

GESELLSCHAFT
FÜR STRAHLEN- UND UMWELTFORSCHUNG MBH
MÜNCHEN

Institut für Tieflagerung

Remlingen, im August 1981

STRAHLENSCHUTZ UND UMGEBUNGSÜBERWACHUNG

IM BEREICH DER SCHACHTANLAGE ASSE

Jahresbericht 1980



GSF-SUA-
1980

abgef. bei

GSF-T 127

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.

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.

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} 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. 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-Zöhenzuges werden seit 1966 von ca. 30 ausgewählten Meßstellen vierteljährlich jeweils 1-Liter-Wasserproben auf ihren Gehalt an Beta-Aktivität untersucht.

Von den Rückständen der eingedampften Proben wurde in einem Großflächendurchflußzähler die Beta-Gesamtaktivität (β_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 (β_n) errechnet.

Die Ergebnisse der Messungen sind in Tabelle 2 zusammengefaßt. Sie stellen wie in den vergangenen Jahren Nullpegelwerte dar. Die an einigen Stellen erhöhten Beta-Gesamtaktivitäten sind auf den erhöhten Kaliumgehalt dieser Wässer zurückzuführen.



Abb. 1: Meßstellen für die
Umgebungsüberwachung

- ▼ Wasser
- Luft

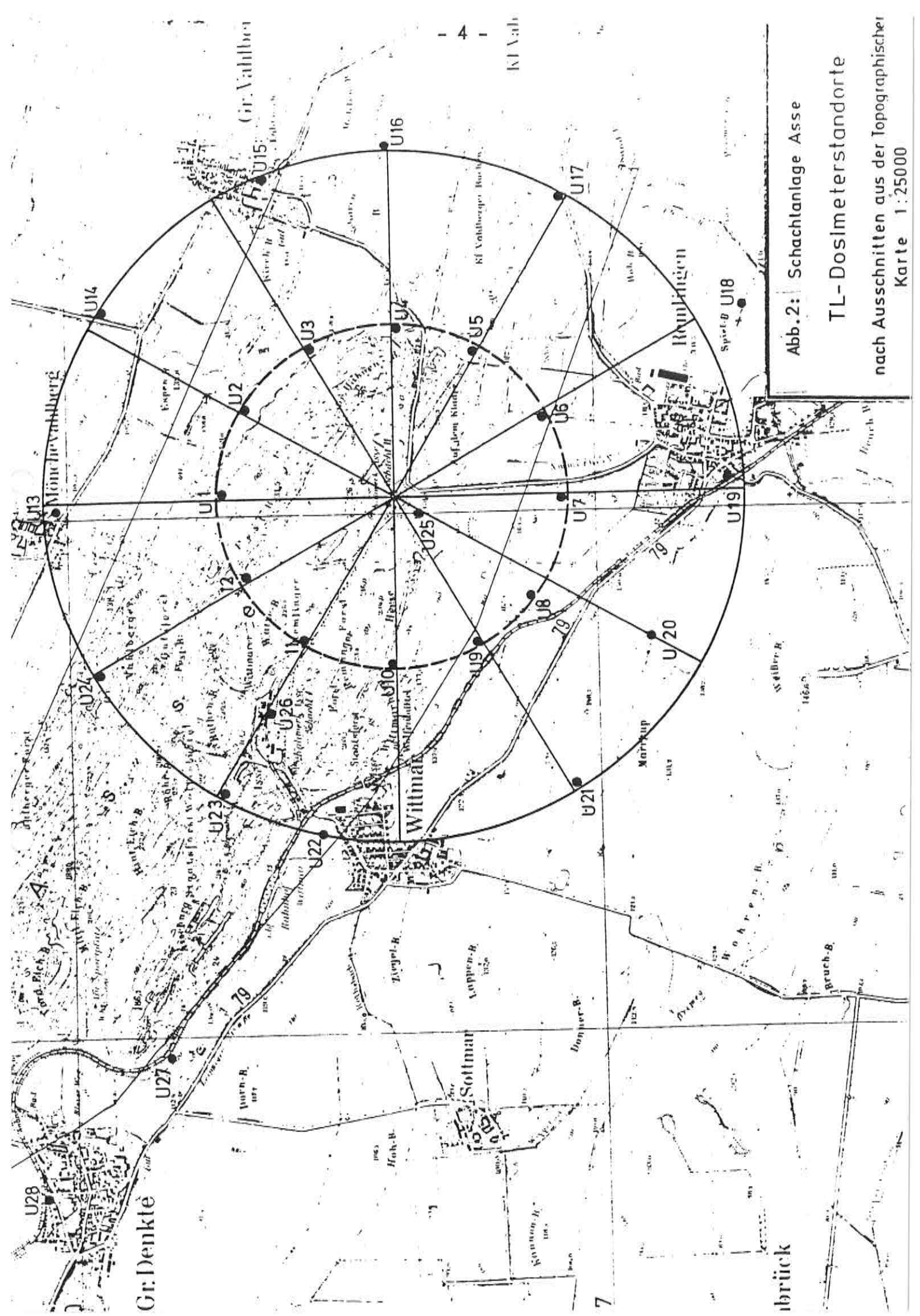


Abb.2: SchachanlageASSE
 TL-Dosimeterstandorte
 nach Ausschnitten aus der Topographischer
 Karte 1:25000

Tabelle 1: Programm der Umgebungsüberwachung im Bereich des Salzbergwerkes Asse (Stand 31.12.1980)

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

1
5
1

Tabelle 2: Beta-Aktivität von Grund- und Oberflächenwässern im Jahre 1980

β_g = Beta-Gesamtaktivität

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

- = Kein Zugang bzw. trocken;

Zahlenangaben in pCi/l

Nr.	Meßstelle	Probenahme:		Januar		April		Juli		Oktober	
		β_g	β_n	β_g	β_n	β_g	β_n	β_g	β_n	β_g	β_n
1	Brunnen d. Schachtanlage Asse II	10		9		<5		<5		<5	
2	Obere Quellf. Gr. Vahlberg	8		<5		<5		<5		<5	
5	Vorfluter östl. Gr. Vahlberg	10		<5		<5		<5		<5	
7	Vorfluter oberh. Bad Remlingen	10		<5		<5		<5		7	
8	Vorfluter nördl. Remlingen	<5		-		-		-		-	
9	Wasserversorgung Remlingen	28	<5	37	6	32	<5	32	<5	32	<5
10	Wasserversorgung Schacht I	<5		<5		6		10			
11	Vorfluter nördlich Schacht I	<5		<5		<5		5			
12	Wasserversorgung Wittmar	7		<5		<5		7			
15	Quelle östl. Gr. Denkte	6		<5		<5		-			
19	Vorfluter oberh. Bad Gr. Denkte	10		<5		6		8			
20	Quelle südl. Falkenheim	10		<5		<5		<5			
21	Quelle am Weiher Falkenheim	<5		<5		<5		<5			
23	Wasserversorgung Mönchevahlberg	<5		7		<5		<5			
25	Vorfluter nördl. Wittmar	60	<5	41	<5	59	<5	49	<5		<5
30	Drainage Park Gr. Vahlberg	8		7		<5		<5			
31	Vorfluter östl. Gr. Denkte	16	<5	16	<5	13	<5	9			
32	Wasserversorgung Falkenheim	<5		<5		<5		<5			
35	Vorfluter Park Gr. Vahlberg	<5		6		<5		<5			
39	Wasserversorgung Kissenbrück	6		<5		6		<5			
41	Vorfluter westl. Espenberg	6		<5		7		<5			
43	Löffelgraben nordöstl. Remlingen	16	8,2	6		<5		<5			
45	Schacht Asse I	22	5,7	16	<5	23	<5	13	<5		<5
46	Quelle bei 51 Gr. Vahlberg	<5		<5		<5		-			
51	Überlauf Wasservers. Gr. Vahlberg	6		6		<5		<5			
60	Straßenbrunnen Remlingen	6		<5		<5		<5			
63	Quelle nördl. Bleier Weg Gr. Denkte	617	<5	693	<5	601	<5	682	<5		<5
64	Schacht Asse III	88	<5	80	<5	71	<5	77	<5		<5
65	Überlauf Wasserversorgung Gr. Denkte	-		<5		7		9			
66	Quelle Feldsch. Gut Münchhausen	<5		<5		<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. Monatlich wurden aus den Trinkwasserversorgungsleitungen gleichgroße Stichproben entnommen, die halbjährlich zu jeweils einer 50 l-Probe zusammengefaßt und auf den Gehalt an Plutonium-239, Cäsium-137 und Strontium-90 analysiert wurden. 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. Nachgewiesenes Sr-90, z.B. an der Meßstelle 51, 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 Aerosolaktivität der bodennahen Luft in der Umgebung der Schachtanlage wurde in monatlichen Abständen an jeweils 8 Meßstellen bestimmt (s. Abb. 1). Bei der Probenahme wurden einmal monatlich an jeder Meßstelle ca. 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 Alpha-Aktivität der Aerosole ergab Meßwerte zwischen 26 und 640 pCi/m³ und die Beta-Aktivität der Aerosole ergab Meßwerte zwischen 22 und 480 pCi/m³; sie lagen 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 werden.

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, -- = nicht bestimmt

Trinkwasserversorgung x)		Nuklid	Nov. 1979 - April 1980	Mai 1980 - Oktober 1980
Remlingen Nr. 9		Pu-239	<0,005	<0,005
		Sr-90	--	<0,05
		Cs-137	<0,05	<0,05
Mönchevahlberg Nr. 23		Pu-239	<0,005	<0,005
		Sr-90	--	<0,05
		Cs-137	<0,05	<0,05
Falkenheim Brunnen Nr. 32		Pu-239	<0,005	<0,005
		Sr-90	--	<0,05
		Cs-137	<0,05	<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	0,09+0,01	0,15+0,01
		Cs-137	<0,05	<0,05

x) Die Nummer entspricht der jeweiligen Meßstelle der Tabelle 2

Tabelle 4: Aerosolaktivität der Luft im Jahre 1980 in der Umgebung der Schachtanlage Asse
Zahlenangaben in pCi/m³

-- Meßstelle nicht zugänglich

Meßstelle	Datum:												
	15.1.	14.2.	14.3.	14.4.	13.5.	12.6.	14.7.	14.8.	16.9.	15.10.	18.11.	11.12.	
1. Wasserbehälter auf. d. Anlage	α-Aktiv.	520	230	310	365	96	115	64	97	94	134	47	182
	β-Aktiv.	380	180	230	274	96	83	51	93	39	113	35	120
2. Kfz-Halle auf d. Anlage	α-Aktiv.	230	450	320	307	90	249	80	221	269	307	110	177
	β-Aktiv.	150	360	210	235	86	186	63	181	216	186	85	127
3. ehem.Steinbruch nordwestl. der Anlage	α-Aktiv.	540	290	240	288	37	158	110	115	29	139	27	86
	β-Aktiv.	400	250	190	225	35	120	103	93	25	127	22	74
4. Landstr. nach Gr. Vahlberg	α-Aktiv.	340	390	330	432	105	288	126	154	274	259	40	206
	β-Aktiv.	350	300	220	314	107	225	120	132	200	196	34	172
5. Landstr. nach Remlingen	α-Aktiv.	640	480	320	470	63	288	113	260	26	518	110	216
	β-Aktiv.	480	340	220	372	60	205	93	225	27	412	83	191
7. stets i.d. Abwet- terfahne des Dif- fusors	α-Aktiv.	180	410	330	365	30	91	64	221	26	139	40	81
	β-Aktiv.	140	270	230	274	29	75	51	186	25	108	42	69
8. ehem. Steinbruch nordöstl. der Anlage	α-Aktiv.	640	410	290	326	84	137	136	264	26	158	39	--
	β-Aktiv.	450	270	220	235	75	113	127	230	25	145	41	--
9. Waldrand nord- östl. d. Anlage	α-Aktiv.	640	330	320	230	45	153	136	221	29	168	88	--
	β-Aktiv.	450	250	210	196	41	115	127	196	24	145	80	--

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

2.4 Bodenbewuchsproben

In der näheren Umgebung der Schachtanlage Asse werden seit 1971 jährlich an mehreren Stellen 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, zerkleinert und anschließend im Großflächendurchflußzähler auf ihre Beta-Gesamtaktivität (β_g) ausgemessen. Nach dem chemischen Aufschluß der Proben wurde ihr Kaliumgehalt ermittelt und durch Abzug des Aktivitätsanteils des natürlichen K-40 die Beta-Restaktivität (β_n) errechnet, die in einigen Fällen unter der Nachweisgrenze von 1 pCi/g Trockensubstanz lag.

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

β_g = Beta-Gesamtaktivität

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

Angaben in pCi/g Trockensubstanz

Nr. der Meßstelle	Lage der Meßstelle zum Diffusor	1978		1979		1980	
		β_g	β_n	β_g	β_n	β_g	β_n
1	ca. 110 m nordwestl.	40	34	11	6	8	41
2	ca. 50 m nordöstl.	21	13	11	7	11	41
3	ca. 110 m östl.	26	17	9	3	11	41
4	ca. 270 m westnordwestl.	11	6	14	9	13	6
5	ca. 500 m nordöstl.	21	14	14	8	15	41
6	ca. 115 m südsüdwestl.	19	11	11	5	8	5

Die Ergebnisse des Berichtsjahres sind zusammen mit den ermittelten 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.

2.5 Strahlung in der Umgebung

Im Jahre 1978 wurde begonnen, die akkumulierte Gamma-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 Ergebnissen der beiden Vorjahre aufgeführt. Es sind jeweils die Mittelwerte eines Dosimeterpaares angegeben. Für ein abhandengekommenes 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 Gamma-Strahlenexposition im Jahre 1980 in der Umgebung der Schachtanlage Asse etwa 67 mR pro Jahr betrug. 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.)

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

Meßstellen- Nr.	Berechnete Jahresdosiswerte in mR		
	1978	1979	1980
U 1	66	59	67
U 2	68	62	69
U 3	63	57	66
U 4	61	52	61
U 5	62	54	59
U 6	65	62	68
U 7	67	64	71
U 8	62	57	66
U 9	62	59	71
U 10	66	62	72
U 11	67	62	70
U 12	59	52	61
U 13	62	fehlt	71
U 14	65	54	73
U 15	60	52	57
U 16	63	64	75
U 17	66	59	67
U 18	fehlt	fehlt	68
U 19	64	67	75
U 20	57	64	61
U 21	61	59	70
U 22	61	57	74
U 23	60	57	66
U 24	53	54	52
U 25	59	57	67
U 26	61	52	67
U 27	65	57	65
U 28	75	67	68
Mittelwert:	63	59	67

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 Schachtanlage Asse 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	1980
Zaun nordöstl.	--	--	60	106	72	81
Zaun östl.	86	96	90	83	69	78
Zaun ostsüdöstl.	--	--	64	83	72	73
Zaun südöstl.	88	87	92	85	fehlt	75
Zaun südl.	--	--	--	83	74	73
Trafostation	70	81	74	81	59	73
Pförtner	71	74	60	73	59	63
Zaun westl.	--	--	68	84	74	83
Zaun nordwestl.	--	--	--	85	79	92
Wasserbehälter	82	88	68	74	72	93
Labor	--	--	112	103	85	94
I.d. Schachthalle Anschl.	192	206	216	352	60	61
I.d. Schachthalle südl.	173	170	152	238	50	67
I.d. Schachthalle über Umladezelle	--	--	--	70	50	58
Büro Betriebsleiter	85	103	98	129	78	98
Diffusor innen	--	--	134	187	60	59
Diffusor außen	--	--	168	222	65	83
490 m-Sohle Füllort	--	--	30	5,7	3,3	9
750 m-Sohle Füllort	--	--	115	76	7,0	16
490 m-Sohle Ka. 8a, Steuerpult	--	--	8,4	6,7	7,5	20
750 m-Sohle, Besch. Ka. Steuerpult	--	--	3,6	2,9	<2	5
750 m-Sohle, Low-Level-Meßplatz	--	--	1,7	1,0	<2	4

Im Mittel sind die Werte etwas 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 auf den höheren natürlichen Radioaktivitätsgehalt des hier anstehenden 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 ($1 \text{ mR/h} = 8760 \text{ mR/a}$). 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 1980

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	0,003
750 m-Sohle, Steuerpult in der Beschickungskammer (Nullpegelmessung vor Beginn der Einlagerung)	0,0008
750 m-Sohle, Low-Level-Meßplatz	0,0005 x)

x) Der Meßwert entspricht in diesem Bereich dem Nulleffekt des Gerätes, der vom Hersteller mit $0,5 \mu\text{R/h}$ 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 1980 wurden 86 Personen mit insgesamt 902 Filmen überwacht. Die Auswertung ergab für drei Filme Dosen bis zu 40 mrem/Monat, während bei den übrigen Filmen keine Dosis festgestellt werden konnte. Die o.g. Dosen wurden bei bergmännischen Sicherungsarbeiten in Einlagerungskammern aufgenommen.

3.4 Inkorporationsüberwachung

Das gesamte unter Tage beschäftigte Personal wurde in dem fahrbaren Ganzkörperzähler der Kerntechnischen Hilfsdienst GmbH, Leopoldshafen, 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. 2% 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 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 $1,6 \cdot 10^{-9}$ Ci/m³ und $5,3 \cdot 10^{-9}$ Ci/m³ und betrug durchschnittlich $2,6 \cdot 10^{-9}$ Ci/m³; 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 außerdem gammaspektrometrisch auf Einzelnuclide untersucht. Die Nachweisgrenzen erreichten, abhängig von der verwendeten Meßzeit und dem vorhandenen Untergrund, einige 10^{-15} Ci/m³. 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. Die festgestellten Nuclide Zr-95, Nb-95, Ru-103, Ce-141 und Ce-144 wurden in der gleichen Größenordnung auch von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt in der Umgebungsluft von Braunschweig gefunden und sind wahrscheinlich auf chinesische Kernwaffentests zurückzuführen. Be-7 wird dagegen vorwiegend durch Höhenstrahlung gebildet. Bei Pb-210, das als langlebige 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 $6,0 \cdot 10^{-14}$ Ci/m³.

Tabelle 10: Aerosolaktivität in der Grubenabluft
Aktivitätskonzentration (10^{-15} Ci/m³)

- nicht nachgewiesen bzw. unter der jeweiligen Nachweisgrenze

Filterwechsel	Be-7	Zr-95	Nb-95	Ru-103	Ce-141	Ce-144	Pb-210
11. 1.80	12	-	-	-	-	-	65
25. 1.80	14	-	-	-	-	-	33
8. 2.80	13	-	-	-	-	-	80
22. 2.80	21	-	-	-	-	-	80
7. 3.80	-	-	-	-	-	-	28
21. 3.80	10	-	-	-	-	-	27
3. 4.80	15	-	-	-	-	-	34
18. 4.80	16	-	-	-	-	-	44
5. 5.80	-	-	-	-	-	-	40
19. 5.80	44	-	-	-	-	-	75
30. 5.80	-	-	-	-	-	-	38
16. 6.80	47	-	-	-	-	-	17
27. 6.80	13	-	-	-	-	-	28
8. 7.80	14	-	-	-	-	-	57
25. 7.80	-	-	-	-	-	-	31
8. 8.80 x)	-	-	-	-	-	-	520
22. 8.80 x)	-	-	-	-	-	-	220
5. 9.80	-	-	-	-	-	-	110
19. 9.80	-	-	-	-	-	-	31
3.10.80	-	-	-	-	-	-	36
17.10.80	64	-	-	-	-	-	80
31.10.80	76	-	-	-	-	-	50
14.11.80	-	-	-	-	-	-	10
28.11.80	11	1	1	1	1	-	52
12.12.80	13	-	2	2	-	-	99
29.12.80	11	2	3	3	2	1	78

x) In diesem Zeitraum lag der Betriebsurlaub mit einem stark verminderten Luftdurchsatz im Diffusor.

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 in der Grubenabluft wurden einmal wöchentlich durchgeführt. Sie ergaben Werte zwischen $2,1 \cdot 10^{-9}$ Ci/m³ und $1,1 \cdot 10^{-8}$ Ci/m³ bei einem Jahresmittelwert von $5,7 \cdot 10^{-9}$ Ci/m³.

3.5.3 Andere Radionuklide

Zusätzlich zu den oben beschriebenen Routinemessungen wurden 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 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 etwa 25 Tagen. Die Ergebnisse der Pu-Analysen sind in der folgenden Tabelle zusammengefaßt:

Tabelle 11: Aktivitätskonzentration in 10^{-15} Ci/m³

Sammelzeitraum	Pu-238	Pu-239/240
Febr./März 1980	< 0,013	0,017 [±] 0,012
Aug. /September 1980	< 0,003	< 0,15

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. Sie wurde kontinuierlich betrieben mit einer Probenahme im Abstand von 2 - 4 Wochen zur Bestimmung von Tritium und C-14.

Das Meßverfahren liefert für Tritium Meßwerte in der gleichen Größenordnung wie sie über die ausgefrorene Luftfeuchte (siehe Kapitel 3.5.2) erhalten wurden.

Die C-14 Konzentration in der Abluft wurde durch CO₂-gebundenes C-14 bestimmt. Stichprobenmessungen aller möglichen C-14 Verbin-dungen in der Abluft ergaben, daß auch kohlenwasserstoffgebunde-nes C-14 auftritt. Der an CO₂-gebundene Anteil der Gesamtemission von C-14 betrug ca. 92%.

Die Meßwerte lagen zwischen $0,8 \cdot 10^{-10}$ Ci/m³ und $6,4 \cdot 10^{-10}$ Ci/m³ bei einem Jahresmittelwert von $2,9 \cdot 10^{-10}$ Ci/m³ an CO₂-gebundenem C-14. Der Jahresmittelwert an C-14 betrug somit $3,1 \cdot 10^{-10}$ Ci/m³.

3.5.4 Die Ergebnisse der Abluftüberwachung

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

Um die abgegebene Aktivitätsmenge zu ermitteln, wurde der Luft-durchsatz kontinuierlich gemessen und zusammen mit den Alpha- und Beta-Aerosolaktivitäten mit einer Datenerfassungsanlage

registriert. Aus den Wertepaaren der 10-Minuten-Mittelwerte konnte mit Hilfe eines Rechners die abgegebene Menge an kurzlebiger Aerosolaktivität bestimmt werden. Die Abgabewerte der übrigen Nuklide wurden aus den gemessenen Aktivitätskonzentrationen und den in den einzelnen Probenahmezeiträumen abgeleiteten Luftmengen ermittelt. Der Jahresluftdurchsatz betrug $9,6 \cdot 10^8 \text{ m}^3$. Die Jahresemissionen sind 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 die kurzlebigen Aerosole 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 $2 \cdot 10^{-4} \text{ s/m}^3$ 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 12).

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

Nuklid	Abgabe 1980 [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	5,5	$3,5 \cdot 10^{-11}$	$1 \cdot 10^{-8}$	ca. $3 \cdot 10^{-12}$
C-14	0,3	$1,9 \cdot 10^{-12}$	$7,2 \cdot 10^{-9}$	ca. $1,5 \cdot 10^{-12}$
Pb-210	$5,9 \cdot 10^{-5}$	$3,7 \cdot 10^{-16}$	$2,6 \cdot 10^{-13}$	10^{-13} bis 10^{-15}
kurzle- bige Aerosole x)	2,5	$1,6 \cdot 10^{-11}$	$6,0 \cdot 10^{-10}$ (Rn-222)	10^{-9} bis 10^{-11}

x) 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 Ortsdosismessungen lieferten einen Jahresmittelwert von ca. 67 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 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.

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.