

**Asse-GmbH, ehemals Helmholtz Zentrum München
Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt (GmbH)
Schachtanlage Asse, 38319 Remlingen**

**Strahlenschutz
und Umgebungsüberwachung
im Bereich
der Schachtanlage Asse**

Jahresbericht 2007

H. Meyer, T. Wanka

Inhaltsverzeichnis

0	Vorwort	1
1	Einleitung	3
2	Umgebungsüberwachung	5
	2.1 Beta-Aktivität von Grund- und Oberflächenwasser	5
	2.2 Pu-239-, Cs-137- und Sr-90-Aktivität im Trinkwasser	10
	2.3 Aerosolaktivität der Umgebungsluft	10
	2.4 Grasproben	14
	2.5 Bodenproben	14
	2.6 Aktivitätsflächenbelegung des Bodens	18
	2.7 Strahlung in der Umgebung	18
3	Betrieblicher Strahlenschutz	25
	3.1 Überwachung der Kontamination in Salzlösungen	25
	3.1.1 Entwicklung der Aktivitätskonzentration in Salzlösungen im westlichen Bereich der 2. südlichen Richtstrecke der 750-m-Sohle	26
	3.1.2 Entwicklung der Aktivitätskonzentration im östlichen Bereich der 2. südlichen Richtstrecke der 750-m-Sohle	27
	3.1.3 Entwicklung der Aktivitätskonzentration im Bereich vor Einlagerungskammer 12 auf der 750-m-Sohle	28
	3.1.4 Entwicklung der Aktivitätskonzentrationen in der südlichen Richtstrecke auf der 775-m-Sohle	30
	3.2 Überwachung der Zutrittslösung auf Kontamination	31
	3.3 Auslaugversuchsfeld	31
	3.4 Ortsdosismessungen	32
	3.5 Dosisleistungsmessungen	33
	3.6 Personendosisüberwachung	34
	3.7 Inkorporationsüberwachung	35
4	Emissionsüberwachung	37
	4.1 Radon	37
	4.2 Aerosolaktivität	38
	4.3 Tritium	40
	4.4 Kohlenstoff 14	41
	4.5 Andere Radionuklide	41
	4.6 Ergebnisse der Abluftüberwachung	42
	4.7 Potenzielle Strahlenexposition in der Umgebung	43
5	Zusammenfassung	51

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Probenahmestellen für Grund- und Oberflächenwasser in der Umgebung der Schachtanlage Asse.....	7
Abbildung 2: Probenahmestellen für γ -Strahlung und Aerosole in der Umgebung der Schachtanlage Asse.....	11
Abbildung 3: Auslegungsorte der Thermolumineszenz(TL)-Dosimeter und Lage der Entnahmestellen für Boden- und Bewuchsproben am Anlagenzaun	15
Abbildung 4: Auslegungsorte der TL-Dosimeter zur Messung der Gamma-Strahlung in der Umgebung der Schachtanlage Asse	19
Abbildung 5: Jahresortsdosis gem. Tabelle 7 für die Jahre 2006 und 2007 in der Umgebung der Schachtanlage Asse, Lage der Messstellen Z und U vgl. Abbildung 3 und Abbildung 4.....	22
Abbildung 6: Messstellen für Salzlösungen im westlichen Bereich der 2. südlichen Richtstrecke	26
Abbildung 7: Messstellen für Salzlösungen im östlichen Bereich der 2. südlichen Richtstrecke	27
Abbildung 8: Laugensumpf, Messstelle 21, vor Kammer 12, 750-m-Sohle	28
Abbildung 9 : Messstelle M109, Bohrung verpresst.....	30

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Programm der Umgebungsüberwachung im Bereich der Schachtanlage Asse (Stand 01.01.1999).....	6
Tabelle 2:	β -Aktivität von Grund- und Oberflächenwässern im Jahre 2007 (Angaben in Bq/l)	8
Tabelle 3:	Trinkwasseruntersuchungen auf den Gehalt an Pu 239, Cs 137 und Sr 90 (Angaben in mBq/l); die Lage der Messstellen ist Abbildung 1 zu entnehmen.....	10
Tabelle 4:	Aktivitätskonzentration langlebiger Aerosole der Luft in der Umgebung der Schachtanlage Asse (Angaben in mBq/m ³)	13
Tabelle 5:	Aktivitätskonzentrationen in Grasproben aus der Umgebung der Schachtanlage Asse in Bq/kg Feuchtmasse, Probenahmeorte vgl. Abbildung 3.....	16
Tabelle 6:	Aktivitätskonzentrationen in Bodenproben aus der Umgebung der Schachtanlage Asse in Bq/kg Trockenmasse, Probenahmeorte vgl. Abbildung 3.....	17
Tabelle 7:	Jahresortsdosis, gemessen mit TL-Dosimetern in der Umgebung der Schachtanlage Asse (Angaben in mSv/a).....	21
Tabelle 8:	Dosisleistung in der Umgebung der Schachtanlage Asse (Angaben in nSv/h), Lage der Messorte vgl. Abbildung 2.....	23
Tabelle 9:	Jahresortsdosis, gemessen mit TL-Dosimetern auf dem Gelände der Schachtanlage Asse und im Bergwerk (Angaben in mSv/a)	33
Tabelle 10:	Gamma-Dosisleistung an einigen Betriebspunkten der Schachtanlage Asse (Angaben in nSv/h).....	34
Tabelle 11:	Aerosolaktivität in der Grubenabluft im Jahre 2007 (Angaben in mBq/m ³).....	39
Tabelle 12:	Tritium und Kohlenstoff 14 in der Abluft im Jahre 2007 (Angaben in Bq/m ³)	41

Tabelle 13:	Ableitung mit der Abluft und berechneter Jahresmittelwert der Konzentrationserhöhung in der Luft an der ungünstigsten Einwirkungsstelle	43
Tabelle 14:	Potenzielle Strahlenexposition im Jahre 2007 für Säuglinge (< 1 a) durch Inhalation und Ingestion in Mikro-Sievert	45
Tabelle 15:	Potenzielle Strahlenexposition im Jahre 2007 für Kleinkinder (1 - 2 a) durch Inhalation und Ingestion in Mikro-Sievert	46
Tabelle 16:	Potenzielle Strahlenexposition im Jahre 2007 für Kindergartenkinder (2 - 7 a) durch Inhalation und Ingestion in Mikro-Sievert	47
Tabelle 17:	Potenzielle Strahlenexposition im Jahre 2007 für Schulkinder (7 - 12 a) durch Inhalation und Ingestion in Mikro-Sievert	48
Tabelle 18:	Potenzielle Strahlenexposition im Jahre 2007 für Jugendliche (12 - 17 a) durch Inhalation und Ingestion in Mikro-Sievert	49
Tabelle 19:	Potenzielle Strahlenexposition im Jahre 2007 für Erwachsene (> 17 a) durch Inhalation und Ingestion in Mikro-Sievert	50

0 Vorwort

In der Schachanlage Asse wurden von 1967 bis 1978 124.494 Gebinde mit schwachradioaktiven Abfällen und 1.293 Gebinde mit mittelradioaktiven Abfällen eingelagert. Die mittelradioaktiven Abfälle lagern in der Kammer 8 a auf der 511-m-Sohle. Die schwachradioaktiven Abfälle befinden sich in der Kammer 7 auf der 725-m-Sohle sowie in 11 weiteren Kammern auf der 750-m-Sohle. Die Einlagerung erfolgte auf der Grundlage der erteilten Umgangsgenehmigungen der damals gültigen Strahlenschutzverordnung (1965) und unter Beachtung der jeweils gültigen Bedingungen für die Lagerung von radioaktiven Abfallstoffen im Salzbergwerk Asse. Die strahlenschutz- bzw. atomrechtlichen Genehmigungen waren befristet und endeten am 31.12.1978. Insgesamt wurde eine von den Ablieferern deklarierte Gesamtaktivität von $7,8E+15$ Bq eingelagert. Die eingelagerten Abfallgebände enthalten vor allem verfestigte oder getrocknete ehemals wasserhaltige Abfälle, wie z. B. Verdampferkonzentrate, Filtrerrückstände, Schlämme, Ionenaustauscherharze, weiterhin feste Abfälle wie Schrott, Bauschutt und Mischabfälle. Bei den mittelradioaktiven Abfällen wurden neben Schrott nur Filter und verfestigte ehemals wasserhaltige Abfälle eingelagert.

Der radiaktive Zerfall führt zu einer kontinuierlichen Abnahme des eingelagerten Aktivitätsinventars. In den schwachradioaktiven Abfällen hat sich das Inventar an radioaktiven Stoffen bis zum 31.12. 2007 auf $1,6 E+15$ Bq verringert. In den mittelradioaktiven Abfällen, lag deren Inventar radioaktiver Stoffe zum 31.12.2007 mit $1,1 E+15$ Bq in der gleichen Größenordnung vor.

Seit 1988 tritt im Bereich der Südflanke der Schachanlage Asse eine an Natriumchlorid (NaCl) gesättigte Salzlösung zu. Der Lösungszutritt hat seinen Ursprung im Deckgebirge und ist wahrscheinlich auf Auflockerungen im Grubengebäude und im Deckgebirge zurückzuführen. Soweit es technisch möglich ist, werden diese Salzlösungen im Grubengebäude aufgefangen. Insgesamt fließen dem Bergwerk ca. 12 m^3 täglich zu. Davon werden etwa 10 m^3 pro Tag auf der 658-m-Sohle, ca. $1,6 \text{ m}^3$ pro Tag auf der 725-m-Sohle und ca. $0,2 \text{ m}^3$ pro Tag auf der 750-m-Sohle gefasst. Diese Salzlösungen werden an allen Sammelstellen regelmäßig auf ihren Aktivitätsgehalt gemessen. Die Salzlösung wurde zunächst in eigens dafür erstellte Sumpfstrecken auf der 975-m-Sohle zwischengespeichert, bevor sie in der Zeit von Anfang 1996 bis Anfang 2004 im Zuge der Verfüllung der Grubenbaue in der Südflanke mit Salzhautwerk zur Staubbinding verwendet wurde. Danach wurde ab April 2005 die Salzlösung über ein Speicherbecken auf der 490-m-Sohle mit behördlicher Genehmigung nach über Tage gepumpt und zur externen Verwertung abgegeben.

Während der Zeit der Salzgewinnung wurde in den Jahren 1908 bis 1925 das Kaliabbaufeld aufgefahren. Das geförderte Kalisalz wurde zur Chlorkalifabrik in Wittmar transportiert und dort weiter verarbeitet. Das bei der Aufbereitung anfallende Rückstandssalz wurde wieder zurück in die Schachtanlage Asse gebracht und dort zum Versatz der nördlichen Kaliabbaue verwendet. Dieses Rückstandssalz enthielt viel Feuchtigkeit, der Versatz war nass. Bis heute wird diese Feuchtigkeit in Form von gesättigter $MgCl_2$ -Salzlösung infolge der Hohlraumkonvergenz durch den auflastenden Gebirgsdruck aus den Kammern in das Grubengebäude gepresst. Diese Salzlösung sammelt sich an verschiedenen Stellen auf der 750-m-Sohle unterhalb der Fahrhahnoberfläche in einigen Dezimetern Tiefe. Eine weitere Ursache für das Vorhandensein von Salzlösungen auf der 750-m-Sohle wird ein Salzlösungszutritt sein, der sich im Jahr 1939 im westlichen Teil des Kaliabbaufeldes ereignete. Da diese Salzlösung höchstwahrscheinlich nicht vollständig gefasst werden konnte, wird ein Teil davon in die Fahrhahn der 750-m-Sohle gesickert sein, wo sie immer noch ansteht. Ein Zusammenhang dieser Salzlösung mit der zutretenden Deckgebirgslösung ist sowohl aufgrund des fehlenden Nachflusses als auch hinsichtlich des deutlichen Unterschieds in der Dichte auszuschließen.

Aufgrund der eingelagerten Abfälle und deren angewendete Einlagerungstechniken sind die vorhandenen Salzlösungen in der Grube ein mögliches Transportmittel für Kontaminationen. Hierbei ist als relevantes Nuklid das leichtlösliche Cs 137 als Schlüsselnuklid zu betrachten. Daher wird im Rahmen des betrieblichen Strahlenschutzes eine flächendeckende Überwachung der Cs-137-Aktivitätskonzentration in Salzlösungen innerhalb der Grube durchgeführt. Darüber hinaus wird auch Tritium, das in Wechselwirkung mit der Luftfeuchte und dem Wasser der Salzlösung steht, berücksichtigt.

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 01.01.1979 werden keine radioaktiven Abfälle mehr in das Grubengebäude eingelagert. Bei der Durchführung von Forschungsarbeiten werden jedoch radioaktive Stoffe und Strahlenquellen eingesetzt. Die Strahlenschutzüberwachung erstreckt sich vor allem auf die Überwachung des Personals, der Abluft und der Umgebung der Anlage. Die hierzu erforderlichen Maßnahmen ergeben sich entweder direkt aus gesetzlichen Vorschriften und Richtlinien oder aus den Auflagen der zuständigen Aufsichtsbehörde. Darüber hinaus werden im Rahmen des betrieblichen Strahlenschutzes Messungen zur Beobachtung der eingelagerten radioaktiven Abfälle durchgeführt.

Mit dem In-Kraft-Treten der neuen Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) im August 2001 wurden die entsprechenden EURATOM-Richtlinien in nationales Recht umgesetzt. Ein wesentlicher Schwerpunkt der Neuregelung der StrlSchV betrifft die Absenkung der Dosisgrenzwerte für die Bevölkerung und für beruflich strahlenexponierte Personen. Bei der Durchführung der Strahlenschutzüberwachung der Schachtanlage Asse wird die neue StrlSchV angewendet.

Die Programme zur Abluft- und Umgebungsüberwachung durch den Betreiber und durch eine unabhängige Messstelle wurden in Anlehnung an die „Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen“ aufgestellt. Dabei wurden im Einvernehmen mit der Aufsichtsbehörde sowohl die Fortschreibung dieser Richtlinie (BMU, Rundschreiben vom 07.12.2005) als auch anlagen- und standortspezifische Gegebenheiten des Bergwerkes berücksichtigt.

Alle Proben zur Durchführung des betreibereigenen Überwachungsprogramms werden durch Mitarbeiter der Schachtanlage Asse entnommen bzw. gesammelt. An den Messungen und Auswertungen sind außerdem die amtliche Messstelle für Strahlendosimeter des Helmholtz Zentrums München, die Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit mbH (GRS) in Braunschweig, das Zentrale Radionuklidlaboratorium der Universität Regensburg sowie der Fachbereich Strahlenschutz und Gesundheit des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) in Oberschleißheim beteiligt. Soweit im Text nicht anders vermerkt, sind die Messungen und Auswertungen auf der Schachtanlage Asse vorgenommen worden.

In den Jahresberichten über „Strahlenschutz und Umgebungsüberwachung im Bereich der Schachanlage Asse“ werden die wichtigsten Daten der betrieblichen Überwachung sowie die im Rahmen der betreibereigenen Umgebungsüberwachung ermittelten Messergebnisse veröffentlicht.

Die Ermittlung der Nachweisgrenzen für das jeweilige Messverfahren erfolgt in Anlehnung an die „Messanleitungen für die Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt und zur Erfassung radioaktiver Emissionen aus kerntechnischen Anlagen“ (Herausgeber: Der Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Gustav Fischer Verlag, 1994).

In diesem Bericht werden die Messwerte in den gesetzlichen Einheiten des Internationalen Systems (SI) angegeben.

Im Folgenden sind die SI-Einheiten der Aktivität und der Äquivalentdosis aufgeführt und deren Beziehung zwischen physikalischer Größe und SI-Einheit dargestellt:

Aktivität: Becquerel (Bq)
1 Bq = 1/s

Äquivalentdosis: Sievert (Sv)
1 Sv = 1 J/kg

Die Vorsätze bzw. Vorsatzzeichen bezeichnen Faktoren, mit denen die Einheit multipliziert wird:

Giga (G)	≙	10^9
Mega (M)	≙	10^6
Kilo (k)	≙	10^3
Milli (m)	≙	10^{-3}
Mikro (μ)	≙	10^{-6}
Nano (n)	≙	10^{-9}
Piko (p)	≙	10^{-12}
Femto (f)	≙	10^{-15}

2 Umgebungsüberwachung

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

Aus der besonderen Situation einer Forschungs- und Entwicklungsanlage für Methoden der Endlagerung radioaktiver Abfälle ergibt sich, dass ein Teil des Überwachungsprogramms auf frühere Forschungsvorhaben zurückzuführen ist, so dass der derzeitige Umfang der betriebsbereiten Immissionsüberwachung das notwendige Maß überschreitet. 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 wurden bei der Auswahl der Messstellen berücksichtigt.

Die Überwachung der Umweltradioaktivität im Bereich der Schachtanlage Asse wird nach dem in Tabelle 1 zusammengestellten Programm durchgeführt. Der Umfang des vorgeschriebenen betriebsbereiten Überwachungsprogramms mit 358 jährlichen Messungen und Probenahmen blieb gegenüber dem Vorjahr unverändert.

2.1 Beta-Aktivität von Grund- und Oberflächenwasser

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

Von den Rückständen der eingedampften Proben wurde mit einem Großflächendurchflusszähler die Beta-Gesamtaktivität (β_g) gemessen. Zusätzlich wurde der Kaliumgehalt der Wasserproben emissionsspektrometrisch vom chemischen Labor der GRS in Braunschweig ermittelt. Durch Abzug des K-40-Aktivitätsanteils von der Beta-Gesamtaktivität wurde die Beta-Restaktivität (β_n) errechnet.

Tabelle 1: Programm der Umgebungsüberwachung im Bereich der Schachtanlage Asse (Stand 01.01.1999)

Art der Maßnahme	Anzahl der Messstellen	Jährliche Messfrequenz	Messproben	Messverfahren
1. Bestimmung der Beta-Aktivität von Grund- und Oberflächenwasser	26	vierteljährliche Probenahme	104	Messung des Eindampfrückstandes mit Methandurchflusszähler und Bestimmung des Kaliumgehaltes
2. Untersuchung von Trinkwasser auf Sr 90, Cs 137, Pu 239	2	monatliche Probenahme, halbjährliche Auswertung	4	Einzelnuclidanalyse
3. Messung der kurz- und langlebigen Aerosolaktivität der Luft	8	monatlich vier Stichproben	48	Luftstaubsammlung über Großflächenfilter und Ausmessung mit Methandurchflusszähler
	2	kontinuierliche Sammlung, 14-tägige Auswertung	52	gammaspectrometrische Einzelnuclidbestimmung
4. Bestimmung der Aktivität von Grasproben	4	halbjährliche Probenahme	8	gammaspectrometrische Einzelnuclidbestimmung
5. Bestimmung der Aktivität von Bodenproben	4	halbjährliche Probenahme	8	gammaspectrometrische Einzelnuclidbestimmung
6. Messung der Aktivitätsflächenbelegung des Bodens	4	halbjährlich	8	Gesamt-Beta-Kontaminationsmonitor
7. Überwachung der externen Strahlenbelastung	39	kontinuierliche Exposition, halbjährliche Auswertung	78	Festkörperdosimeter
	8	monatlich vier Stichproben	48	Kurzzeitmessung der Gammadosisleistung

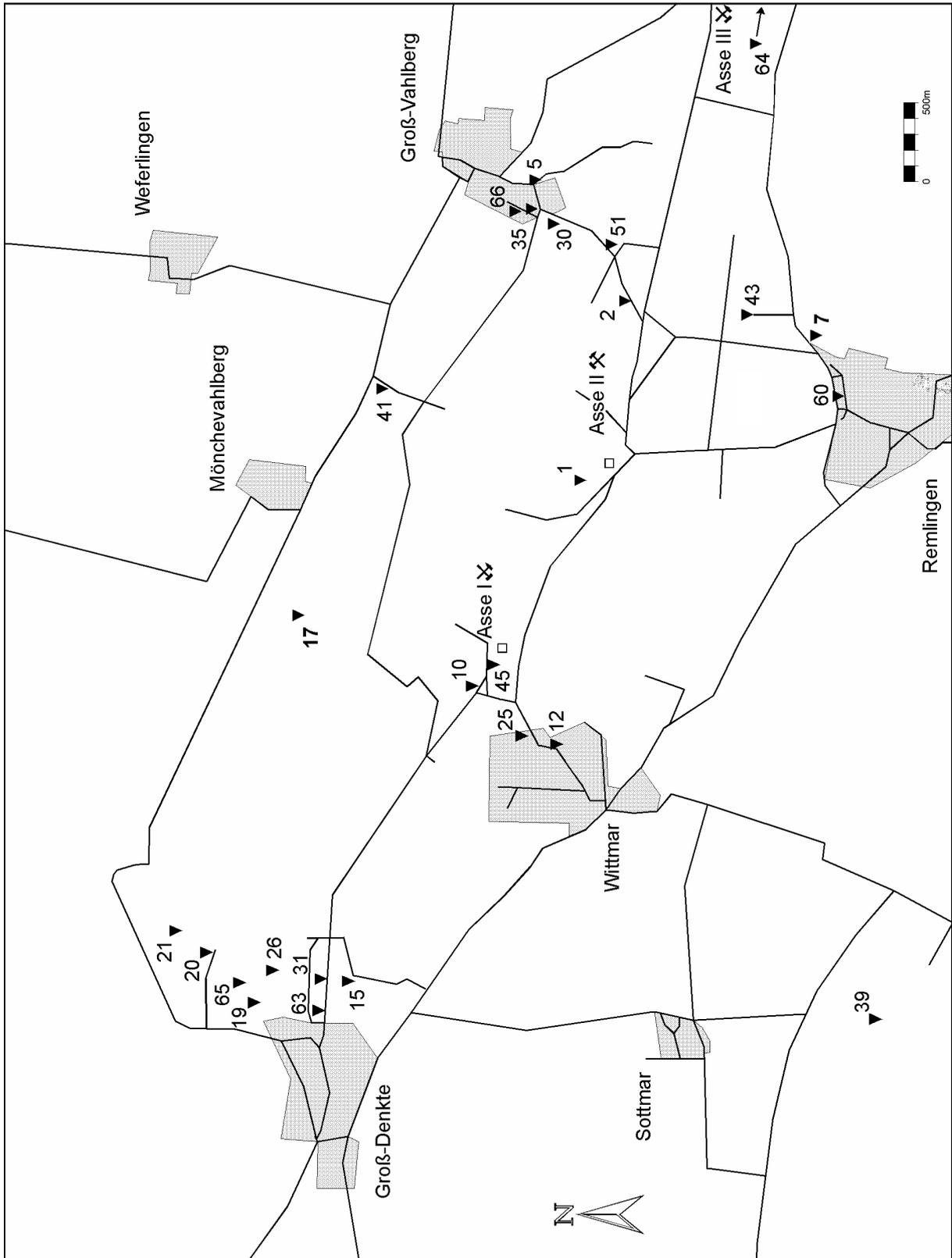


Abbildung 1: Probenahmestellen für Grund- und Oberflächenwasser in der Umgebung der Schachtanlage Asse

Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 zusammengefasst. Sie stellen, wie in den vergangenen Jahren, Nullpegelwerte dar. Die an einigen Stellen hohen Beta-Gesamtaktivitäten (z. B. Messstellen-Nr. 17, 25, 63, 64) sind auf den erhöhten Kaliumgehalt dieser Wässer und somit auf das natürliche radioaktive Kaliumisotop K 40 zurückzuführen. Bei Wasserproben mit hohem Kaliumgehalt ist die Methode zur Bestimmung der Beta-Restaktivität mit großen Unsicherheiten behaftet. Aus diesem Grunde wurden bei den stark salzhaltigen Messstellen sowie bei allen Proben mit einer ermittelten Beta-Restaktivität von mehr als 0,4 Bq/l zusätzlich gamma-spektrometrische Einzelnuklidanalysen durchgeführt. Bei einer Nachweisgrenze von 0,1 Bq/l (bezogen auf Co 60) wurden keine Radionuklide außer den natürlich vorkommenden festgestellt.

Tabelle 2: β -Aktivität von Grund- und Oberflächenwässern im Jahre 2007 (Angaben in Bq/l)

Messstelle		Januar		April		Juli		Oktober	
Nr.	Bezeichnung	β_g	β_n	β_g	β_n	β_g	β_n	β_g	β_n
01	Brunnen Schachanlage Asse II	<0,1		0,2	< 0,1	<0,1		<0,1	
02	Obere Quelfassung Groß-Vahlberg	<0,1		<0,1		<0,1		<0,1	
05	Vorfluter, östlich Groß-Vahlberg	0,2	< 0,1	0,5	0,4	0,2	< 0,1	0,2	< 0,1
07	Bohrung, östlich Remlingen	0,3	< 0,1	0,3	< 0,1	0,3	< 0,1	2,9	< 0,1
10	Wasserversorgung Schachanlage I	< 0,1		0,5	0,4	<0,1		< 0,1	
12	Brunnen Wittmar	0,2	< 0,1	0,6	0,4	0,2	< 0,1	0,2	< 0,1
15	Quelle, östlich Groß-Denkte	< 0,1		0,6	0,4	<0,1		0,2	< 0,1
17	Waldweg Dettumer Stieg	1,1	0,5	1,0	0,4	0,9	0,2	1,0	0,3
19	Vorfluter oberhalb Bad Groß-Denkte	0,2	< 0,1	0,4	0,3	0,2	< 0,1	<0,1	
20	Quelle, südlich Falkenheim	<0,1		0,5	0,4	<0,1		< 0,1	
21	Quelle am Weiher Falkenheim	<0,1		0,3	0,3	< 0,1		< 0,1	
25	Vorfluter, nördlich Wittmar	1,3	< 0,3	1,6	< 0,5	1,9	< 0,5	1,7	< 0,5

Tabelle 2 (Fortsetzung)

Messstelle		Januar		April		Juli		Oktober	
Nr.	Bezeichnung	β_g	β_n	β_g	β_n	β_g	β_n	β_g	β_n
26	Quelle, nordöstlich Groß-Denkte	<0,1		0,2	< 0,1	0,2	< 0,1	0,2	< 0,1
30	Drainage, Park Groß-Vahlberg	<0,1		0,2	< 0,1	<0,1		<0,1	
31	Vorfluter, östlich Groß-Denkte	0,3	< 0,1	0,3	< 0,1	0,3	< 0,1	< 0,2	
35	Vorfluter, Park Groß-Vahlberg	<0,1		<0,1		<0,1		0,6	0,5
39	Wasserversorgung Kissenbrück	< 0,1		<0,1		<0,1		0,2	< 0,1
41	Vorfluter, westlich Espenberg	< 0,1		0,2	< 0,1	<0,1		< 0,1	
43	Löffelgraben, nordöstlich Remlingen	0,2	< 0,1	0,2	< 0,1	0,3	< 0,1	0,2	< 0,1
45	Schacht Asse I	0,4	< 0,2	0,5	< 0,2	0,4	< 0,1	1,0	< 0,3
51	Überlauf Wasserversorgung Groß-Vahlberg	<0,1		<0,1		<0,1		< 0,1	
60	Straßenbrunnen Remlingen	0,2	< 0,1	0,2	< 0,1	0,2	< 0,1	0,2	< 0,1
63	Quelle, nördlich Bleierweg Groß-Denkte ¹	11,2	< 0,1	9,6	< 0,1	11,2	< 0,1	16,3	< 0,1
64	Schacht Asse III	1,3	< 0,4	1,4	< 0,4	1,3	< 0,4	1,3	< 0,4
65	Überlauf Wasserversorgung Groß-Denkte	0,2	< 0,1	<0,1		0,2	< 0,1	<0,1	
66	Quelle Feldscheune Gut Münchhausen	-	-	-	-	-	-	< 0,1	

β_g : β -Gesamtaktivität

β_n : um den K-40-Anteil verminderte nicht identifizierte β -Restaktivität

- : kein Zugang bzw. trocken

1) : Probenmenge jeweils 400 ml, anstelle der Rest-Beta-Bestimmung erfolgt eine gammaspektrometrische Einzelnuklidanalyse mit einer Nachweisgrenze von 0,1 Bq/l bezogen auf Co 60

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

Das Trinkwasser der umliegenden Ortschaften wird, soweit es aus dem Bereich des Asse-Höhenzuges stammt, in regelmäßigen Abständen untersucht. Aus den Trinkwasserversorgungsleitungen wurden monatlich gleichgroße Stichproben entnommen, Trägerlösungen zugesetzt und halbjährlich zu jeweils einer 50-l-Mischprobe zusammengefasst. Die Analysen auf den Gehalt an Pu 239, Cs 137 und Sr 90 wurden vom Zentralen Radionuklidlaboratorium der Universität Regensburg ausgeführt. Die Nachweisgrenzen betragen 0,19 mBq/l für Pu 239 sowie 1,9 mBq/l jeweils für Cs 137 und Sr 90.

Die Messergebnisse sind zusammen mit den Vorjahreswerten in Tabelle 3 aufgeführt. Eventuell nachgewiesenes Sr 90 und Cs 137 deuten darauf hin, dass hier oberflächennahes Grundwasser mit erfasst wurde. Hierin sind Sr 90 und Cs 137 durch den Fallout früherer oberirdischer Kernwaffenversuche und des sowjetischen Reaktorunglücks von Tschernobyl nachweisbar.

Tabelle 3: Trinkwasseruntersuchungen auf den Gehalt an Pu 239, Cs 137 und Sr 90 (Angaben in mBq/l); die Lage der Messstellen ist Abbildung 1 zu entnehmen

Trinkwasserversorgung	Radio-nuklid	Nov. 2005 - April 2006	Mai 2006 - Okt. 2006	Nov. 2006 - April 2007	Mai 2007 - Okt. 2007
Wasserversorgung Kissenbrück Messstelle Nr. 39	Pu 239	< 0,19	< 0,19	< 0,19	< 0,19
	Sr 90	< 1,9	< 1,9	< 1,9	< 1,9
	Cs 137	< 1,9	< 1,9	< 1,9	< 1,9
Überlauf Wasser- versorgung Groß-Vahlberg Messstelle Nr. 51	Pu 239	< 0,19	< 0,19	< 0,19	< 0,19
	Sr 90	< 1,9	< 1,9	< 1,9	< 1,9
	Cs 137	< 1,9	< 1,9	< 1,9	< 1,9

2.3 Aerosolaktivität der Umgebungsluft

Die Überwachung der bodennahen Luft in der Umgebung der Schachanlage Asse erfolgt an den in Abbildung 2 gekennzeichneten Stellen, indem monatlich Stichproben des Luftstaubes und der Aerosole auf kurz- und langlebige Aktivität ausgemessen werden. Bei der Probenahme wird an jeweils vier wechselnden Messstellen etwa 100 m³ Luft über einen Großflächenfilter mit ca. 300 cm² Querschnitt gesaugt. Eine der Proben wird stets in der jeweils herrschenden Abwindrichtung genommen. Anschließend werden die Alpha- und Beta-Aktivität der auf dem Filter gesammelten Aerosole mit einem Großflächendurchflusszähler gemessen.

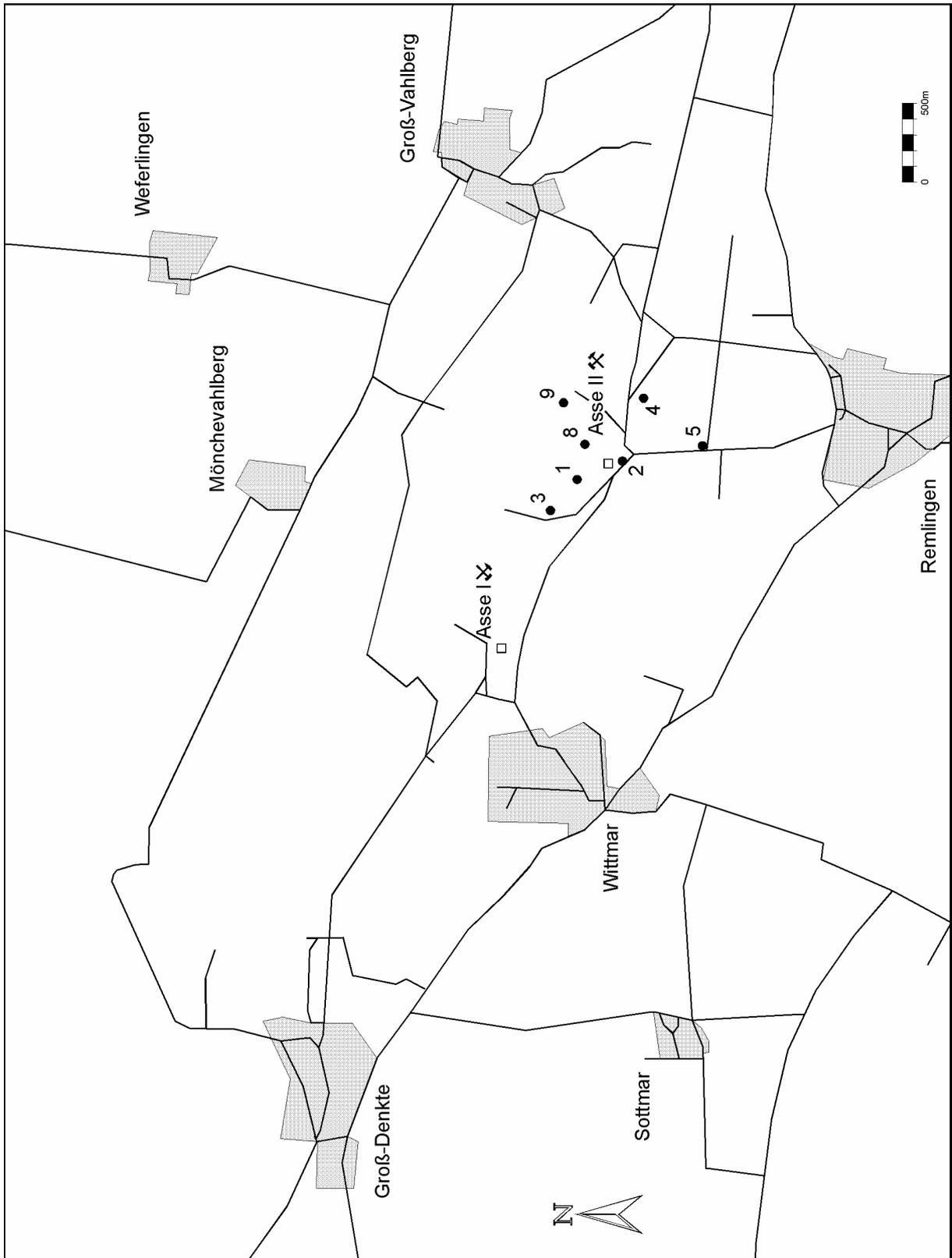


Abbildung 2: Probenahmestellen für γ -Strahlung und Aerosole in der Umgebung der Schachtanlage Asse

Bei der Gesamt-Aktivitätskonzentration der kurzlebigen radioaktiven Aerosole lagen die Werte zwischen 3 und 54 Bq/m³ und somit im Bereich der meteorologisch bedingten Schwankungen (ca. 0,5 bis 100 Bq/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 Schachanlage konnte selbst an der Probenahmestelle, die stets in der Abluffahne des Diffusors gewählt wurde, nicht festgestellt werden.

Nach einer Abklingzeit von sieben Tagen wurden die Filter erneut ausgemessen. Die so bestimmten langlebigen Aerosolaktivitäten lagen im Bereich der Nachweisgrenzen von 2 mBq/m³ für die Alpha- bzw. Beta-Aktivitätskonzentration.

Die stichprobenartige Überwachung der Umgebungsluft wird durch die kontinuierliche Aerosolsammlung an zwei fest installierten Messstellen ergänzt. Eine der Messstellen liegt ca. 150 m südlich vom Diffusor im Sektor der geringsten Windrichtungshäufigkeit und wird somit von der Abwetterfahne kaum beaufschlagt. Sie dient gleichzeitig als Referenzmessstelle für die Abluftüberwachung. Die zweite Sammelstation befindet sich in der häufigsten Ausbreitungsrichtung am Zaun der Anlage. An beiden Stationen werden die Aerosole auf einem Großflächenfilter mit ca. 300 cm² Fläche gesammelt und die akkumulierten Alpha- und Beta-Aktivitäten kontinuierlich gemessen und registriert.

Nach einem Luftdurchsatz von ca. 8000 m³ werden die Filter 14-täglich gewechselt und gamma-spektrometrisch analysiert. Dabei werden in der Regel Nachweisgrenzen von weniger als 10 µBq/m³ (bezogen auf Co 60) erreicht. Darüber hinaus werden einzelne Filter stichprobenartig zu Kontrollzwecken vom BfS, Fachbereich Strahlenschutz und Gesundheit, ausgemessen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 4 zusammengestellt. Außer den ständig in der Umgebungsluft anzutreffenden Radionukliden Beryllium 7, das vorwiegend durch Höhenstrahlung gebildet wird, und Blei 210, dem langlebigen Zerfallsprodukt des Radon 222, wurden keine weiteren Radionuklide nachgewiesen.

Tabelle 4: Aktivitätskonzentration langlebiger Aerosole der Luft in der Umgebung der Schachtanlage Asse (Angaben in mBq/m³)

Sammelzeitraum 2007	Referenzmessstelle		Anlagenzaun	
	Be 7	Pb 210	Be 7	Pb 210
22.12.06 – 05.01.07	1,79	0,21	1,71	0,14
05.01. – 19.01.	2,32	0,12	2,42	0,14
19.01. – 02.02.	1,97	0,12	2,11	0,12
02.02. – 16.02.	1,52	0,15	1,50	0,11
16.02. – 02.03.	2,11	0,27	2,19	0,29
02.03. – 16.03.	2,65	0,17	2,90	0,20
16.03. – 30.03.	3,26	0,24	3,60	0,30
30.03. – 13.04.	3,51	0,28	3,63	0,29
13.04. – 27.04.	5,01	0,29	4,90	0,23
27.04. – 11.05.	4,60	0,33	4,94	0,31
11.05. – 25.05.	4,22	0,29	4,16	0,25
25.05. – 08.06.	3,98	0,31	3,70	0,32
08.06. – 22.06.	5,36	0,41	5,49	0,45
22.06. – 06.07.	3,14	0,19	2,99	0,18
06.07. – 20.07.	4,02	0,27	4,11	0,28
20.07. – 03.08.	3,52	0,16	3,75	0,31
03.08. – 17.08.	3,35	0,33	3,51	0,36
17.08. – 31.08.	2,83	0,27	2,69	0,26
31.08. – 14.09.	2,38	0,15	2,34	0,16
14.09. – 28.09.	5,33	0,41	5,36	0,41
28.09. – 12.10.	3,08	0,47	3,21	0,46
12.10. – 26.10.	2,83	0,52	3,33	0,52
26.10. – 09.11.	1,90	0,48	2,10	0,46
09.11. – 23.11.	1,60	0,38	1,91	0,42
23.11. – 07.12.	2,38	0,14	2,66	0,09
07.12. – 21.12.	2,70	0,31	2,73	0,32
21.12.07 – 04.01.08	2,36	0,59	2,28	0,59

2.4 Grasproben

In der näheren Umgebung der Schachtanlage Asse werden regelmäßig an mehreren Stellen Bewuchsproben genommen und ihre Aktivitätskonzentration gemessen. Die Probenahmestellen sind so ausgewählt, dass dort, entsprechend den Hauptwindrichtungen an der Asse, eventuelle Ablagerungen von Stäuben aus der Grubenabluft mit erfasst werden. Die Lage der vier Probenahmestellen ist aus Abbildung 3 ersichtlich. Eine davon (G 7) liegt ca. 2 km südwestlich der Anlage und dient als Referenzstelle.

Die Entnahme der Grasproben erfolgt zweimal jährlich. Die Proben werden ca. 48 Stunden in einer 1-l-Ringschale gammaspektrometrisch gemessen. Dabei wird eine Nachweisgrenze von 0,2 Bq/kg Feuchtmasse (bezogen auf Co 60) erreicht. Die Ergebnisse sind zusammen mit den Vorjahreswerten der Tabelle 5 zu entnehmen.

Die nachgewiesenen Radionuklide sind zum Teil natürlichen Ursprungs (Be 7, K 40 und Zerfallsprodukte des stets in der Umgebungsluft vorkommenden natürlichen Edelgases Radon). Das nachgewiesene Cäsium ist noch auf den Fallout nach dem sowjetischen Reaktorunfall von 1986 zurückzuführen. Die Spaltproduktkonzentration in den Grasproben liegen in der gleichen Größenordnung wie die Messwerte im Vorjahr.

2.5 Bodenproben

An denselben Stellen in der näheren Umgebung der Schachtanlage Asse, an denen die Bewuchsproben entnommen werden (s. Abbildung 3), wird auch die Aktivitätskonzentration des Bodens bestimmt. Dadurch ist es möglich, die aus der Luft abgelagerte und dem Boden durch Bewässerung zugeführte Aktivität langfristig zu überwachen.

An jeder Probenahmestelle werden zweimal jährlich die obersten 5 cm der Erdschicht als Proben entnommen. Sie werden getrocknet, von Steinen und Wurzeln befreit und anschließend ca. 48 Stunden in einer 1-l-Ringschale gammaspektrometrisch ausgemessen.

Dabei wird eine Nachweisgrenze von 0,5 Bq/kg Trockenmasse (bezogen auf Co 60) erreicht. Die durch Gamma-Strahlung nachgewiesenen Nuklide sind zusammen mit den Werten aus dem Vorjahr in Tabelle 6 aufgeführt. Neben den im Boden enthaltenen natürlichen Radionukliden wurde auch Cäsium gemessen, das sich aus der Fallout-Komponente früherer Kernwaffenversuche und dem Fallout nach dem sowjetischen Reaktorunglück zusammensetzt. Eine Beeinflussung durch die Schachtanlage Asse ist nicht zu erkennen.

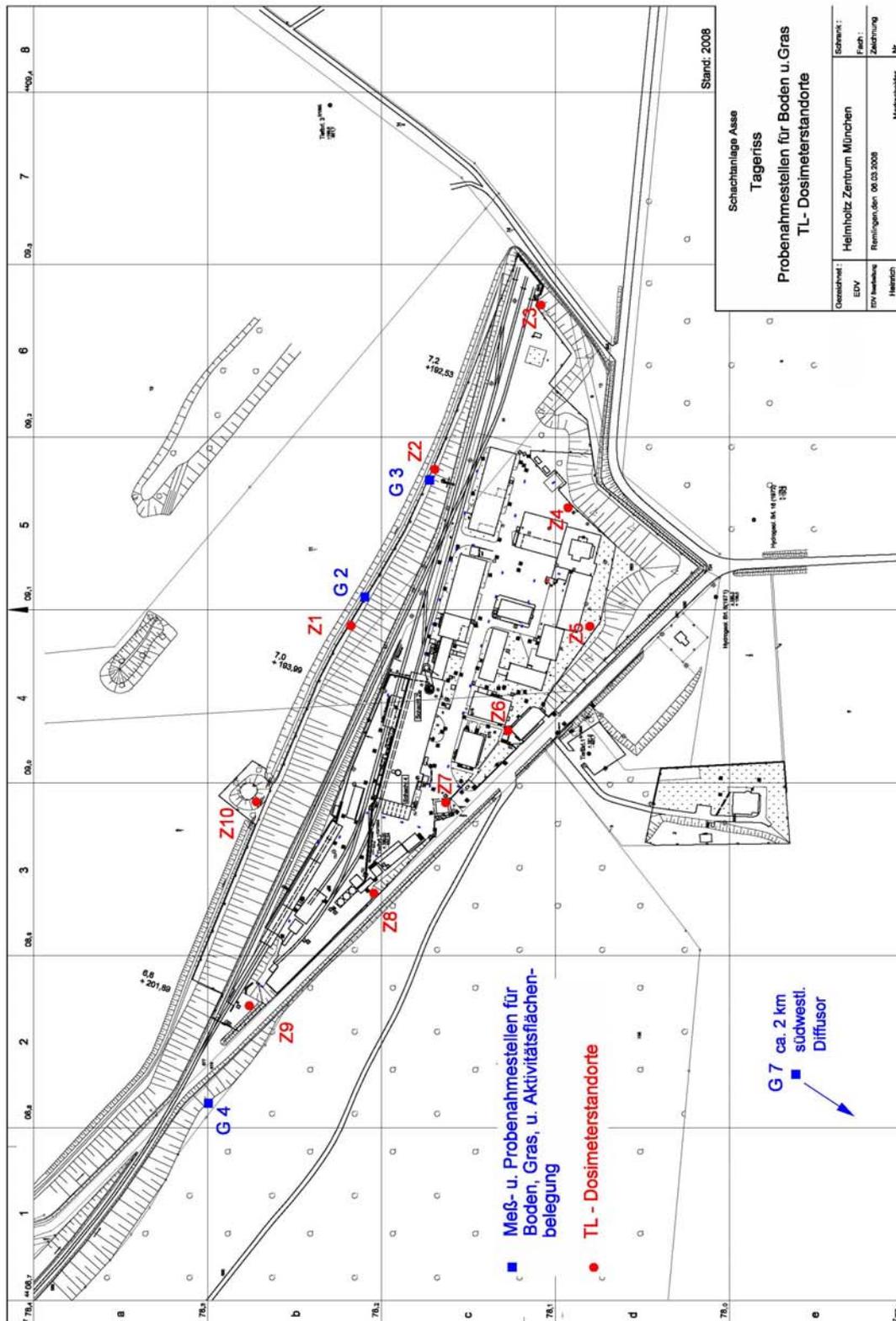


Abbildung 3: Auslegungsorte der Thermolumineszenz(TL)-Dosimeter und Lage der Entnahmestellen für Boden- und Bewuchsproben am Anlagenzaun

Tabelle 5: Aktivitätskonzentrationen in Grasproben aus der Umgebung der Schachtanlage Asse in Bq/kg Feuchtmasse, Probenahmeorte vgl. Abbildung 3

Probenahmeort	Nuklid	22.06.2006	04.09.2006	13.06.2007	05.09.2007
G2	Be 7	45	138	34	113
	K 40	173	279	191	209
	Pb 210	8,2	28	5,6	20
	Pb 212	1,1	6,5	1,3	4,3
	Pb 214	0,8	4,9	1,1	3,9
	Cs 137	0,5	2,3	0,5	1,6
	Cs 134	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
G3	Be 7	57	128	48	100
	K 40	172	244	184	199
	Pb 210	7,3	39	6,8	13
	Pb 212	7,0	11	1,0	3,9
	Pb 214	0,5	7,3	0,8	3,0
	Cs 137	0,7	3,6	0,3	1,1
	Cs 134	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
G4	Be 7	46	111	31	92
	K 40	179	228	210	199
	Pb 210	7,2	35	4,7	16
	Pb 212	0,4	6,8	0,4	4,2
	Pb 214	0,3	4,8	0,3	3,2
	Cs 137	0,5	8,0	0,3	3,8
	Cs 134	< 0,1	< 0,1	< 0,3	< 0,1
G7	Be 7	73	112	37	143
	K 40	233	243	211	179
	Pb 210	3,0	20	3,8	16
	Pb 212	0,2	30	< 0,2	0,7
	Pb 214	< 0,3	1,9	< 0,2	0,7
	Cs 137	0,1	1,1	< 0,1	0,3
	Cs 134	< 0,1	< 0,1	< 0,3	< 0,3

Tabelle 6: Aktivitätskonzentrationen in Bodenproben aus der Umgebung der Schachtanlage Asse in Bq/kg Trockenmasse, Probenahmeorte vgl. Abbildung 3

Probenahmeort	Nuklid	22.06.2006	04.09.2006	13.06.2007	05.09.2007
G2	K 40	740	755	730	656
	Pb 210	38	39	39	52
	Pb 212	41	42	46	41
	Pb 214	31	35	37	31
	Cs 137	17	17	19	19
	Cs 134	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
G3	K 40	788	743	724	676
	Pb 210	31	33	46	44
	Pb 212	45	52	49	46
	Pb 214	35	39	38	35
	Cs 137	13	18	15	15
	Cs 134	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
G4	K 40	906	888	723	819
	Pb 210	40	34	52	53
	Pb 212	44	52	41	46
	Pb 214	33	35	34	37
	Cs 137	33	37	38	32
	Cs 134	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
G7	K 40	550	560	524	508
	Pb 210	30	29	48	45
	Pb 212	27	32	30	29
	Pb 214	23	28	25	24
	Cs 137	19	22	21	20
	Cs 134	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3

2.6 Aktivitätsflächenbelegung des Bodens

An drei Messorten in der Nähe des Anlagenzaunes (s. Abbildung 3) sowie zusätzlich an einem Messort in der jeweils herrschenden Abwindrichtung wird zweimal jährlich die Gesamt-Betaaktivitätsflächenbelegung auf der Bodenoberfläche gemessen. Dadurch ist eine schnelle Bestimmung der auf dem Boden abgelagerten radioaktiven Stoffe möglich. Für die Kurzzeitmessungen wird ein tragbarer Kontaminationsmonitor mit einer Fenstereintrittsfläche von ca. 170 cm² verwendet. Bei einer Untergrundzählrate von 8 s⁻¹ wird eine Nachweisgrenze von ca. 0,1 Bq/cm² erreicht. Alle Messergebnisse im Berichtsjahr lagen wie im Vorjahr im Bereich der jeweiligen Nachweisgrenze oder darunter. Damit haben sich diese Messwerte, die nach dem sowjetischen Reaktorunglück vorübergehend erhöht waren, praktisch wieder normalisiert. Eine Beeinflussung durch die Schachanlage Asse ist auch hier nicht zu erkennen.

2.7 Strahlung in der Umgebung

Die akkumulierte Gamma-Strahlenexposition in der Umgebung der Schachanlage Asse wird mit Thermolumineszenz-Dosimetern (TLD) ermittelt. TL-Dosimeter sind passive Instrumente zur Messung der Dosis, die mehrere unabhängig voneinander auswertbare TL-Detektoren auf einer Halterung enthalten. Für die Auswertung werden die Messwerte von 2 Detektoren herangezogen. Ein weiterer Detektor dient zur Bestimmung des so genannten „Fadings“, einer zeitlichen Änderung der Dosimeteranzeige auf Grund der Einwirkung der Umgebungstemperatur.

Die Dosimeterkassetten werden im Umkreis von etwa einem Kilometer (Messstellen U 1 - U 12) und zwei Kilometern (U 13 - U 24) um den Schacht Asse 2, entlang der Bahnlinie (U 25 - U 29) und am Zaun der Anlage (Z 1 - Z 10) ausgelegt und werden nach einer Exposition von ca. sechs Monaten ausgetauscht und durch die amtliche Messstelle für Strahlendosimeter des Helmholtz Zentrums München ausgewertet. Wenn ein Dosimeter entwendet wurde oder unauswertbar war, wurde der Wert für die Jahresortsdosis aus dem Halbjahres-Messwert errechnet. Einen Überblick über die Lage der Messstellen vermitteln Abbildung 3 und Abbildung 4.

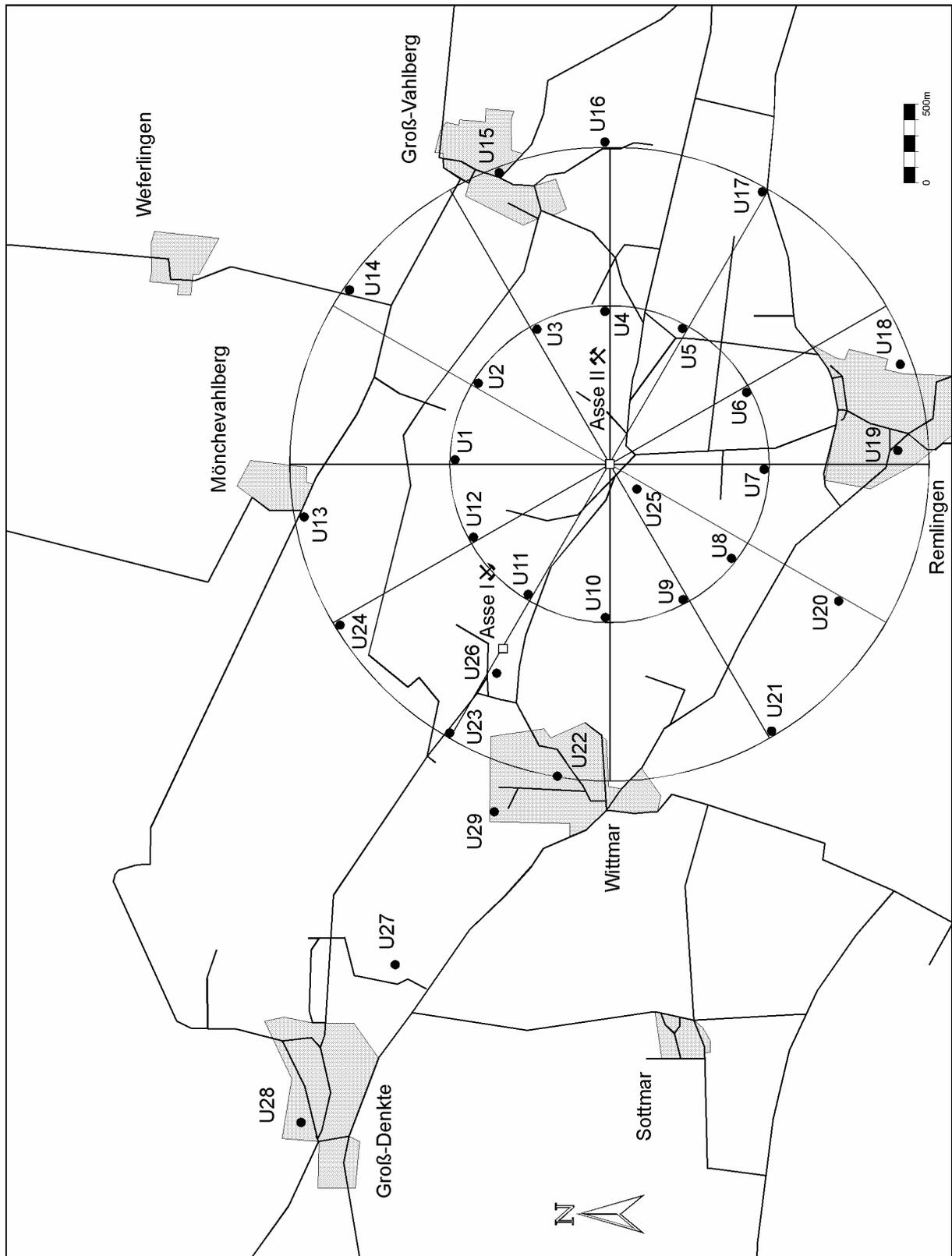


Abbildung 4: Auslegungsorte der TL-Dosimeter zur Messung der Gamma-Strahlung in der Umgebung der Schachtanlage Asse

In Tabelle 7 sind die aus den Halbjahres-Messwerten errechneten Jahresortsdosen zusammen mit den Ergebnissen des Vorjahres aufgeführt und in den Diagrammen in Abbildung 5 dargestellt. Die im Berichtsjahr errechneten Jahresortsdosen liegen im Schwankungsbereich der natürlichen Umgebungsstrahlung. Einige Jahresortsdosiswerte am Zaun des Betriebsgeländes liegen - wie bereits in den Vorjahren - geringfügig höher als in der Umgebung. Dies wird durch Dosisleistungsmessungen bestätigt, die hier eine etwas höhere Bodenstrahlung anzeigen, was auf den höheren natürlichen Radioaktivitätsgehalt des hier anstehenden Buntsandsteins zurückzuführen ist.

Die Dosisüberwachung in der Umgebung wird ergänzt durch die Messung der Gamma-Dosisleistung an den in Abbildung 2 gekennzeichneten Messorten. Es werden monatlich mindestens vier Kurzzeitmessungen an wechselnden Messorten durchgeführt, von denen einer in der jeweils herrschenden Abwindrichtung gewählt wird (Messort Nr. 7). Die Messungen erfolgen ca. 1 m über dem Boden mit einem hochempfindlichen Dosisleistungsmessgerät, um den niedrigen Umgebungspegel zu erfassen. Die Messergebnisse sind in Tabelle 8 zusammengestellt. Die kleinen Schwankungen sind auf unterschiedliche Bodenverhältnisse, Bodenbedeckung und Wetterverhältnisse zurückzuführen. Ein Einfluss durch die Abluft des Bergwerkes war nicht feststellbar.

Tabelle 7: Jahresortsdosis, gemessen mit TL-Dosimetern in der Umgebung der Schachanlage Asse (Angaben in mSv/a)

Messstelle	2006	2007
U 1	0,74	0,82
U 2	0,67	0,71
U 3	0,64	0,75
U 4	0,59	0,70
U 5	0,56	0,65
U 6	0,70	0,81
U 7	0,75	- ¹
U 8	0,65	0,71
U 9	0,60	0,72
U 10	0,69	0,79
U 11	0,77	0,85
U 12	0,55	0,64
U 13	0,74	0,75
U 14	0,68	0,78
U 15	0,54	0,62
U 16	0,69	0,81
U 17	0,72	0,81
U 18	0,72	0,82
U 19	0,76	0,85
U 20	0,71	0,82

Messstelle	2006	2007
U 21	0,68	0,78
U 22	0,73	0,86
U 23	0,73	0,81
U 24	0,67	0,77
U 25	0,67	0,74
U 26	0,63	0,75
U 27	0,72	0,80
U 28	0,70	0,79
U 29	0,70	0,80
Z 1	0,82	0,93
Z 2	0,77	0,88
Z 3	0,76	0,86
Z 4	0,86	0,90
Z 5	0,74	0,81
Z 6	0,72	0,92
Z 7	0,77	0,92
Z 8	0,75	0,86
Z 9	0,86	1,02
Z 10	0,79	0,92

¹ Dosimeter wurden entwendet

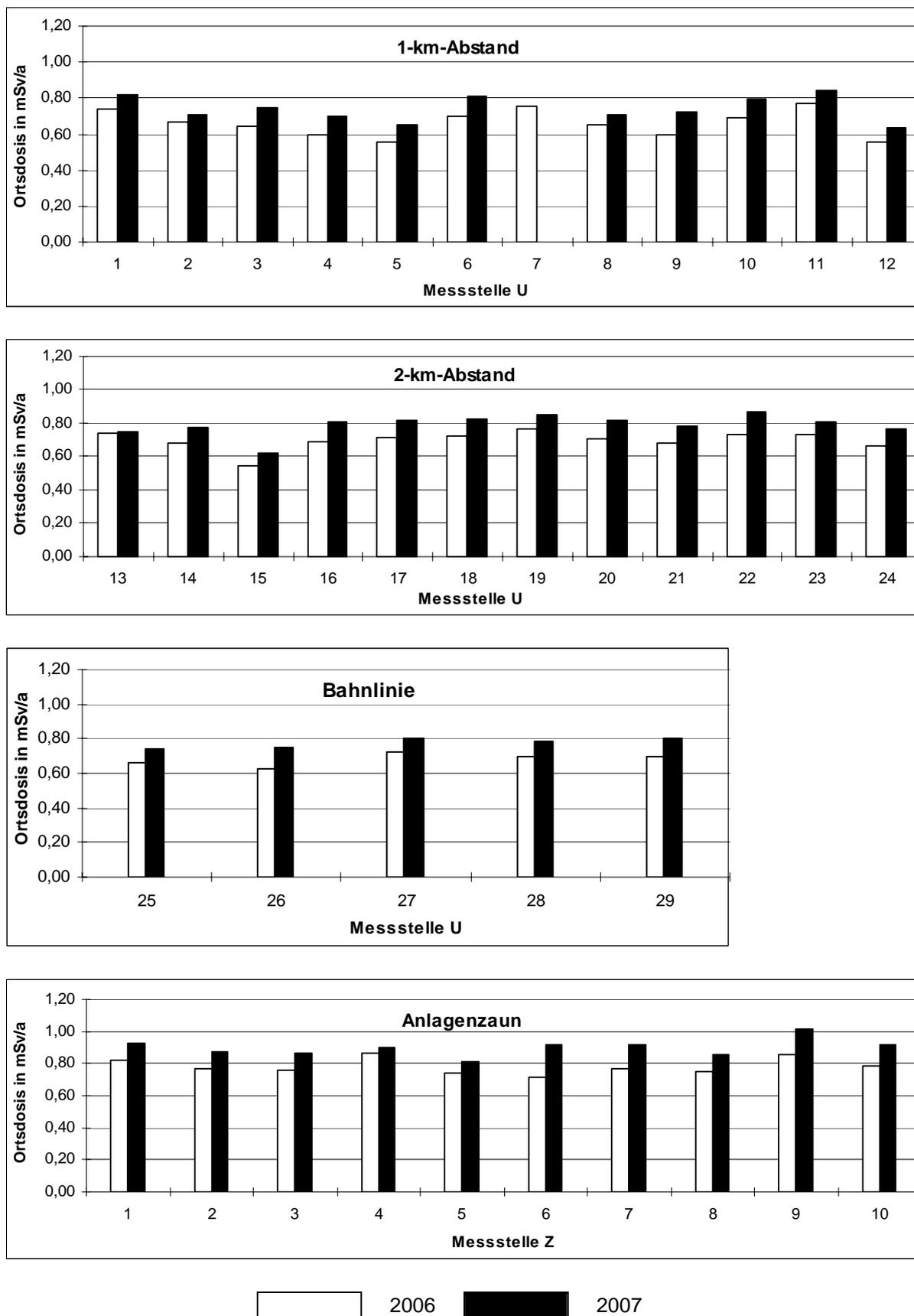


Abbildung 5: Jahresortsdosis gem. Tabelle 7 für die Jahre 2006 und 2007 in der Umgebung der Schachtanlage Asse, Lage der Messstellen Z und U vgl. Abbildung 3 und Abbildung 4

Tabelle 8: Dosisleistung in der Umgebung der Schachtanlage Asse (Angaben in nSv/h),
Lage der Messorte vgl. Abbildung 2

Datum	Messort-Nr.							
	1	2	3	4	5	7	8	9
10.01.2007	70		70	60		60	60	
19.02.2007		70			60	90		60
14.03.2007	60		60	60		100	50	
12.04.2007		80			80	80		80
02.05.2007	60		60	60		70	60	
12.06.2007		80			60	100		70
16.07.2007	70		60	60		100	60	
02.08.2007		70			60	60		50
24.09.2007	90		60	60		70	70	
15.10.2007		80			50	100		50
21.11.2007	70		70	60		90	70	
13.12.2007		70			70	80		70

3 Betrieblicher Strahlenschutz

Der betriebliche Strahlenschutz umfasst alle Maßnahmen, die zur Überwachung der Anlage und des Personals und zur Einhaltung der einschlägigen Schutzvorschriften erforderlich sind. Dazu zählen die Messungen der Ortsdosis, der Personendosis sowie eine Vielzahl von Messungen, wie z. B. zur Kontaminationskontrolle und zur Überwachung der Grubenluft. Eine Überschreitung der Dosisgrenzwerte für beruflich strahlenexponierte Personen und der Aktivitätskonzentrationen in der Grubenluft konnte nicht festgestellt werden. Ein wesentlicher Schwerpunkt des betrieblichen Strahlenschutzes ist die Überwachung der Salzlösungen im Grubengebäude.

3.1 Überwachung der Kontamination in Salzlösungen

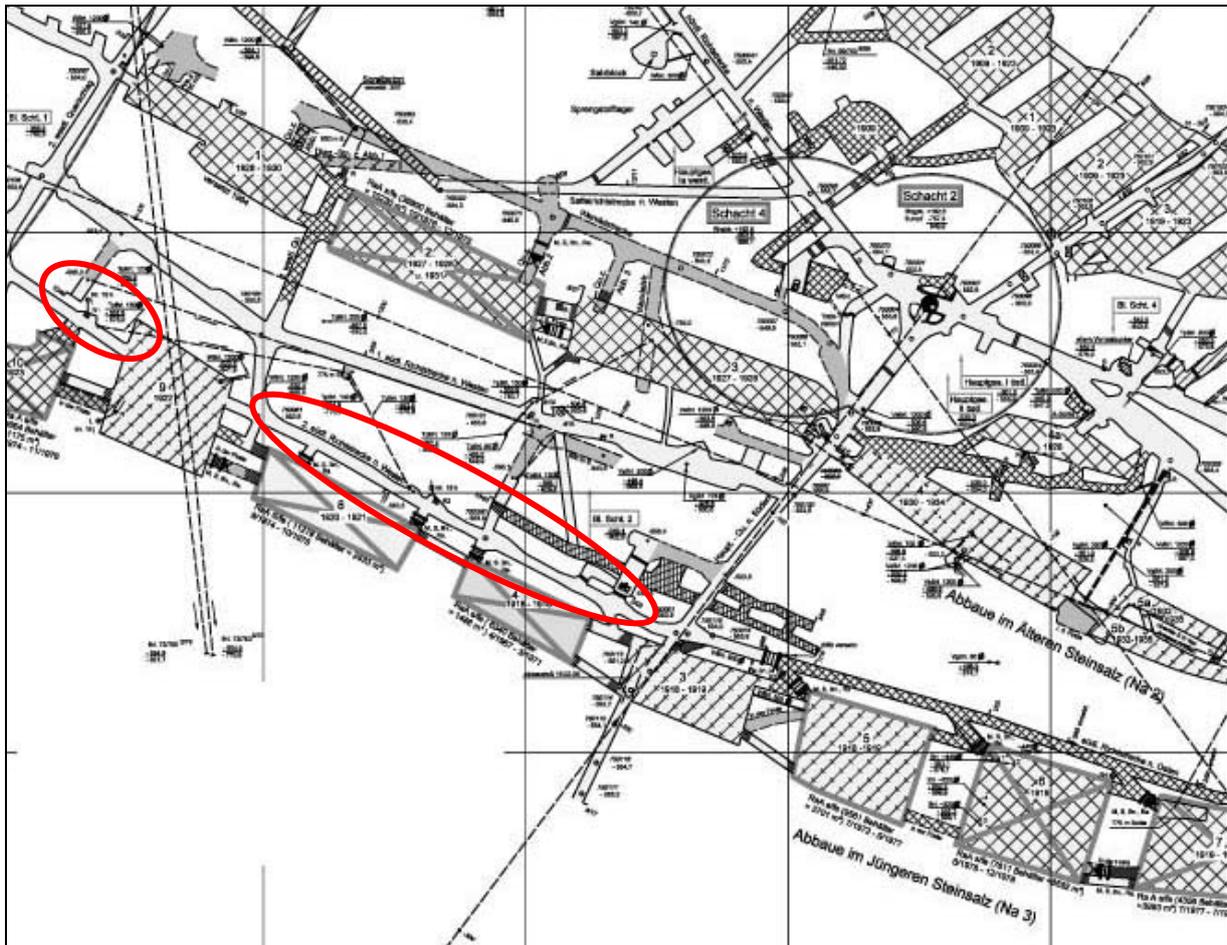
Die kontaminierten Salzlösungen sind auf die Einlagerung radioaktiver Abfälle in der Zeit von 1967 bis 1978 zurückzuführen. Sie resultieren zum einen aus dokumentierten Zwischenfällen von Transporten über Fahrbahnen, die zu den Einlagerungskammern der 750-m-Sohle führten. Dabei wurden die Fahrbahnoberflächen auch durch Flüssigkeitsaustritte aus den Abfallbinden kontaminiert. Bei diesen Kontaminationen wurden Dekontaminationsmaßnahmen (entsprechend der Strahlenschutzverordnung in der seinerzeit gültigen Fassung) durchgeführt. Hierbei wurde die kontaminierte Fahrbahndecke entfernt und anschließend mit Salzgrus bzw. Salzbeton erneuert. Das kontaminierte Material wurde in Einlagerungskammern verbracht. Tiefer in die Fahrbahn eingedrungene radioaktive Stoffe verblieben in gelöster Form oder fester Form und wurden mit dem neuen Fahrbahnbelag überdeckt. Dadurch wurde eine kontaminationsfreie Fahrbahnoberfläche erzielt. Zum anderen können die Kontaminationen auf Salzlösungen zurückgeführt werden, die mit den Abfällen in den Einlagerungskammern in Kontakt standen. Bei diesen Salzlösungen handelt es sich um Salzlösungen, die sich zum Teil schon mehrere Jahrzehnte im Grubengebäude befinden. Sie sind bereits beim Versetzen der Kaliabbaue bis zum Jahr 1928 in das Grubengebäude mit eingebracht worden und durch Konvergenz in den Einlagerungskammern mit den radioaktiven Abfällen in Kontakt gekommen (s. Kapitel 0). Damit beschränken sich die Grubenbereiche mit möglichen Kontaminationen hauptsächlich auf die 750-m-Sohle. In beschränktem Umfang sind kontaminierte Salzlösungen auch auf der 775-m-Sohle durch durchsickernde Salzlösungen von der 750-m-Sohle möglich.

Nach dem Zutreten der Salzlösung aus der Südflanke in das Grubengebäude wurde 1991 vorsorglich die Beprobung der Salzlösungen in der südlichen Richtstrecke der 750-m-Sohle in die regelmäßige Überwachung des betrieblichen Strahlenschutzes einbezogen.

3.1.1 Entwicklung der Aktivitätskonzentration in Salzlösungen im westlichen Bereich der 2. südlichen Richtstrecke der 750-m-Sohle

In diesem Bereich befinden sich die Messstellen 6 bis 17, 20, 22, 23, 25, 28, 30, 32, 33, 35, 36, 37, 104 sowie die Messstellen L1 bis L7 (s. Abbildung 6).

Abbildung 6: Bereiche der Messstellen für Salzlösungen im westlichen Bereich der 2. südlichen Richtstrecke



Im Jahre 1993 erreichte die NaCl-Lösung aus der Südflanke über die Rolllöcher 1 und 2 die 2. südliche Richtstrecke der 750-m-Sohle und drang zunächst in Bereiche unterhalb der Streckensohle vor. Dieser Zufluss wurde anschließend behindert, in dem die Salzlösung unterhalb der Rolllöcher aufgefangen wurde. Die der Sohle zwischenzeitlich zugeflossene NaCl-Lösung bewirkte ein Lösen der in der Strecke verbliebenen Kontaminationen aus der Einlagerungszeit (s. Kapitel 3.1). Die zufließende Salzlösung führte zu einem Anstieg des Laugenspiegels und erreichte bisher trockene kontaminierte Bereiche in der Sohle, aus denen dann Radionuklide gelöst werden konnten.

Die Menge der Aktivität, die in Lösung übergehen kann, richtet sich nach dem Grad der Kontamination, ihrer Ausdehnung und der Menge der zufließenden Salzlösung. Mit dem Unter-

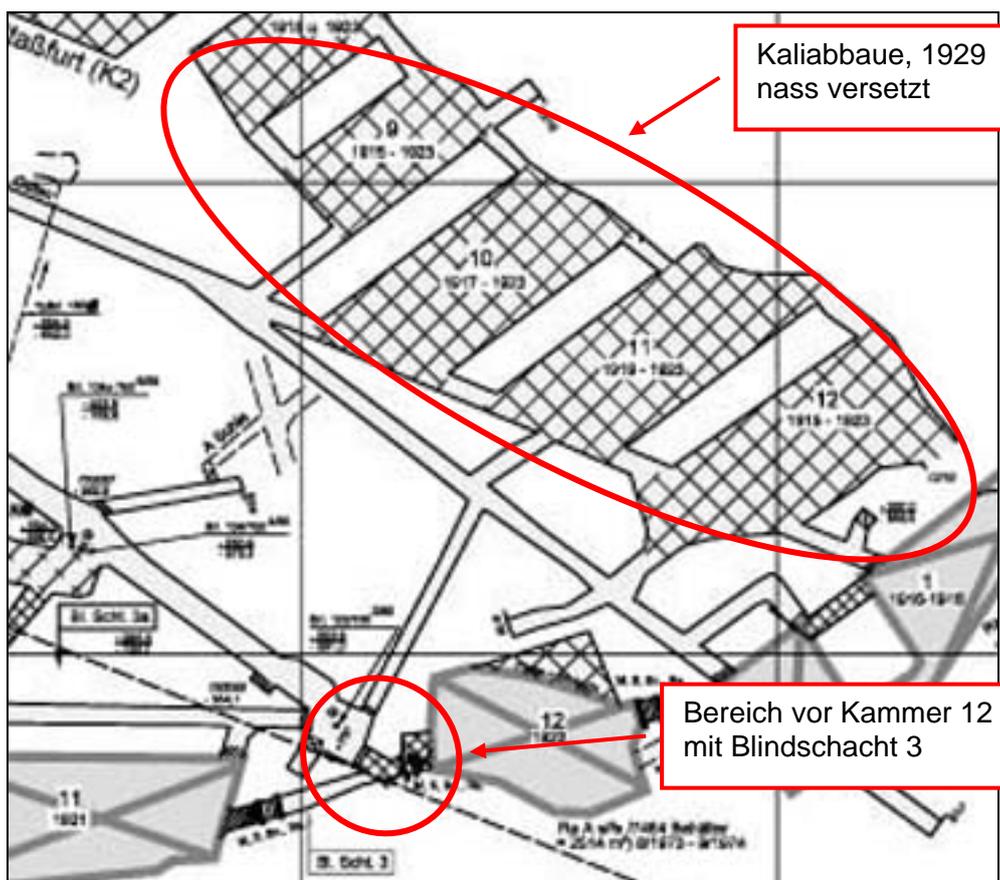
1985 wurde beim Versetzen der 2. südlichen Richtstrecke nach Osten durch Blasversatz mit Salzhautwerk $MgCl_2$ -reiche Lösung zur Staubbindung zugegeben. Es kann vermutet werden, dass überschüssige zugegebene Salzlösung in die Streckensohle eingesickert ist und dort Radionuklide aus früheren Kontaminationen in Lösung gebracht hat. Die Menge der Aktivität, die in Lösung übergehen konnte, richtet sich nach dem Grad der Kontamination, ihrer Ausdehnung und der Menge der eingesickerten Salzlösung. Wegen der begrenzten Zugabe an $MgCl_2$ ist auch die hierbei maximal gelöste Aktivität begrenzt.

An den Messstellen der Salzlösungen in diesem Bereich wurde im Beobachtungszeitraum eine maximale Cs-137-Konzentration von 41 kBq/kg an der Messstelle 4 und eine maximale HTO-Konzentration von 65 kBq/kg an der Messstelle 5 gemessen.

3.1.3 Entwicklung der Aktivitätskonzentration im Bereich vor Einlagerungskammer 12 auf der 750-m-Sohle

In diesem Bereich befindet sich die Messstelle Nr. 21 (s. Abbildung 8).

Abbildung 8: Laugensumpf, Messstelle 21, vor Kammer 12, 750-m-Sohle



Im Jahre 1988 wurde die Errichtung eines Blindschachtes im Bereich des heutigen Laugensumpfes vor der Kammer 12 zur Bewetterung des Tiefenaufschlusses vorbereitet. Im Zuge dieser Maßnahmen wurde auch die in der Sohle anstehende Salzlösung erschlossen, be-

probt und deren Aktivitätskonzentration gemessen. Angetroffen wurden MgCl_2 -reiche Lösungen, die aufgrund ihrer Zusammensetzung aus dem Altversatz des benachbarten Kaliabbaufeldes stammen (s. Abbildung 8). Sie waren mit ca. 500 Bq/kg Cs 137 kontaminiert. Der Ansatzpunkt des Blindschachtes wurde infolge des Vorhandenseins der Laugen aus dem vorgesehenen Bereich in den Abbau 5 im Na2 verlegt. Der damals angelegte Laugesumpf musste ab 2005 als vorbereitende Maßnahme für ein dort zu errichtendes Barrierebauwerk in den Tiefenaufschluss der 975-m-Sohle abgepumpt werden.

Die Ursache der Kontamination der Salzlösung im Sumpf ist, dass diese im Wesentlichen auf den Transport von Radionukliden aus der nahen Einlagerungskammer 12 zurückzuführen ist.

An der Messstelle in diesem Bereich wurde im Beobachtungszeitraum eine maximale Cs-137-Konzentrationen von 68 kBq/kg und eine maximale HTO-Konzentration von 3,3 MBq/kg gemessen.

Der stetig abnehmende Zufluss von kontaminierter Salzlösung in den Laugesumpf führte dazu, dass ab Januar 2008 keine kontaminierte Salzlösung in den Tiefenaufschluss umgelagert wurde. Im Rahmen der allgemeinen Diskussion im Jahr 2008 und der allgemeinen Situation der Schachanlage Asse wurde die Umlagerung kontaminierter Salzlösung behördlich untersagt.

3.1.4 Entwicklung der Aktivitätskonzentrationen in der südlichen Richtstrecke auf der 775-m-Sohle

In diesem Bereich befand sich die Messstelle M 109 (s. Abbildung 9).

Abbildung 9 : Messstelle M 109, Bohrung verpresst



In der östlichen Verlängerung der südlichen Richtstrecke auf der 775-m-Sohle trat im Jahr 1995 aus einem alten Bohrloch (M 109) kontaminierte Salzlösung aus. Das Bohrloch ist ca. 22 m lang, hat einen Durchmesser von 54 mm und stellte eine offene Verbindung zu der darüber liegenden Einlagerungskammer 6 auf der 750-m-Sohle dar. Die Tropfstelle war in der Zeit von September 1995 bis März 2005 aktiv und fiel danach trocken. Die gesammelte Menge betrug maximal 0,3 l/Tag, die Cs-137-Konzentration maximal 115 kBq/kg und die HTO-Konzentration maximal 173 kBq/kg. Im Sammelzeitraum wurden insgesamt ca. 300 Liter mit insgesamt 17 MBq Cs 137 und ca. 57 MBq HTO aufgefangen und in den Laugensumpf vor Kammer 12 eingeleitet. Die Dichte der Lösung betrug anfänglich circa 1,31 g/cm³ und nahm im Beobachtungszeitraum geringfügig auf circa 1,28 g/cm³ ab. Es handelt sich somit offensichtlich um eine MgCl₂-reiche Lösung, deren Ursprung in der Richtstrecke auf der 750-m-Sohle vermutet werden kann. Diese Salzlösung ist vermutlich durch die Auflockerungszone in die Bohrung unterhalb der Einlagerungskammer 6 gelangt. Im Rahmen von Bauwerksserrichtungen in diesem Bereich wurde die Bohrung im Juli 2005 verfüllt.

3.2 Überwachung der Zutrittslösung auf Kontamination

Wie bereits in Kapitel 0 ausgeführt, wird die aus dem Deckgebirge in die Schachtanlage Asse zutretende Salzlösung auf der 658-m-, der 725-m- und der 750-m-Sohle aufgefangen und dort Auffangbecken bzw. Sammelbehältern zugeführt.

Die auf der 658-m-Sohle aufgefangene Salzlösung von rund 10 m³/Tag gelangt auf dem Weg zur Auffangstelle nirgends in die Nähe von Einlagerungskammern, so dass eine radioaktive Kontamination aus diesem Grunde ausgeschlossen werden kann.

Die auf der 725-m-Sohle zugetretene Salzlösung (rund 1,6 m³/Tag) wird aufgefangen, regelmäßig beprobt und ausgemessen.

Die Fassung der Zutrittslösung auf der 750-m-Sohle (rund 0,2 m³/Tag) westlich und östlich der Kammer 9 ist stärker auf die Überwachung einer möglichen Kontamination ausgelegt. Die Zutrittslösung wird beprobt und ausgemessen. Die auf den Sohlen gesammelten Zutrittslösungen werden aus dem Sammelbehälter auf der 658-m-Sohle bzw. aus dem Sammelbehälter auf der 725-m-Sohle über Leitungen in ein Speicherbecken auf der 490-m-Sohle gepumpt. Aus diesem Speicherbecken wird die Zutrittslösung über eine Leitung in Schacht Asse 2 nach über Tage direkt in Tanklastwagen gepumpt und an die K+S Aktiengesellschaft zur Flutung ihrer Bergwerke geliefert. Insgesamt wurde bislang 17854 m³ Zutrittslösung abgegeben. Für das Jahr 2007 betrug die Abgabe 6732 m³ ¹.

3.3 Auslaugversuchsfeld

Zur Ermittlung des Auslaugverhaltens von verfestigten zementierten Probekörpern über längere Zeiträume werden seit 1979 in einen hierfür besonders hergerichteten Streckenabschnitt auf der 490-m-Sohle der Schachtanlage Asse Auslaugversuche durchgeführt.

Die Probekörper wurden mit unterschiedlichen Mischungen hergestellt, deren stoffliche Zusammensetzung den realen Abfallprodukten entspricht. Bei der Herstellung der Probekörper wurde jeweils eine definierte Menge eines radioaktiven Stoffes (Cäsium 137, Natururan oder Neptunium 237) beigemischt. Das Volumen der Probekörper beträgt maximal 200 Liter, die Masse max. 500 kg. Die Probekörper befinden sich in Glasfaser verstärkten Kunststoffbehälter, die mit Salzlösung aufgefüllt sind. Der Kunststoffbehälter steht wiederum zum Auffangen eventuell auftretender Leckagen in einem mehrfach lackierten 400-Liter-Blechfass.

¹ Im Rahmen der öffentlichen Diskussion im Jahre 2008 um die allgemeine Situation der Schachtanlage Asse und insbesondere die Abgabe der Zutrittslösung wurden umfangreiche radiologische Vollanalysen von Salzlösungen von unabhängigen Institutionen durchgeführt. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass in einigen wenigen Fällen Spuren von Cs-137 im Bereich der Nachweisgrenze (1 Bq/l) nachgewiesen werden konnten. Die Tritiumkonzentrationen in der Zutrittslösung lagen je nach dem Ort der Probenahme zwischen 50 bis 500 Bq/l. Ein Maximalwert lag bei rund 2000 Bq/l. Die in den Salzlösungen gemessenen Uranspuren sind natürlicher Herkunft und stehen in keinem Zusammenhang mit den eingelagerten Abfällen. In einer gutachterlichen Studie wurden für die Verbringung der Salzlösung in andere Bergwerke Freigabewerte für Cs 137 von 150 Bq/l und Tritium von 140.000 Bq/l festgelegt.

Das Ziel dieser Versuche ist, die Freisetzung von Radionukliden aus zementierten Probekörpern in Salzlösungen zu ermitteln. Von besonderem Interesse ist hierbei das Langzeitverhalten der Radionuklide bei fortschreitender Korrosion der Zementmatrix. Die experimentellen Randbedingungen wurden dabei möglichst in Übereinstimmung mit den Gegebenheiten eines Endlagers in Salz gewählt.

Im Auslaugversuchsfeld befinden sich 12 Fässer mit folgenden radioaktiven Stoffen (Stichtag: 31.12.2007):

5 Fässer mit Cäsium 137:	1,2 GBq	Gesamtaktivität
5 Fässer mit Natururan:	126 MBq	Gesamtaktivität
2 Fässer mit Neptunium 237:	7,4 MBq	Gesamtaktivität

Im Jahre 2007 wurde keine Beprobung der Fässer durchgeführt. Im Rahmen der Schließung der Schachanlage Asse ist vorgesehen, die radioaktiven Stoffe aus dem Auslaugversuchsfeld ordnungsgemäß zu entsorgen.

3.4 Ortsdosismessungen

Auf dem Gelände der Schachanlage Asse werden Messungen der Gamma-Strahlendosis mit Thermolumineszenz-Dosimetern (TLD) durchgeführt. Dazu sind an repräsentativen Stellen über Tage und im Grubengebäude TL-Dosimeter eingesetzt. Es wird derselbe Dosimetertyp wie in der Umgebungsüberwachung verwendet. Der Austausch mit anschließender Auswertung durch die amtliche Messstelle für Strahlendosimeter des Helmholtz Zentrums München erfolgt nach ca. 6 Monaten. Die Jahresortsdosiswerte werden aus den Ergebnissen der halbjährlichen Expositionszeiträume errechnet.

In Tabelle 9 sind die Jahresortsdosiswerte und zum Vergleich die Werte aus dem Vorjahr zusammengestellt. Da kein Einlagerungsbetrieb stattfand, waren die Messstellen über Tage (z. B. in der Schachthalle) nur der natürlichen Umgebungsstrahlung ausgesetzt. Unter Berücksichtigung der Messgenauigkeit der Dosimeter liegen deren Messwerte in gleicher Höhe wie die in der Umgebung ermittelten (vgl. Kapitel 2.7). An den Messstellen im Grubengebäude ist die Strahlenexposition im Allgemeinen wegen der abschirmenden Deckgebirgsschichten geringer als über Tage. In Bereichen mit niedrigem Kaliumgehalt sind die Werte am kleinsten (z. B. am Low-Level-Messplatz der PTB auf der 490-m-Sohle).

Tabelle 9: Jahresortsdosis, gemessen mit TL-Dosimetern auf dem Gelände der Schachanlage Asse und im Bergwerk (Angaben in mSv/a)

Messstelle	2006	2007
Strahlenschutz-Labor über Tage	0,94	1,07
in der Schachthalle am Anschlag	0,51	0,60
in der Schachthalle, südlich	0,67	0,77
in der Schachthalle über der Umladezelle	0,59	0,69
Büro Betriebsleiter	1,01	1,18
Diffusor, innen	0,56	0,64
Diffusor, außen	0,85	0,97
490-m-Sohle, Füllort	0,06	0,06
490-m-Sohle, Steuerpult der Beschickungskammer 8a	0,06	0,05
750-m-Sohle, Füllort	0,11	0,16
775-m-Sohle, Low-Level-Messplatz	0,02	1
800-m-Sohle, MAW-Versuchsfeld	0,10	2
800-m-Sohle, HAW-Versuchsfeld, südliche Kammer	0,14	2
800-m-Sohle, HAW-Versuchsfeld, nördliche Kammer	0,20	2

¹⁾ nicht mehr zugänglich

²⁾ Messungen aus betrieblichen Gründen eingestellt

3.5 Dosisleistungsmessungen

An allen wichtigen Betriebspunkten und insbesondere in Kontrollbereichen wurde die Gammadosisleistung in regelmäßigen Abständen mit tragbaren Dosisleistungsmessgeräten kontrolliert.

In Tabelle 10 sind die Mittelwerte der gemessenen 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 Ergebnisse dieser Dosisleistungsmessungen mit den aus der Langzeitüberwachung errechneten Jahresortsdosiswerten (vgl. Kapitel 3.4), so ergibt sich eine gute Übereinstimmung beider Messverfahren ($100 \text{ nSv/h} \hat{=} 0,88 \text{ mSv/a}$). Man erkennt ferner, dass die Dosisleistung, z. B. am Steuerpult der Beschickungskammer 8a für mittelfradioaktive Abfälle auf der 490-m-Sohle, ca. ein Zehntel des Wertes in einem übertägigen Laborraum beträgt.

Tabelle 10: Gamma-Dosisleistung an einigen Betriebspunkten der Schachtanlage Asse
(Angaben in nSv/h)

Betriebspunkt		2006	2007
über Tage	Laborraum	110	110
490-m-Sohle	Steuerpult der Beschickungskammer 8a für mittelradioaktive Abfälle	12	11
490-m-Sohle	PTB-Messplatz	< 5	< 5
725-m-Sohle	Kammer 7, ca. 1 m über den salzbedeckten, schwachradioaktiven Abfällen	27	25
750-m-Sohle	Füllort	19	19
750-m-Sohle	Kammer 5, ca. 11 m von den schwachradioaktiven Abfällen entfernt	61	39
750-m-Sohle	vor der verschlossenen Lagerkammer 4	68	37
800-m-Sohle	Füllort	11	12
800-m-Sohle	HAW-Versuchsfeld, nördliche Kammer	33	1
800-m-Sohle	HAW-Versuchsfeld, südliche Kammer	26	1
800-m-Sohle	MAW-Versuchsfeld	21	1
925-m-Sohle	Füllort	< 5	1

¹⁾ Messungen aus betrieblichen Gründen eingestellt

3.6 Personendosisüberwachung

Die Überwachung des Betriebspersonals erfolgt mit Filmdosimetern, die von der amtlichen Messstelle für Strahlendosimeter des Helmholtz Zentrums München in Oberschleißheim monatlich ausgewertet werden. Im Berichtsjahr wurden insgesamt 108 Personen überwacht und 992 Dosimeter ausgewertet. Bei der Filmauswertung konnten keine Personendosen festgestellt werden. Die Auswertung der betrieblichen direkt ablesbaren Dosimeter ergab eine maximale Individualdosis von 1 μ Sv.

3.7 Inkorporationsüberwachung

Das gesamte unter Tage beschäftigte Personal (110 Personen) wurde mit dem auf der 490-m-Sohle installierten Ganzkörperzähler untersucht. Wie in den Vorjahren ergab sich dabei kein Hinweis auf im Beruf inkorporierte radioaktive Stoffe.

4 Emissionsüberwachung

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

Soweit nicht anders vermerkt, beziehen sich die folgenden Angaben auf die Überwachung des im Schacht 2 ausziehenden Luftstromes. Auch der Schacht 4 wird mit einer Aerosolmessstation regelmäßig überwacht. Da die Wetter in diesem Schacht nicht dauernd ausziehend waren und mit weniger als 1 % zur Gesamtabluft beitragen, wurde dieser Anteil bei der Abgabenbilanzierung vernachlässigt.

4.1 Radon

Das in der Natur vorkommende Edelgas Radon entsteht beim Zerfall von Radium, das in den natürlichen Zerfallsreihen des Urans und Thoriums vorkommt. Es ist stets in der Umgebungsluft vorhanden und entweicht zusätzlich aus radium- und thoriumhaltigen Abfällen sowie aus den Verfestigungs- und Abschirmmaterialien Bitumen und Beton.

Für die Radonmessung in der Abluft des Bergwerkes werden jeweils zwei Elektret-Dosimeter eingesetzt, die wöchentlich beaufschlagt werden. Für die Auswertung werden die Messwerte über beide Dosimeter gemittelt. Falls ein Dosimeter nicht auswertbar ist, wird der Einzelwert übernommen. Der so gemessene Gehalt an Radon in der Abluft lag im Wochenmittel zwischen 38 Bq/m^3 und 92 Bq/m^3 und betrug durchschnittlich 70 Bq/m^3 . Weil der Gehalt an Radon 220 in der Regel vernachlässigbar ist, wird dieser Anteil der Radon-222-Aktivität zugeordnet. Zum Vergleich kann die natürliche Rn-222-Konzentration in der bodennahen Umgebungsluft in Deutschland im Mittel mit 5 bis 30 Bq/m^3 angegeben werden (vgl. „Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung, Jahresbericht 2005“, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit).

Das Edelgas Radon 222 mit einer Halbwertszeit (HWZ) von 3,8 Tagen zerfällt über seine kurzlebigen Töchter (mittlere HWZ ca. 35 Minuten) in das längerlebige Blei 210 (HWZ ca. 22 Jahre). Diese beim Zerfall von Radon-Atomen gebildeten Tochternuklide lagern sich relativ schnell an Teilchen der Grubenluft (Aerosole) an. Diese Partikel werden entweder mit dem ausziehenden Wetterstrom abtransportiert oder an den Grubenwänden abgeschieden.

In Folge der Bewetterung und der Wandabscheidung kann sich in der Grubenluft kein radioaktives Gleichgewicht zwischen dem Edelgas Radon und seinen kurzlebigen Zerfallsproduk-

ten einstellen. Die Abweichung vom radioaktiven Gleichgewicht wird charakterisiert durch den Gleichgewichtsfaktor und ist definiert als das Verhältnis der gleichgewichtsäquivalenten Konzentration der kurzlebigen Zerfallsprodukte zur Radonkonzentration (Gas) in der Grubenluft.

Für die Schachanlage Asse kann aus den langjährigen Radonmessungen ein Gleichgewichtsfaktor von 0,5 abgeleitet werden. Mit Hilfe dieses Faktors lässt sich aus den gemessenen Radonkonzentrationen (Gas) die Aktivitätskonzentration der kurzlebigen Radonzerfallsprodukte berechnen.

4.2 Aerosolaktivität

Zur Überwachung der Aerosolaktivität im ausziehenden Luftstrom wird über einen in den Diffusor ragenden Probeentnahmerechen ein Abluftteilstrom entnommen, über einen Filter geleitet und die auf dem Filter akkumulierten Alpha- und Beta-Aktivitäten der abgeschiedenen Aerosole kontinuierlich gemessen und registriert.

Die kurzlebige Aerosolaktivitätskonzentration der Grubenablufte im Diffusor lag zwischen 73 Bq/m^3 und 473 Bq/m^3 und betrug durchschnittlich 161 Bq/m^3 . Sie lag damit über der natürlichen Aerosolaktivitätskonzentration in der Umgebungsluft. Zum Vergleich betrug der Jahresmittelwert der kontinuierlich gemessenen kurzlebigen Luftaerosolaktivitätskonzentration an der Referenzmessstelle 8 Bq/m^3 . Ein Teil der emittierten Aerosole stammt somit aus der zugeführten Frischluft. Durch die Verdünnung beim Austritt aus dem Diffusor wird die Konzentration so stark vermindert, dass am Zaun keine Erhöhung der natürlichen Konzentration nachgewiesen werden konnte (s. Kapitel 2.3).

Nach jeweils 14-tägiger Beaufschlagung werden 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.

Nach dem Abklingen der kurzlebigen Aerosolaktivität wurden die Filter gammaspektrometrisch auf Einzelnuclide untersucht. Dabei werden in der Regel Nachweisgrenzen von weniger als $20 \mu\text{Bq/m}^3$ (bezogen auf Co 60) erreicht. Die Ergebnisse sind in Tabelle 11 zusammengestellt. Darüber hinaus wurden einzelne Filter stichprobenartig zu Kontrollzwecken vom BfS, Fachbereich Strahlenschutz und Gesundheit, ausgemessen. Neben Be 7 und Pb 210 wurden keine weiteren Gammastrahler oberhalb der Nachweisgrenze festgestellt.

Tabelle 11: Aerosolaktivität in der Grubenablufte im Jahre 2007 (Angaben in mBq/m³)

Sammelzeitraum 2007	Schacht 2		Schacht 4	
	Be 7	Pb 210	Be 7	Pb 210
22.12.06– 05.01.07	1,19	0,47	1,21	0,25
05.01. – 19.01.	1,35	0,46	1,38	0,19
19.01. – 02.02.	1,42	0,58	0,94	0,30
02.02. – 16.02.	0,94	0,56	0,95	0,20
16.02. – 02.03.	1,25	0,57	1,34	0,30
02.03. – 16.03.	1,59	0,47	1,66	0,26
16.03. – 30.03.	2,05	0,59	1,90	0,29
30.03. – 13.04.	2,33	0,75	2,29	0,35
13.04. – 27.04.	2,98	0,68	3,09	0,48
27.04. – 11.05.	2,98	0,59	2,79	0,37
11.05. – 25.05.	1,75	0,63	2,12	0,38
25.05. – 08.06.	1,82	0,48	2,50	0,58
08.06. – 22.06.	3,53	1,41	3,34	0,27
22.06. – 06.07.	1,61	0,82	1,70	0,34
06.07. – 20.07.	2,26	1,03	2,50	0,25
20.07. – 03.08.	2,24	1,19	2,09	0,29
03.08. – 17.08.	2,22	1,82	2,10	0,42
17.08. – 31.08.	1,24	0,68	1,93	0,37
31.08. – 14.09.	0,92	0,59	1,56	0,38
14.09. – 28.09.	1,99	0,71	2,62	0,41
28.09. – 12.10.	1,21	0,69	1,82	0,40
12.10. – 26.10.	1,29	0,56	2,14	0,47
26.10 – 09.11.	0,96	0,61	1,28	0,48
09.11. – 23.11.	0,80	0,51	1,09	0,48
23.11. – 07.12.	1,19	0,44	1,54	0,26
07.12. – 21.12.	1,19	0,45	2,30	0,37
21.12.07 – 04.01.08	1,36	0,78	1,68	0,64

Die Aktivitätskonzentration von Be 7 in der Abluft des Schachtes 2 und des Schachtes 4 ist geringer als in der Umgebungsluft. Dies kann durch die Ablagerung von Aerosolen an den rauen Oberflächen innerhalb des Grubengebäudes erklärt werden. Bei Pb 210, das als langlebiges Tochterprodukt der Uran/Radium-Zerfallsreihe auch in der Natur vorkommt, war eine Erhöhung gegenüber den gemessenen Werten in der Umgebung (vgl. Kapitel 2.3, Tabelle 4) zu beobachten.

Die Messwerte für Pb 210 in der Abluft des Schachtes 2 ergaben im Jahresmittel eine Konzentration von 0,7 mBq/m³. Dieser Wert liegt in einer Größenordnung, wie er auf Grund der kurzlebigen Folgeprodukte des Radons zu erwarten ist. Zum Vergleich betrug der Jahresmittelwert der natürlichen Pb-210-Konzentration in der Luft der Umgebung der Schachtanlage Asse 0,3 mBq/m³. Ein Teil des emittierten Pb 210 stammt somit aus der zugeführten Frischluft.

4.3 Tritium

Da die Tritiumkonzentration in der Abluft unterhalb der Nachweisgrenze kontinuierlich anzeigender Messgeräte (ca. 4 kBq/m³) liegt, erfolgt die Messung mit sammelnden Verfahren.

Zur Abgabenbilanzierung wird ein Teil des Abluftstromes kontinuierlich über einen Aerosolfilter und anschließend durch einen mit Molekularsieb gefüllten Edelstahlzylinder gepumpt. Das Molekularsieb fixiert in der Abluft enthaltene Feuchtigkeit. Die Molekularsiebfüllung wird monatlich gewechselt und vom BfS, Fachbereich Strahlenschutz und Gesundheit, auf den Tritiumgehalt ausgemessen. Aus den gemessenen monatlichen Aktivitätskonzentrationen von Tritium als HTO in der Abluft, wie sie in der Tabelle 12 aufgeführt sind, lässt sich ein Jahresmittelwert von 27 Bq/m³ berechnen.

Zusätzlich erfolgt wöchentlich eine Probenahme zur Messung des Tritiumgehaltes im Kondensat der ausgefrorenen Luftfeuchte. Unter Berücksichtigung von Temperatur und relativer Feuchte ergibt sich die Aktivitätskonzentration in der Luft. Bei den i. d. R. in der Fröhschicht genommenen Stichproben in der Abluft ergaben sich Werte zwischen 25 und 58 Bq/m³ bei einem Mittelwert von 35 Bq/m³. Die tendenziell geringfügig höheren Aktivitätskonzentrationen der Einzelmessungen gegenüber den Ergebnissen des o. g. Sammelverfahrens sind auf betrieblich bedingte Tagesschwankungen der Abluftmenge zurückzuführen.

Tabelle 12: Tritium und Kohlenstoff 14 in der Abluft im Jahre 2007 (Angaben in Bq/m³)

Sammelzeitraum	Tritium als HTO	C 14 gesamt
Januar	27	0,64
Februar	26	0,68
März	25	0,58
April	28	0,53
Mai	29	0,39
Juni	27	0,26
Juli	35	0,38
August	26	0,37
September	27	0,32
Oktober	24	0,50
November	21	0,53
Dezember	24	0,46

4.4 Kohlenstoff 14

Mit der im Kapitel 4.3 beschriebenen kontinuierlich betriebenen Probenahmeeinrichtung wird auch Kohlenstoff 14 in der chemischen Form von Kohlendioxid kontinuierlich gesammelt. Die Auswertung erfolgt durch das BfS, Fachbereich Strahlenschutz und Gesundheit. Der Anteil von CO₂-gebundenem C 14 wird getrennt bestimmt und beträgt bei allen Proben etwa 90 %. Die Gesamtkonzentration an C 14 in den Monatsproben der Abluft ist Tabelle 12 zu entnehmen.

4.5 Andere Radionuklide

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

Die in bestimmten Zeitabständen durchgeführten Stichprobenmessungen hatten ergeben, dass die Konzentration von Radiojod (J 129) unter der Nachweisgrenze üblicher Messverfahren lag. Deshalb wird auf eine Routineüberwachung von Radiojod verzichtet.

Die Bestimmung der Plutoniumkonzentration in der Abluft erfolgt im ausziehenden Wetterstrom auf der 490-m-Sohle. Dazu werden ca. 30.000 m³ Luft über einen Spezialfilter geleitet.

Die Sammlung erfolgt halbjährlich und erstreckt sich jeweils über einen Zeitraum von etwa 20 Tagen. Die Ergebnisse der Pu-Analysen, die vom Zentralen Radionuklidlaboratorium der Universität Regensburg durchgeführt wurden, ergaben, dass die Konzentrationen von Pu 238 und Pu 239/240 in der Abluft unterhalb der vorgeschriebenen Nachweisgrenze lagen.

4.6 Ergebnisse der Abluftüberwachung

Um die abgegebene Aktivitätsmenge zu ermitteln, wird der Luftdurchsatz kontinuierlich gemessen und zusammen mit den akkumulierten Aerosolaktivitäten in einer Datenerfassungsanlage registriert. Die Abgabewerte werden aus den gemessenen Aktivitätskonzentrationen und den in den einzelnen Probenahmezeiträumen abgeleiteten Luftmengen ermittelt. Der Jahresluftdurchsatz betrug $1,5E9 \text{ m}^3$.

Die jährlichen Emissionen sind mit den Werten des Vorjahres in Tabelle 13 zusammengestellt. Es wurden alle nachgewiesenen Nuklide aufgeführt, soweit sie nicht in der gleichen Konzentration bereits in der Umgebungsluft vorhanden waren.

Die Erhöhung der Aktivitätskonzentration in der Umgebung durch die Abluft des Bergwerkes kann unter Berücksichtigung der Ausbreitungssituation berechnet werden.

Da sich mit dem Inkrafttreten der neuen Strahlenschutzverordnung auch die Berechnungsgrundlage der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zu § 47 StrlSchV änderte, wurde mit Zustimmung der Behörden die Ausbreitungssituation auf der Schachtanlage Asse im Jahre 2001 mittels einer Studie neu bewertet. Unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten und der Abluftmengen lässt sich aus den Ergebnissen der Studie für die ungünstigste Einwirkungsstelle in der Umgebung (nordöstlich des Diffusors am Zaun der Anlage) ein Langzeitausbreitungsfaktor von $4,6E-5 \text{ s/m}^3$ für luftgetragene Aktivitätsabgaben ableiten.

Die damit berechneten Erhöhungen der mittleren Aktivitätskonzentrationen in der Luft sind in Tabelle 13 angegeben. Die Konzentrationsänderungen sind so niedrig, dass eine Erfassung in der Umgebung der Schachtanlage trotz bester messtechnischer Ausstattung nicht möglich ist. Die errechneten Werte für Pb 210, Radon und kurzlebige Aerosole unterschreiten außerdem die mittleren natürlich vorkommenden Konzentrationen dieser Nuklide in der Umgebungsluft. Ein Anstieg der natürlichen Aerosolaktivität der Luft in der Umgebung der Schachtanlage war daher nicht zu erwarten. Dieses wurde durch die Umgebungsüberwachungsmessungen (s. Kapitel 2.3) bestätigt.

Tabelle 13: Ableitung mit der Abluft und berechneter Jahresmittelwert der Konzentrationserhöhung in der Luft an der ungünstigsten Einwirkungsstelle

Nuklid	Abgabe 2006 GBq	Abgabe 2007 GBq	Mittlere Jahreskonzentrationserhöhung in der Luft Bq/m ³
H 3	4,1E+1	3,8E+1	5,6E-2
C 14	0,7E+0	0,8E+0	1,1E-3
Pb 210	0,9E-3	1,0E-3	1,5E-6
Rn-222-Gas	9,2E+1	9,4E+1	1,4E-1
Rn-222-Fp ¹	4,6E+1	4,7E+1	6,8E-2

¹⁾ Rn 222 im Gleichgewicht mit seinen kurzlebigen Zerfallsprodukten

4.7 Potenzielle Strahlenexposition in der Umgebung

Die durch die Emission radioaktiver Stoffe verursachte Strahlenexposition der in der Umgebung wohnenden Bevölkerung kann nicht direkt gemessen werden. Es werden vielmehr Rechenmodelle eingesetzt, um aus den bekannten Abgabemengen mögliche Strahlenbelastungen abzuleiten.

Dabei werden durch ungünstige Modellannahmen und kritische Wahl der benötigten Parameter fiktive Dosiswerte ermittelt, die stets größer sind als die tatsächlich auftretenden Strahlenexpositionen durch die Emission der Anlage.

Im Rahmen der Neufassung der Strahlenschutzverordnung wurde, wie bereits erwähnt, die Vorschrift zur Berechnung der Strahlenexposition durch Ableitung radioaktiver Stoffe präzisiert und erweitert. Damit wurde die „Allgemeine Verwaltungsvorschrift zu § 45 der Strahlenschutzverordnung“ (AVV) durch die Novelle der „Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zu § 47 der Strahlenschutzverordnung“ ersetzt. Bei der Dosisermittlung werden nunmehr neben Erwachsenen und Kleinkindern vier weitere Altersgruppen berücksichtigt. Zur Ermittlung der Strahlenexposition sind die Dosiskoeffizienten aus dem Bundesanzeiger Nr. 160 a/b vom 28. August 2001 in der bekannt gegebenen Zusammenstellung zu verwenden. Da hier keine Dosiskoeffizienten für Radon enthalten sind, wurden diese aus den in der EURATOM-Richtlinie 96/29 für Radon festgelegten Konversionsfaktoren übernommen.

Bei der Berechnung der Strahlenexposition wurden die Expositionspfade für Inhalation, Ingestion, Gammasubmersion, Betasubmersion und Gamma-Bodenstrahlung berücksichtigt. Die Höhe der potenziellen Expositionen durch Gammasubmersion, Betasubmersion und Gamma-Bodenstrahlung ist sehr gering und kann gegenüber den Beiträgen der inneren Strahlenexposition (Inhalation und Ingestion) vernachlässigt werden.

In Tabelle 14 bis Tabelle 19 sind für die zu betrachtenden Altersgruppen die errechneten Jahresdosiswerte für die Inhalation und Ingestion nuklidspezifisch für alle relevanten Organe und Gewebe aufgeführt und als Summe ausgewiesen. In der letzten Spalte ist angegeben, zu welchem Prozentsatz die Dosisgrenzwerte nach § 47 der Strahlenschutzverordnung erreicht wurden. Auch bei den konservativen Annahmen bezüglich der Lebens- und Ernährungsgewohnheiten ergibt sich für die zugehörige Altersgruppe „Säuglinge“ eine maximale effektive Jahresdosis von $10 \mu\text{Sv}$. Man erkennt, dass die durch die Emissionen bedingte Strahlenexposition in der Umgebung der Schachtanlage Asse weit unter den Grenzwerten der Strahlenschutzverordnung liegt.

Tabelle 14: Potenzielle Strahlenexposition im Jahre 2007 für Säuglinge (< 1 a) durch Inhalation und Ingestion in Mikro-Sievert

Organe	Nuklide	H 3	C 14	Pb 210	Rn 222 / RFP	Summe	Grenzwert	%-Anteil v. Grenzwert
ET Luftwege		2,4E-1	1,2E+0	1,4E+0		2,9E+0	900	0,3%
Lunge		2,4E-1	1,2E+0	1,4E+0		2,9E+0	900	0,3%
Blase		2,4E-1	1,2E+0	1,2E+0		2,7E+0	900	0,3%
Brust		2,4E-1	1,2E+0	1,2E+0		2,7E+0	900	0,3%
Gehirn		2,4E-1	1,2E+0	1,2E+0		2,7E+0	900	0,3%
Haut		2,4E-1	1,2E+0	1,2E+0		2,7E+0	1800	0,1%
Hoden		2,4E-1	1,2E+0	1,2E+0		2,7E+0	300	0,9%
Knochenoberfläche		2,4E-1	1,2E+0	5,1E+1		5,2E+1	1800	2,9%
Leber		2,4E-1	1,2E+0	2,2E+1		2,3E+1	900	2,6%
Speiseröhre		2,4E-1	1,2E+0	1,2E+0		2,7E+0	900	0,3%
Magen		4,2E-1	1,9E+0	1,2E+0		3,5E+0	900	0,4%
Dünndarm		2,4E-1	1,2E+0	1,2E+0		2,7E+0	900	0,3%
Oberer Dickdarm		2,7E-1	1,3E+0	1,3E+0		2,9E+0	900	0,3%
Unterer Dickdarm		3,1E-1	1,5E+0	1,3E+0		3,2E+0	900	0,4%
Dickdarm		2,9E-1	1,4E+0	1,3E+0		3,0E+0	900	0,3%
Milz		2,4E-1	1,2E+0	4,0E+1		4,2E+1	900	4,6%
Muskel		2,4E-1	1,2E+0	1,2E+0		2,7E+0	900	0,3%
Nebennieren		2,4E-1	1,2E+0	1,2E+0		2,7E+0	900	0,3%
Nieren		2,4E-1	1,2E+0	3,7E+1		3,8E+1	900	4,3%
Ovarien		2,4E-1	1,2E+0	1,2E+0		2,7E+0	300	0,9%
Pankreas		2,4E-1	1,2E+0	1,2E+0		2,7E+0	900	0,3%
Rotes Knochenmark		2,4E-1	1,2E+0	1,8E+1		2,0E+1	300	6,6%
Schilddrüse		2,4E-1	1,2E+0	1,2E+0		2,7E+0	900	0,3%
Thymus		2,4E-1	1,2E+0	1,2E+0		2,7E+0	900	0,3%
Uterus		2,4E-1	1,2E+0	1,2E+0		2,7E+0	300	0,9%
Effektiv		2,7E-1	1,3E+0	4,9E+0	3,7E+0	1,0E+1	300	3,4%

Tabelle 15: Potenzielle Strahlenexposition im Jahre 2007 für Kleinkinder (1 - 2 a) durch Inhalation und Ingestion in Mikro-Sievert

Organe	Nuklide	H 3	C 14	Pb 210	Rn 222 / RFP	Summe	Grenzwert	%-Anteil v. Grenzwert
ET Luftwege		2,0E-1	1,4E+0	1,2E+0		2,8E+0	900	0,3%
Lunge		2,0E-1	1,4E+0	1,3E+0		2,9E+0	900	0,3%
Blase		2,0E-1	1,4E+0	8,6E-1		2,5E+0	900	0,3%
Brust		2,0E-1	1,4E+0	8,4E-1		2,5E+0	900	0,3%
Gehirn		2,0E-1	1,4E+0	8,4E-1		2,5E+0	900	0,3%
Haut		2,0E-1	1,4E+0	8,4E-1		2,5E+0	1800	0,1%
Hoden		2,0E-1	1,4E+0	8,4E-1		2,5E+0	300	0,8%
Knochenoberfläche		2,0E-1	1,4E+0	3,4E+1		3,6E+1	1800	2,0%
Leber		2,0E-1	1,4E+0	1,5E+1		1,7E+1	900	1,9%
Speiseröhre		2,0E-1	1,4E+0	8,4E-1		2,5E+0	900	0,3%
Magen		2,8E-1	1,8E+0	8,4E-1		3,0E+0	900	0,3%
Dünndarm		2,0E-1	1,5E+0	8,6E-1		2,6E+0	900	0,3%
Oberer Dickdarm		2,2E-1	1,5E+0	8,8E-1		2,6E+0	900	0,3%
Unterer Dickdarm		2,3E-1	1,6E+0	9,0E-1		2,8E+0	900	0,3%
Dickdarm		2,2E-1	1,6E+0	9,0E-1		2,7E+0	900	0,3%
Milz		2,0E-1	1,4E+0	2,8E+1		3,0E+1	900	3,3%
Muskel		2,0E-1	1,4E+0	8,4E-1		2,5E+0	900	0,3%
Nebennieren		2,0E-1	1,4E+0	8,4E-1		2,5E+0	900	0,3%
Nieren		2,0E-1	1,4E+0	2,6E+1		2,8E+1	900	3,1%
Ovarien		2,0E-1	1,4E+0	8,4E-1		2,5E+0	300	0,8%
Pankreas		2,0E-1	1,4E+0	8,4E-1		2,5E+0	900	0,3%
Rotes Knochenmark		2,0E-1	1,4E+0	1,3E+1		1,4E+1	300	4,8%
Schilddrüse		2,0E-1	1,4E+0	8,4E-1		2,5E+0	900	0,3%
Thymus		2,0E-1	1,4E+0	8,4E-1		2,5E+0	900	0,3%
Uterus		2,0E-1	1,4E+0	8,4E-1		2,5E+0	300	0,8%
Effektiv		2,2E-1	1,5E+0	3,3E+0	3,7E+0	8,7E+0	300	2,9%

Tabelle 16: Potenzielle Strahlenexposition im Jahre 2007 für Kindergartenkinder (2 - 7 a) durch Inhalation und Ingestion in Mikro-Sievert

Organe	Nuklide	H 3	C 14	Pb 210	Rn 222 / RFP	Summe	Grenzwert	%-Anteil v. Grenzwert
ET Luftwege		1,6E-1	1,3E+0	1,0E+0		2,5E+0	900	0,3%
Lunge		1,6E-1	1,3E+0	1,2E+0		2,6E+0	900	0,3%
Blase		1,6E-1	1,3E+0	7,2E-1		2,2E+0	900	0,2%
Brust		1,6E-1	1,3E+0	7,2E-1		2,2E+0	900	0,2%
Gehirn		1,6E-1	1,3E+0	7,2E-1		2,2E+0	900	0,2%
Haut		1,6E-1	1,3E+0	7,2E-1		2,2E+0	1800	0,1%
Hoden		1,6E-1	1,3E+0	7,2E-1		2,2E+0	300	0,7%
Knochenoberfläche		1,6E-1	1,3E+0	4,4E+1		4,6E+1	1800	2,5%
Leber		1,6E-1	1,3E+0	1,3E+1		1,5E+1	900	1,7%
Speiseröhre		1,6E-1	1,3E+0	7,2E-1		2,2E+0	900	0,2%
Magen		2,1E-1	1,6E+0	7,2E-1		2,6E+0	900	0,3%
Dünndarm		1,6E-1	1,3E+0	7,2E-1		2,2E+0	900	0,2%
Oberer Dickdarm		1,7E-1	1,4E+0	7,4E-1		2,3E+0	900	0,3%
Unterer Dickdarm		1,9E-1	1,5E+0	7,9E-1		2,5E+0	900	0,3%
Dickdarm		1,8E-1	1,4E+0	7,6E-1		2,3E+0	900	0,3%
Milz		1,6E-1	1,3E+0	2,5E+1		2,6E+1	900	2,9%
Muskel		1,6E-1	1,3E+0	7,2E-1		2,2E+0	900	0,2%
Nebennieren		1,6E-1	1,3E+0	7,2E-1		2,2E+0	900	0,2%
Nieren		1,6E-1	1,3E+0	2,4E+1		2,5E+1	900	2,8%
Ovarien		1,6E-1	1,3E+0	7,2E-1		2,2E+0	300	0,7%
Pankreas		1,6E-1	1,3E+0	7,2E-1		2,2E+0	900	0,2%
Rotes Knochenmark		1,6E-1	1,3E+0	1,1E+1		1,2E+1	300	4,0%
Schilddrüse		1,6E-1	1,3E+0	7,2E-1		2,2E+0	900	0,2%
Thymus		1,6E-1	1,3E+0	7,2E-1		2,2E+0	900	0,2%
Uterus		1,6E-1	1,3E+0	7,2E-1		2,2E+0	300	0,7%
Effektiv		1,7E-1	1,4E+0	3,1E+0	3,7E+0	8,3E+0	300	2,8%

Tabelle 17: Potenzielle Strahlenexposition im Jahre 2007 für Schulkinder (7 - 12 a) durch Inhalation und Ingestion in Mikro-Sievert

Organe	Nuklide	H 3	C 14	Pb 210	Rn 222 / RFP	Summe	Grenzwert	%-Anteil v. Grenzwert
ET Luftwege		1,5E-1	1,2E+0	9,9E-1		2,3E+0	900	0,3%
Lunge		1,5E-1	1,2E+0	1,1E+0		2,4E+0	900	0,3%
Blase		1,5E-1	1,2E+0	6,0E-1		2,0E+0	900	0,2%
Brust		1,5E-1	1,2E+0	6,0E-1		2,0E+0	900	0,2%
Gehirn		1,5E-1	1,2E+0	6,0E-1		2,0E+0	900	0,2%
Haut		1,5E-1	1,2E+0	6,0E-1		2,0E+0	1800	0,1%
Hoden		1,5E-1	1,2E+0	6,0E-1		2,0E+0	300	0,7%
Knochenoberfläche		1,5E-1	1,2E+0	6,9E+1		7,1E+1	1800	3,9%
Leber		1,5E-1	1,2E+0	1,3E+1		1,5E+1	900	1,6%
Speiseröhre		1,5E-1	1,2E+0	6,0E-1		2,0E+0	900	0,2%
Magen		1,8E-1	1,4E+0	6,0E-1		2,2E+0	900	0,2%
Dünndarm		1,5E-1	1,2E+0	6,0E-1		2,0E+0	900	0,2%
Oberer Dickdarm		1,5E-1	1,2E+0	6,1E-1		2,0E+0	900	0,2%
Unterer Dickdarm		1,6E-1	1,3E+0	6,4E-1		2,1E+0	900	0,2%
Dickdarm		1,6E-1	1,3E+0	6,3E-1		2,1E+0	900	0,2%
Milz		1,5E-1	1,2E+0	2,2E+1		2,3E+1	900	2,6%
Muskel		1,5E-1	1,2E+0	6,0E-1		2,0E+0	900	0,2%
Nebennieren		1,5E-1	1,2E+0	6,0E-1		2,0E+0	900	0,2%
Nieren		1,5E-1	1,2E+0	2,4E+1		2,5E+1	900	2,8%
Ovarien		1,5E-1	1,2E+0	6,0E-1		2,0E+0	300	0,7%
Pankreas		1,5E-1	1,2E+0	6,0E-1		2,0E+0	900	0,2%
Rotes Knochenmark		1,5E-1	1,2E+0	1,0E+1		1,1E+1	300	3,8%
Schilddrüse		1,5E-1	1,2E+0	6,0E-1		2,0E+0	900	0,2%
Thymus		1,5E-1	1,2E+0	6,0E-1		2,0E+0	900	0,2%
Uterus		1,5E-1	1,2E+0	6,0E-1		2,0E+0	300	0,7%
Effektiv		1,5E-1	1,2E+0	3,0E+0	3,7E+0	8,1E+0	300	2,7%

Tabelle 18: Potenzielle Strahlenexposition im Jahre 2007 für Jugendliche (12 - 17 a) durch Inhalation und Ingestion in Mikro-Sievert

Organe	Nuklide	H 3	C 14	Pb 210	Rn 222 / RFP	Summe	Grenzwert	%-Anteil v. Grenzwert
ET Luftwege		1,1E-1	9,2E-1	7,5E-1		1,8E+0	900	0,2%
Lunge		1,1E-1	9,2E-1	9,5E-1		2,0E+0	900	0,2%
Blase		1,1E-1	9,2E-1	4,4E-1		1,5E+0	900	0,2%
Brust		1,1E-1	9,2E-1	4,4E-1		1,5E+0	900	0,2%
Gehirn		1,1E-1	9,2E-1	4,4E-1		1,5E+0	900	0,2%
Haut		1,1E-1	9,2E-1	4,4E-1		1,5E+0	1800	0,1%
Hoden		1,1E-1	9,2E-1	4,4E-1		1,5E+0	300	0,5%
Knochenoberfläche		1,1E-1	9,2E-1	1,1E+2		1,1E+2	1800	6,2%
Leber		1,1E-1	9,2E-1	9,9E+0		1,1E+1	900	1,2%
Speiseröhre		1,1E-1	9,2E-1	4,4E-1		1,5E+0	900	0,2%
Magen		1,4E-1	1,1E+0	4,4E-1		1,6E+0	900	0,2%
Dünndarm		1,2E-1	9,3E-1	4,4E-1		1,5E+0	900	0,2%
Oberer Dickdarm		1,2E-1	9,3E-1	4,6E-1		1,5E+0	900	0,2%
Unterer Dickdarm		1,2E-1	9,8E-1	4,7E-1		1,6E+0	900	0,2%
Dickdarm		1,2E-1	9,5E-1	4,6E-1		1,5E+0	900	0,2%
Milz		1,1E-1	9,2E-1	1,6E+1		1,7E+1	900	1,9%
Muskel		1,1E-1	9,2E-1	4,4E-1		1,5E+0	900	0,2%
Nebennieren		1,1E-1	9,2E-1	4,4E-1		1,5E+0	900	0,2%
Nieren		1,1E-1	9,2E-1	2,0E+1		2,1E+1	900	2,3%
Ovarien		1,1E-1	9,2E-1	4,4E-1		1,5E+0	300	0,5%
Pankreas		1,1E-1	9,2E-1	4,4E-1		1,5E+0	900	0,2%
Rotes Knochenmark		1,1E-1	9,2E-1	9,6E+0		1,1E+1	300	3,5%
Schilddrüse		1,1E-1	9,2E-1	4,4E-1		1,5E+0	900	0,2%
Thymus		1,1E-1	9,2E-1	4,4E-1		1,5E+0	900	0,2%
Uterus		1,1E-1	9,2E-1	4,4E-1		1,5E+0	300	0,5%
Effektiv		1,2E-1	9,3E-1	3,2E+0	3,7E+0	7,9E+0	300	2,6%

Tabelle 19: Potenzielle Strahlenexposition im Jahre 2007 für Erwachsene (> 17 a) durch Inhalation und Ingestion in Mikro-Sievert

Organe	Nuklide	H 3	C 14	Pb 210	Rn 222 / RFP	Summe	Grenzwert	%-Anteil v. Grenzwert
ET Luftwege		1,1E-1	8,7E-1	4,8E-1		1,5E+0	900	0,2%
Lunge		1,1E-1	8,7E-1	6,9E-1		1,7E+0	900	0,2%
Blase		1,1E-1	8,7E-1	1,3E-1		1,1E+0	900	0,1%
Brust		1,1E-1	8,7E-1	1,3E-1		1,1E+0	900	0,1%
Gehirn		1,1E-1	8,7E-1	1,3E-1		1,1E+0	900	0,1%
Haut		1,1E-1	8,7E-1	1,3E-1		1,1E+0	1800	0,1%
Hoden		1,1E-1	8,7E-1	1,3E-1		1,1E+0	300	0,4%
Knochenoberfläche		1,1E-1	8,7E-1	3,5E+1		3,6E+1	1800	2,0%
Leber		1,1E-1	8,7E-1	2,9E+0		3,8E+0	900	0,4%
Speiseröhre		1,1E-1	8,7E-1	1,3E-1		1,1E+0	900	0,1%
Magen		1,2E-1	9,6E-1	1,3E-1		1,2E+0	900	0,1%
Dünndarm		1,1E-1	8,7E-1	1,3E-1		1,1E+0	900	0,1%
Oberer Dickdarm		1,1E-1	8,8E-1	1,4E-1		1,1E+0	900	0,1%
Unterer Dickdarm		1,1E-1	9,1E-1	1,5E-1		1,2E+0	900	0,1%
Dickdarm		1,1E-1	9,0E-1	1,4E-1		1,1E+0	900	0,1%
Milz		1,1E-1	8,7E-1	4,2E+0		5,2E+0	900	0,6%
Muskel		1,1E-1	8,7E-1	1,3E-1		1,1E+0	900	0,1%
Nebennieren		1,1E-1	8,7E-1	1,3E-1		1,1E+0	900	0,1%
Nieren		1,1E-1	8,7E-1	5,6E+0		6,6E+0	900	0,7%
Ovarien		1,1E-1	8,7E-1	1,3E-1		1,1E+0	300	0,4%
Pankreas		1,1E-1	8,7E-1	1,3E-1		1,1E+0	900	0,1%
Rotes Knochenmark		1,1E-1	8,7E-1	3,8E+0		4,7E+0	300	1,6%
Schilddrüse		1,1E-1	8,7E-1	1,3E-1		1,1E+0	900	0,1%
Thymus		1,1E-1	8,7E-1	1,3E-1		1,1E+0	900	0,1%
Uterus		1,1E-1	8,7E-1	1,3E-1		1,1E+0	300	0,4%
Effektiv		1,1E-1	8,8E-1	1,1E+0	3,7E+0	5,8E+0	300	1,9%

5 Zusammenfassung

Die Strahlenschutzmessungen im Bergwerk und in der Umgebung der Schachtanlage Asse wurden wie in den vergangenen Jahren fortgesetzt. In den Programmen zur Abluft- und Umgebungsüberwachung sind im Wesentlichen die bisherigen Überwachungsmaßnahmen und die im Rahmen des betrieblichen Strahlenschutzes durchgeführten Messungen zusammengefasst.

Die Anzahl der jährlichen innerhalb des betreibereigenen Programms zur Umgebungsüberwachung vorgenommenen Probenahmen und Messungen blieb mit 358 gegenüber dem Vorjahr unverändert. Alle Messungen lieferten Werte im Bereich der natürlichen Umweltradioaktivität. In einigen Fällen waren auch die langfristigen Auswirkungen früherer Kernwaffenversuche sowie des sowjetischen Reaktorunglücks von Tschernobyl nachweisbar.

Die Mitarbeiter wurden entsprechend der Strahlenschutzverordnung laufend überwacht. Ebenso erfolgte 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.

Ein wesentlicher Schwerpunkt ist die Überwachung der Salzlösung im Grubengebäude. Daher wird im Rahmen des betrieblichen Strahlenschutzes eine flächendeckende Überwachung der Cs-137-Aktivitätskonzentration in Salzlösungen innerhalb der Grube durchgeführt. Darüber hinaus wird auch Tritium, das in Wechselwirkung mit der Luftfeuchte und dem Wasser der Salzlösung steht, berücksichtigt. Die maximale Cs-137-Aktivitätskonzentration in Salzlösungen konnte im Laugensumpf vor Kammer 12 festgestellt werden. Die Aktivitätskonzentration überschreitet die Freigrenze um das 6,8-fache. Die Bereiche wo kontaminierte Salzlösungen vorliegen sind abgesperrt und werden durch Unbefugte nicht betreten, sodass eine Verschleppung von Kontamination ausgeschlossen werden kann.

In der Abluft des Salzbergwerkes wurden wie in den vergangenen Jahren geringe Mengen der Nuklide H 3, C 14, Pb 210 und Rn 222 einschließlich Rn 220 sowie die kurzlebigen Folgeprodukte des Radons nachgewiesen. Die aus den ermittelten Jahresabgabewerten errechneten Konzentrationen in der Umgebung der Schachtanlage lagen teilweise unter den mittleren natürlich vorkommenden Konzentrationen dieser Nuklide. Die durch die Emission bedingte Strahlenexposition an der ungünstigsten Einwirkungsstelle in der Umgebung lag weit unter den Grenzwerten der Strahlenschutzverordnung.

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