung der Dosisgrenzwerte nach § 49 der Strahlenschutzverordnung wurde in keinem Fall beobachtet. Im einzelnen ergab sich folgende Verteilung:

Tabelle 9: Ergebnisse der Personendosisüberwachung im Jahre 1978

Dosis [mrem/Monat]	0-40	41-80	81-120	121-160	161-200	201-240	241-280
Zahl der ausgewerteten Filme	62†	19	12	2	3	1	2

### 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. Die Aerosolaktivität wurde kontinuierlich gemessen und registriert. Tritium und andere in gasförmigen Verbindungen vorkommende Radionuklide wurden stichprobenartig ermittelt.

Beim Austritt aus dem Abluftkamin des Bergwerkes (Diffusor) vermischt sich die Grubenluft mit der Umgebungsluft, so daß die Aktivitätskonzentration abnimmt. Anhand des für die Schachtanlage Asse abgeschätzten Langzeitausbreitungsfaktors von  $2 \cdot 10^{-4} \text{ s/m}^3$  und der im Jahre 1978 gemessenen Gesamtabluftmenge

von  $1,0 \cdot 10^9 \text{ m}^3$  läßt sich die mittlere Konzentration an der ungünstigsten Stelle in der Umgebung der Schachtanlage berechnen. Sie liegt etwa um den Faktor 150 niedriger als die Aktivitätskonzentration im Abluftkamin.

### 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. Die auf dem Filter akkumulierten Alpha- und Beta-Aktivitäten der abgeschiedenen Aerosole wurden 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 entweicht zusätzlich aus radium- und thoriumhaltigen Abfällen sowie aus den Verfestigungs- und Abschirmmaterialien Bitumen und Beton.

Die im Diffusor bestimmte Aerosolgesamtaktivität der Grubenabluft betrug durchschnittlich  $2,0 \cdot 10^{-9} \text{ Ci/m}^3$  (s. Tabelle 10) und lag damit über der natürlichen Aerosolaktivität in der Umgebungsluft. Durch die Verdünnung beim Austritt aus dem Diffusor wird die Konzentration so stark vermindert, daß am Zaun keine Erhöhung der natürlichen Konzentration gemessen werden kann (s. Kap. 2.3).

Die Filter werden außerdem gammaspektroskopisch auf Einzelnuclide untersucht. Die Ergebnisse der Einzelnuclidanalyse sind ebenfalls in Tabelle 10 aufgeführt. Die meisten der nachgewiesenen Radionuclide sind in der gleichen Konzentration auch in der Umgebungsluft vorhanden und wurden mit der Frischluft zugeführt. Lediglich bei Pb-210, das als langlebiges Produkt der Radiumzerfallsreihe übrigbleibt, ist eine Erhöhung zu beobachten. Die natürliche Konzentration von Pb-210 in der Umgebungsluft schwankt zwischen  $10^{-13}$  und  $10^{-15} \text{ Ci/m}^3$ . Demgegenüber betrug die Konzentration in der Abluft im Jahresmittel  $7,4 \cdot 10^{-14} \text{ Ci/m}^3$ . Der berechnete Wert für die Pb-210-Konzentration an der ungünstigsten Stelle in der Umgebung der Schachtanlage beträgt  $4,7 \cdot 10^{-16} \text{ Ci/m}^3$  und liegt damit unter den niedrigsten natürlich vorkommenden Konzentrationen in der Umgebungsluft.

Tabelle 10: Aerosolaktivität in der Grubenabluft

-- nicht bestimmt bzw. unter der jeweiligen Nachweisgrenze

Filterwechsel	Kurzlebige Aerosole ( $10^{-9}$ Ci/m <sup>3</sup> )		Langlebige Aerosole ( $10^{-15}$ Ci/m <sup>3</sup> )					
	$\alpha$ - Akt.	$\beta$ - Akt.	Be 7	Nb 95	Ru 106	Cs 137	Ce 144	Pb 210
13. 1.78	1,24	0,93	26	1	--	--	3	--
26. 1.78	1,22	0,97	13	1	--	--	5	93
10. 2.78	1,01	0,73	--	--	--	--	--	46
24. 2.78	--	--	--	--	--	--	--	--
10. 3.78	0,97	0,73	--	--	--	--	--	--
28. 3.78	0,67	0,49	--	--	--	--	4	--
7. 4.78	0,82	0,65	--	--	--	--	--	30
21. 4.78	0,84	0,66	26	--	--	1	5	--
5. 5.78	0,82	0,61	--	--	--	--	--	85
19. 5.78	0,94	0,72	--	--	--	--	4	--
2. 6.78	0,88	0,65	28	--	--	1	10	64
16. 6.78	0,98	0,75	34	--	--	1	6	--
30. 6.78	1,09	0,80	29	--	4	1	9	50
14. 7.78	1,01	0,70	14	--	--	--	3	76
28. 7.78	1,51	1,18	--	--	--	--	2	81
11. 8.78	1,01	0,83	24	--	--	--	--	91
25. 8.78	1,39	1,10	--	--	--	--	--	110
8. 9.78	0,92	0,80	16	--	--	--	--	--
22. 9.78	1,18	0,88	19	--	--	--	--	60
6. 10.78	1,18	0,88	16	--	--	--	1	45
20. 10.78	1,18	0,90	--	--	--	--	--	80
3. 11.78	1,18	0,92	30	--	--	--	--	63
17. 11.78	1,28	0,93	21	--	--	--	--	81
1. 12.78	1,22	0,85	26	--	--	--	--	85
15. 12.78	1,60	1,30	26	--	--	--	--	85
29. 12.78	1,93	1,55	28	--	--	--	--	100
Mittelwerte:	<u>1,12</u>	<u>0,86</u>						<u>74</u>

### 3.5.2 Tritiumaktivität

Da die Tritiumkonzentration in der Abluft unterhalb der Nachweisgrenze ( $10^{-7}$  Ci/m<sup>3</sup>) kontinuierlich anzeigender Meßgeräte liegt, erfolgte die Messung über das Kondensat der ausgefrorenen Luftfeuchte. Die Aktivitätskonzentration ergab sich unter Berücksichtigung von Temperatur und relativer Feuchte der Luft. Die Messung im ausziehenden Luftstrom wurde monatlich durchgeführt und ergab einen Jahresmittelwert von  $8,7 \cdot 10^{-9}$  Ci/m<sup>3</sup>. Durch die Vermischung mit der Umgebungsluft ergibt sich im ungünstigsten Fall am Zaun des Betriebsgeländes eine durchschnittliche Konzentration von  $5,5 \cdot 10^{-11}$  Ci/m<sup>3</sup>.

### 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 Analysenmethoden eingesetzt werden. Die Arbeiten wurden vom Institut für Strahlenschutz der GSF und vom Institut für Strahlenhygiene des Bundesgesundheitsamtes ausgeführt.

Die Bestimmung der Plutoniumkonzentration in der Abluft erfolgte im ausziehenden Wetterstrom auf der 490 m - Sohle. Dazu wurden ca. 30.000 m<sup>3</sup> 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/m<sup>3</sup>

<u>Sammelzeitraum</u>	<u>Pu-238</u>	<u>Pu-239/240</u>
April 1978	< 0,003	0,011 ± 0,003
August 1978	< 0,005	< 0,16

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

Radionuklide, die in erster Linie in gasförmigen Verbindungsformen auftreten, werden auf Aerosolfiltern nicht abgeschieden, so daß eine gesonderte Probenahmeapparatur installiert wurde. Die Messungen wurden von Mai bis November 1978 durchgeführt. Das Programm umfaßte Messungen der Nuklidgruppen Radiojod, Kohlenstoff-14 und Tritium.

Die Ergebnisse der Tritiumanalyse bestätigten die Meßwerte, die über die ausgefrorene Luftfeuchte erhalten wurden.

Die Probenahme für Jod war so ausgelegt, daß aerosolförmiges Jod und gasförmige organische und anorganische Jodverbindungen getrennt gesammelt wurden.

Bei der direkten gammaspektrometrischen Untersuchung konnte in keiner der Proben Radiojod nachgewiesen werden. Die Nachweisgrenze lag z.B. für aerosolgebundenes J-125 bei  $3 \cdot 10^{-14}$  und für elementares und organisches Jod-125 bei  $6 \cdot 10^{-14}$  Ci/m<sup>3</sup>.

Bei der Untersuchung der Filtermaterialien mit einer empfindlichen Neutronenaktivierungsmethode konnte elementares Jod-129, das auf Kohlefiltern abgeschieden wurde, zweifelsfrei festgestellt werden. Es wurde eine mittlere Aktivitätskonzentration von  $3,1 \cdot 10^{-15}$  Ci/m<sup>3</sup> ermittelt. Dagegen konnte organisch gebundenes Jod-129 nur einmal und aerosolgebundenes Jod-129 in keinem Fall nachgewiesen werden. In der Umgebungsluft kommt Jod-129 in einer Konzentration von etwa  $10^{-19}$  bis  $10^{-21}$  Ci/m<sup>3</sup> vor.

Die C-14 Konzentration in der Abluft wurde durch kontinuierliche Probenahme von CO<sub>2</sub>-gebundenem C-14 bestimmt. Durch Stichprobenmessungen aller möglichen C-14 Verbindungen in der Abluft wurde ermittelt, daß auch kohlenwasserstoffgebundenes C-14 auftritt. Der an CO<sub>2</sub> gebundene Anteil der Gesamtemission von C-14 beträgt ca. 75%.

Die Meßwerte ergaben eine mittlere Konzentration von  $1,3 \cdot 10^{-10}$  Ci/m<sup>3</sup> an CO<sub>2</sub>-gebundenem C-14. Damit ergibt sich die Gesamtkonzentration von C-14 in der Abluft zu ca.  $1,7 \cdot 10^{-10}$  Ci/m<sup>3</sup>. Am Zaun des Betriebsgeländes errechnen sich somit Konzentrationen in der gleichen Größenordnung, wie sie auch in der Umgebungsluft vorkommen (ca.  $1,5 \cdot 10^{-12}$  Ci/m<sup>3</sup>).



#### 2.5.4 Ergebnisse der Abluftüberwachung

Die Einzelmeßergebnisse der Abluftüberwachung lassen erkennen, daß die Radionuklidkonzentration in der Abluft nur geringen Schwankungen unterworfen ist. Für die Berechnung der Jahresemissionen kann daher von den mittleren Aktivitätskonzentrationen ausgegangen werden. Die Messungen der ausströmenden Luftmenge ergab einen Wert von  $1,0 \cdot 10^9 \text{m}^3$  im Jahr 1978. In Tabelle 12 sind die daraus errechneten Jahresemissionen zusammengestellt worden. 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.

Anhand des für die Schachtanlage Asse abgeschätzten Langzeitausbreitungsfaktors von  $2 \cdot 10^{-4} \text{ s/m}^3$  wurden die mittleren Konzentrationen berechnet, die sich an der ungünstigsten Stelle in der Umgebung der Schachtanlage ergeben. Zum Vergleich sind die Konzentrationen dieser Nuklide in der Umgebungsluft sowie die abgeleiteten Grenzwerte der Strahlenschutzverordnung für die mittleren jährlichen Konzentrationen in Luft mit angegeben. Wie der Tabelle 12 zu entnehmen ist, liegen die berechneten Konzentrationen am Zaun etwa um den Faktor 100 oder mehr unter den Grenzwerten der Strahlenschutzverordnung.

Die errechneten Werte für Pb-210 und Rn-222 unterschreiten außerdem die niedrigsten natürlich vorkommenden Konzentrationen dieser Nuklide in der Umgebungsluft. Ein Anstieg der Aerosolaktivität der Luft in der Umgebung der Schachtanlage ist daher nicht zu erwarten. Dies wird durch die Umgebungsüberwachungsmessungen (s. Kap. 2.3) bestätigt.

Tabelle 12: Konzentration der mit der Abluft abgegebenen Radionuklide in der Umgebung der Schachtanlage Asse

Nuklid	Abgabe 1978 [Ci]	berechnete Konzentration an der ungünstigsten Stelle der Umzäunung [Ci/m <sup>3</sup> ]	Grenzwert der StrlSchV [Ci/m <sup>3</sup> ]	natürliche und durch Kernwaffen- experimente erzeugte Konzentration in der Umgebungsluft [Ci/m <sup>3</sup> ]
H-3	8,7	5,5 · 10 <sup>-11</sup>	1 · 10 <sup>-8</sup>	ca. 3 · 10 <sup>-12</sup>
C-14	0,17	1,1 · 10 <sup>-12</sup>	7,2 · 10 <sup>-9</sup>	ca. 1,5 · 10 <sup>-12</sup>
J-129	3,1 · 10 <sup>-6</sup>	2,0 · 10 <sup>-17</sup>	1,6 · 10 <sup>-12</sup>	10 <sup>-19</sup> bis 10 <sup>-21</sup>
Pb-210	7,4 · 10 <sup>-5</sup>	4,7 · 10 <sup>-16</sup>	2,6 · 10 <sup>-13</sup>	10 <sup>-13</sup> bis 10 <sup>-15</sup>
kurzlebige Aerosole *)	2,0	6,3 · 10 <sup>-12</sup>	6,0 · 10 <sup>-10</sup> (Rn-222)	10 <sup>-9</sup> bis 10 <sup>-11</sup>

\*) kurzlebige Zerfallsprodukte von Rn-222 und Rn-220

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 neu hinzugenommenen Ortsdosismessungen lieferten einen Jahresmittelwert von ca. 63 mR der unter der mittleren Strahlenexposition von außen in der Bundesrepublik Deutschland liegt.

Das bei der Einlagerung von radioaktiven Abfällen eingesetzte Personal wurde 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, J-129, Pb-210 und die kurzlebigen Folgeprodukte von Rn-222 nachgewiesen werden. Die ermittelten Abgabewerte führen zu Konzentrationen in der Umgebung der Schachtanlage, die weit unter den zulässigen Grenzwerten liegen.

Die mit der Lagerung von radioaktiven Abfällen im Salzbergwerk Asse zusammenhängende Strahlenexposition stellte auch im Jahre 1978 weder für die Belegschaft noch für die Bevölkerung der umliegenden Ortschaften eine nenneswerte Belastung dar.