

# Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM)

Betriebliche Sicherheit, Strahlenschutz und  
Umgebungsüberwachung

Stand: Dezember 2009



Bundesamt für Strahlenschutz

**BfS-21/10**

Bitte beziehen Sie sich beim Zitieren dieses Dokuments immer auf folgende URN:

**urn:nbn:de:0221-201012024019**

Zur Beachtung:

BfS-Berichte und BfS-Schriften können von den Internetseiten des Bundesamtes für Strahlenschutz unter <http://www.bfs.de> kostenlos als Volltexte heruntergeladen werden.

Salzgitter, Dezember 2010

# **Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM)**

**Betriebliche Sicherheit, Strahlenschutz und  
Umgebungsüberwachung**

**Stand: Dezember 2009**



# KURZFASSUNG

Verfasser:	Bundesamt für Strahlenschutz
Titel:	Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) Betriebliche Sicherheit, Strahlenschutz und Umgebungs- überwachung
Stand:	Dezember 2009
Stichworte:	Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM), Strahlenschutz, Umgebungsüberwachung, betriebliche Sicherheit

Der Bericht liefert einen Überblick über die Überwachungsarbeiten des Bundesamts für Strahlenschutz im Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM). Betrachtet werden das vorhandene Inventar an radioaktiven Abfällen im ERAM, die Maßnahmen und Ergebnisse der geomechanischen und hydrogeologischen Überwachung, des betrieblichen Strahlenschutzes, der Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe, der Umgebungsüberwachung sowie die Dosisprognosen aus der Ableitung radioaktiver Stoffe.

# ABSTRACT

Author: Federal Office for Radiation Protection

Title: Morsleben repository for radioactive waste (ERAM)  
Operational safety, radiation protection and environmental  
monitoring

Release: Dezember 2009

Key words: Morsleben repository for radioactive waste (ERAM), radiation  
protection, environmental monitoring, operational safety

The report overviews the monitoring activities of the Federal Office for Radiation Protection at the Morsleben repository for radioactive waste (ERAM), focussing the ERAM inventory of radioactive waste and the measures and results of geomechanical and hydrogeological monitoring, operational radiation protection, the monitoring of discharges of radioactive substances, environmental monitoring, and the dose levels expected from discharges of radioactive substances.

# Inhaltsverzeichnis

<b>KURZFASSUNG</b> .....	<b>3</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>4</b>
<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b> .....	<b>6</b>
<b>TABELLENVERZEICHNIS</b> .....	<b>7</b>
<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS</b> .....	<b>8</b>
<b>1 EINLEITUNG</b> .....	<b>9</b>
<b>2 RADIOAKTIVE ABFÄLLE</b> .....	<b>13</b>
2.1 Annahme radioaktiver Abfälle .....	13
2.2 Zwischengelagerte radioaktive Abfälle .....	13
2.3 Endgelagerte radioaktive Abfälle .....	14
2.4 Endlagerung betrieblicher Eigenabfälle .....	15
<b>3 GEOMECHANISCHE UND HYDROGEOLOGISCHE ÜBERWACHUNG, WASSERMANAGEMENT</b> .....	<b>16</b>
3.1 Geomechanische Überwachung .....	16
3.2 Wasser- und Lösungsmanagement .....	18
3.3 Hydrogeologische Überwachung .....	21
<b>4 BETRIEBLICHER STRAHLENSCHUTZ</b> .....	<b>26</b>
4.1 Personendosisüberwachung .....	26
4.2 Inkorporationsüberwachung .....	27
4.3 Innerbetriebliche Strahlenschutzkontrollen .....	28
<b>5 ABLEITUNG RADIOAKTIVER STOFFE</b> .....	<b>30</b>
5.1 Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Abluft .....	30
5.2 Ableitung radioaktiver Stoffe mit den Abwässern .....	35
<b>6 DOSISPROGNOSE DURCH ABLEITUNG RADIOAKTIVER STOFFE</b> .....	<b>37</b>
<b>7 UMGEBUNGSÜBERWACHUNG</b> .....	<b>38</b>
7.1 Strahlung in der Umgebung .....	38
7.2 Aerosolaktivität in der Umgebungsluft .....	40
7.3 Oberirdische Gewässer und Niederschlag .....	41
7.4 Bodenoberfläche, Pflanzen und Bewuchs .....	41
7.5 Maßnahmen des Betreibers zur Überwachung der Umgebung im Störfall .....	42
<b>8 ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	<b>44</b>
<b>QUELLENVERZEICHNIS</b> .....	<b>45</b>
<b>GLOSSAR</b> .....	<b>46</b>

# ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1:	Atom- und bergrechtliche Zuständigkeit für das ERAM im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens zur Stilllegung .....	9
Abbildung 2:	Übersicht über das atomrechtliche Planfeststellungsverfahren zur Stilllegung des ERAM.....	10
Abbildung 3:	Grubengebäude mit Einlagerungsbereichen des ERAM.....	13
Abbildung 4:	Endgelagerte betriebliche Abfälle im Westfeld, 4. Sohle .....	15
Abbildung 5:	Messung der Firstsenkungsraten .....	17
Abbildung 6:	Durchführung einer Lageänderungsmessung .....	18
Abbildung 7:	Wasserauffangbecken der bGZ mit Pumpen zur Förderung des Wassers nach über Tage .....	19
Abbildung 8:	Langjährig regelmäßig überwachte Zutrittstellen von Salzlösungen in den Gruben Bartensleben und Marie. ....	21
Abbildung 9:	Tropfenzählanlage „Abbau 1a“ .....	22
Abbildung 10:	Auslesen betrieblicher Dosimeter im Kontrollbereich des ERAM .....	26
Abbildung 11:	Mittlere individuelle Dosis der beruflich strahlenexponierten Personen des ERAM in mSv/a 2000-2009 (der Grenzwert beträgt 6 mSv/a) .....	27
Abbildung 12:	Jährliche Gesamtexposition der beruflich strahlenexponierten Personen des ERAM in mSv/a (2000-2009).....	27
Abbildung 13:	Messung im Ganzkörperzähler im Labor des BfS in Berlin.....	28
Abbildung 14:	Raumluftüberwachungseinrichtung der Grubenluft im Kontrollbereich.....	29
Abbildung 15:	Bewetterungssystem ERAM.....	30
Abbildung 16:	Schachthaus und Abwetterbauwerk des Schachtes Marie .....	31
Abbildung 17:	Waschflaschen des Tritium(H-3)-Probenahmeverfahrens .....	32
Abbildung 18:	H-3-Ableitungen mit der Abluft 2009 im Vergleich zum Vorjahr.....	32
Abbildung 19:	Sammeleinrichtung zur Bestimmung des Radionuklids Kohlenstoff-14.....	33
Abbildung 20:	C-14-Ableitungen mit der Abluft 2009 im Vergleich zum Vorjahr.....	33
Abbildung 21:	Rn-222-Ableitungen mit der Abluft 2009 im Vergleich zum Vorjahr (ermittelt durch die Messung kurzlebiger Aerosole) .....	34
Abbildung 22:	Aerosolableitungen mit der Abluft 2009 im Vergleich zum Vorjahr.....	34
Abbildung 23:	Aktivitätsableitung mit dem Abwasser 2009 im Vergleich zum Vorjahr .....	36
Abbildung 24:	Festkörperdosimeter.....	38
Abbildung 25:	Standorte der TLD-Messtellen und Probenahmestellen der Umgebungsüberwachung. ....	39
Abbildung 26:	Standorte der ODL-Sonden in der Umgebung des ERAM.....	40
Abbildung 27:	Wasserprobenahmegerät zur Probenahme aus dem Salzbach .....	41
Abbildung 28:	Messwagen der betrieblichen Umgebungsüberwachung .....	43

## TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Aktivitätsinventar des ERAM in Becquerel (Bq) (Stand: 31.12.2009) .....	14
Tabelle 2:	Zufluss Schachtwässer Schacht Bartensleben 2000 bis 2009 in Kubikmeter (m <sup>3</sup> ).....	19
Tabelle 3:	Analysenergebnisse der Schachtwässer Schacht Bartensleben .....	20
Tabelle 4:	Zufluss Schachtwässer Schacht Marie 2000 bis 2009 in Kubikmeter (m <sup>3</sup> ) .....	20
Tabelle 5:	Analysenergebnisse der Schachtwässer Schacht Marie .....	20
Tabelle 6:	Lösungszutritte „Abbau 1a“ von 2000 bis 2009 in Kubikmeter (m <sup>3</sup> ) .....	22
Tabelle 7:	Analysenergebnisse der Lösungszutritte „Abbau 1a“ .....	22
Tabelle 8:	Dichtewerte der Lösungszutritte in der „Bunten First“ (g/m <sup>3</sup> ) .....	23
Tabelle 9:	Lösungszutritte aus der Bohrung am „Bremsbergfuß“ in Liter .....	23
Tabelle 10:	Dichtewerte der Lösungszutritte aus der Bohrung am „Bremsbergfuß“ (g/m <sup>3</sup> ) .....	24
Tabelle 11:	Lösungszutritte „Lager H“ von 2000 bis 2009 .....	24
Tabelle 12:	Analysenergebnisse der Lösungszutritte „Lager H“ .....	24
Tabelle 13:	Analysenergebnisse der Abluftuntersuchungen des ERAM .....	31
Tabelle 14:	Analysenergebnisse der potentiell kontaminierten Abwässer.....	36
Tabelle 15:	Prognostizierte Werte der effektiven Dosis (Vorjahreswerte in Klammern) .....	37
Tabelle 16:	Analysenergebnisse der Bodenproben bezogen auf Trockenmasse .....	42

# ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

<b>BfS</b>	Bundesamt für Strahlenschutz
<b>bGZ</b>	Bergbauliche Gefahrenabwehr im Zentralteil
<b>BMU</b>	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
<b>Bq</b>	Becquerel
<b>bzw.</b>	beziehungsweise
<b>ca.</b>	circa
<b>DBE</b>	Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern für Abfallstoffe mbH
<b>DDR</b>	Deutsche Demokratische Republik
<b>ERAM</b>	Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM)
<b>EÜ</b>	Endlagerüberwachung des Bundesamtes für Strahlenschutz
<b>ggf.</b>	gegebenenfalls
<b>IM</b>	Immissions-Messstelle
<b>IMIS</b>	Integriertes Mess- und Informationssystem zur Überwachung der Umweltradioaktivität
<b>LAU</b>	Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt
<b>MLU</b>	Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Sachsen-Anhalt
<b>MW</b>	Ministerium für Wirtschaft und Arbeit Sachsen-Anhalt
<b>ODL</b>	Ortsdosisleistung
<b>Pa</b>	Pascal
<b>REI</b>	Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen
<b>RM</b>	Referenz-Messstelle
<b>sog.</b>	sogenannt
<b>StrlSchV</b>	Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung)
<b>Sv</b>	Sievert
<b>UMF</b>	Untertagemessfeld
<b>u. a.</b>	unter anderem
<b>VBA</b>	Verlorene Betonabschirmung
<b>z. B.</b>	zum Beispiel

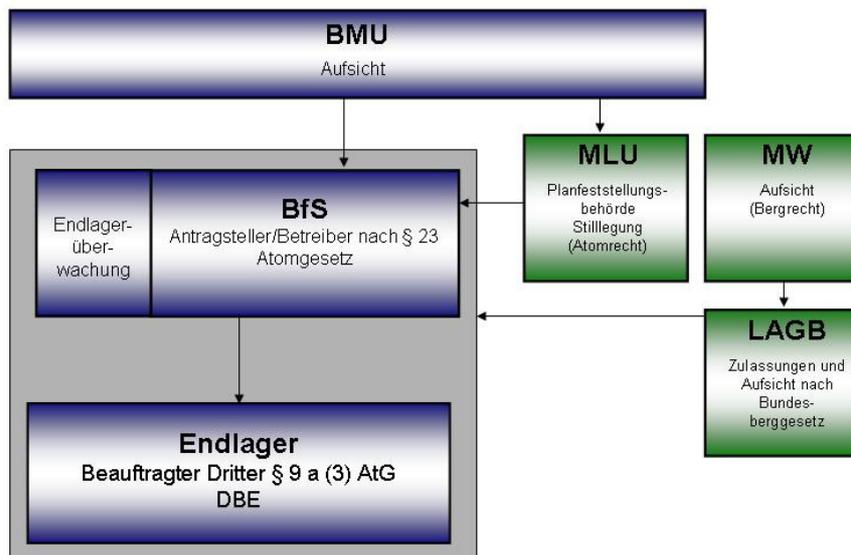
# 1 EINLEITUNG

Das Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) wurde durch die DDR in dem ehemaligen Kali- und Steinsalzbergwerk Bartensleben eingerichtet. 1990 ging das Endlager durch den Einigungsvertrag in die Verantwortung der Bundesrepublik Deutschland über und wurde mit Unterbrechungen bis 1998 zur Endlagerung schwach- und mittelradioaktiver Abfälle genutzt.

In der Zeit von 1971 bis 1991 und von 1994 bis 1998 wurden im ERAM insgesamt 37.000 Kubikmeter (m<sup>3</sup>) schwach- und mittelradioaktive Abfälle mit vergleichsweise geringen Konzentrationen an Alpha-Strahlern eingelagert, davon 22.321 m<sup>3</sup> zwischen Januar 1994 und September 1998.

Der Betrieb des ERAM erfolgt auf der Grundlage der Dauerbetriebsgenehmigung aus dem Jahre 1986, den Änderungsgenehmigungen und den erforderlichen bergrechtlichen Zulassungen. Ferner wurde zur Zwischenlagerung eine separate Genehmigung erteilt. Inhaber der Dauerbetriebsgenehmigung ist seit 1990 das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), das die Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern für Abfallstoffe mbH (DBE) mit der Betriebsführung des ERAM beauftragt hat. Im Jahr 1998 erwirkten Umweltverbände einen Gerichtsbeschluss, mit dem die Einlagerung von Abfällen ausgesetzt wurde. Das BfS verzichtete 2001 unwiderruflich auf weitere Einlagerungen, da diese sicherheitlich nicht mehr vertretbar waren.

Die für das ERAM zuständige Genehmigungs- und Planfeststellungsbehörde ist das Ministerium für Umwelt und Naturschutz (MLU) des Landes Sachsen-Anhalt. Das Landesamt für Geologie und Bergwesen (LAGB) des Landes Sachsen-Anhalt, das dem Ministerium für Arbeit und Wirtschaft (MW) des Landes Sachsen-Anhalt nachgeordnet ist, ist zuständig für bergrechtliche Belange. Die Einhaltung der atomrechtlichen Regelungen wird von der Endlagerüberwachung im BfS kontrolliert. Die Aufsicht über das MLU als Planfeststellungsbehörde nach Atomrecht und über das BfS führt das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU).



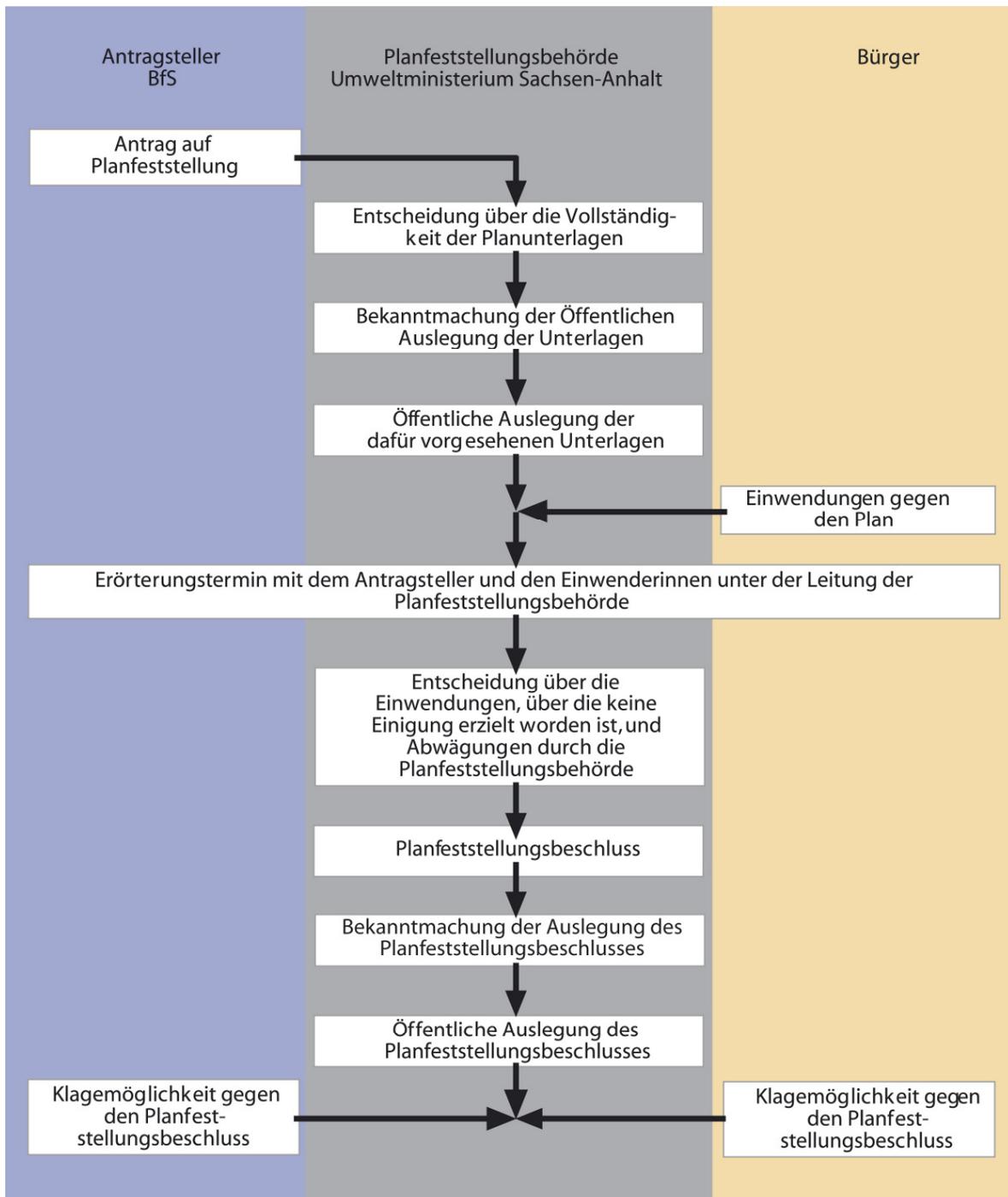
**Abbildung 1: Atom- und bergrechtliche Zuständigkeit für das ERAM im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens zur Stilllegung**

Im ERAM wurden in der Zeit zwischen 1971 und 1998 insgesamt ca. 37.000 m<sup>3</sup> schwach- und mittelradioaktive Abfälle eingelagert. Die Gesamtaktivität der eingelagerten Abfälle beträgt am Ende des Jahres 2009 etwa  $3,4 \cdot 10^{14}$  Becquerel.

Der gegenwärtige Betrieb des ERAM ist ein Offenhaltungsbetrieb mit zwei Besonderheiten, die für ein offengehaltenes Endlager nicht typisch sind. Diese Besonderheiten sind:

- die Zwischenlagerung von radioaktiven Stoffen und
- eine Anlage, mit der eigene radioaktive Flüssigkeiten zu einem endlagerfähigen Produkt verfestigt werden können (Konditionierungsanlage).

Dem Offenhaltungsbetrieb soll sich ein Stilllegungsbetrieb anschließen. Das dafür laufende atomrechtliche Planfeststellungsverfahren zur Stilllegung befindet sich zurzeit in der Phase der Öffentlichkeitsbeteiligung.



**Abbildung 2: Übersicht über das atomrechtliche Planfeststellungsverfahren zur Stilllegung des ERAM**

Während des Offenhaltungsbetriebes und bei den künftigen Stilllegungsarbeiten sind alle erforderlichen Maßnahmen zur Gewährleistung der Sicherheit des ERAM weiterzuführen, um die vom ERAM ausgehenden Auswirkungen auf die Schutzgüter so gering wie möglich zu halten.

Die Maßnahmen zur Gewährleistung der Sicherheit ergeben sich aus der Dauerbetriebsgenehmigung und Forderungen der Aufsichtsbehörden. Nach der vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) erlassenen Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung

kerntechnischer Anlagen (REI) sind für die Immissionsüberwachung zwei Messprogramme durchzuführen:

- ein Programm, das vom Genehmigungsinhaber durchzuführen ist und
- ein ergänzendes und kontrollierendes Programm, das von unabhängigen Messstellen durchzuführen ist.

Die REI enthält Vorgaben hinsichtlich der konkreten Ausgestaltung dieser Überwachung, hinsichtlich Art und Weise der Probenahme, der zu berücksichtigenden Nuklide, der zu erreichenden Nachweisgrenzen und der zu verwendenden Messtechnik.

Die Überwachung im ERAM erfolgt weitestgehend nach dieser Richtlinie. Aufgrund der Festlegungen der Dauerbetriebsgenehmigung sind einige Abweichungen von dieser Richtlinie vorhanden. Die im ERAM durchgeführten Überwachungsmaßnahmen sind in dem von der REI abgeleiteten Betreiber-Messprogramm zusammengefasst. Die DBE führt dieses Betreiber-Messprogramm für die Emissions- und Immissionsüberwachung durch. Zur Immissionsüberwachung führt neben der DBE gemäß REI auch das Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (LAU) als unabhängige Messstelle ein kontrollierendes und ergänzendes Messprogramm durch.

Art und Häufigkeit von Probenahmen und Messungen sind so festgelegt, dass alle relevanten Transport- und Einwirkungswege radioaktiver Stoffe auf den Menschen, die so genannten Expositionspfade, überwacht werden. Als wichtigster Pfad sind die Bereiche Luft, Boden, Bewuchs, Wasser und die Nahrungskette auf dem Land und im Wasser einbezogen.

Die vom Betreiber in den Quartals- und Jahresberichten zusammengestellten Messergebnisse und die Messergebnisse der unabhängigen Messstelle (LAU) werden der Endlagerüberwachung (EÜ) des BfS zugeleitet, dort fachlich überprüft und miteinander verglichen. Anschließend werden diese Ergebnisse an das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) sowie an die Europäische Kommission weitergeleitet.

Die ermittelten Messdaten zur Immissionsüberwachung werden im integrierten Mess- und Informationssystem für die Überwachung der Umweltradioaktivität (IMIS) zusammengefasst, das vom BfS als Zentralstelle des Bundes betrieben wird. Aufgabe von IMIS ist es, die Umwelt kontinuierlich zu überwachen, um bereits geringfügige Änderungen der Umweltradioaktivität flächendeckend schnell und zuverlässig erkennen sowie langfristige Trends erfassen zu können. Über die aktuellen Ergebnisse informiert das BfS im Internet unter [www.bfs.de](http://www.bfs.de). Das BMU leitet dem Deutschen Bundestag und dem Bundesrat jeweils einmal im Jahr einen Bericht über die Entwicklung der Umweltradioaktivität zu.

Der vorliegende Bericht gibt einen Überblick über die im Jahre 2009 zur Aufrechterhaltung der Sicherheit des ERAM durchgeführten Maßnahmen und Überwachungsergebnisse. Darüber hinaus tragen weitere Maßnahmen zur Aufrechterhaltung der Sicherheit des ERAM bei. Zu nennen sind hier die umfangreichen Aufgaben zur Qualitätssicherung, die laufenden bergmännischen Arbeiten zur Grubensicherung, der Brand- und der Objektschutz.

Auf zwei Sondermaßnahmen, die im Jahr 2009 in Fortsetzung von Tätigkeiten aus den Vorjahren durchgeführt wurden, soll an dieser Stelle eingegangen werden:

In den Jahren 2008 und 2009 wurde das Abwetterbauwerk auf der Schachtanlage Marie errichtet um das Belüftungssystem (bergmännisch: Bewetterungssystem) des ERAM zu optimieren. Es dient der Vermeidung einer bodennahen Freisetzung von Radionukliden aus der von unter Tage kommenden Abluft (bergmännisch: Abwetter), der Herstellung definierter Abwetterverhältnisse und der Vorbereitung auf eine im Stilllegungsbetrieb erforderliche höhere Wettermenge. Im Jahr 2010 soll das Abwetterbauwerk in Betrieb genommen werden.

Ausgewählte Grubenräume im Zentralteil der Grube Bartensleben, in denen keine Abfälle lagern, wurden zur Stabilisierung im Rahmen der bergbaulichen Gefahrenabwehr im Zentralteil (bGZ) mit Salzbeton verfüllt. Der Salzbeton ist ein Spezialbeton mit spezifischen Eigenschaften durch einen hohen Anteil an Salz als Zuschlagstoff. Diese Maßnahme wurde im Jahr 2003 begonnen und wird im Jahr 2011 abgeschlossen. Nach Einschätzung von Experten ist es zu einem fortschreitenden Sicherheitsverzehr durch Verformungen infolge von Konvergenz im Grubengebäude gekommen. Es könnte dadurch zu größeren Brüchen im tragenden Salzgestein kommen, und damit kann die Integrität des darüber befindlichen abdichtenden Deckgebirges Schaden nehmen. Die Verfüllung verhindert diese Entwicklung und stabilisiert das Grubengebäude.



## 2 RADIOAKTIVE ABFÄLLE

Die Angaben zu den im ERAM vorhandenen radioaktiven Abfällen dienen in diesem Bericht der Verdeutlichung des vorhandenen Gefährdungspotentials. Das Aktivitätsinventar eines Endlagers ist die entscheidende Größe für die Bewertung der von dem Endlager ausgehenden Gefährdung, insbesondere für die Bewertung der Langzeitsicherheit und die Auslegung der technischen Barrieren gegen eine Nuklid Ausbreitung in der Nachbetriebsphase. Für die Sicherheit des Endlagers in der Betriebsphase ist das Aktivitätsinventar zur Bewertung bestimmter Störfälle von Bedeutung.

### 2.1 Annahme radioaktiver Abfälle

Eine Annahme radioaktiver Abfälle erfolgt seit Einstellung des Einlagerungsbetriebes im Jahre 1998 nicht mehr. Nach einer fachlichen Neubewertung hat das BfS 2001 auf die Annahme und auf die Einlagerung radioaktiver Abfälle unwiderruflich verzichtet, da die weitere Einlagerung radioaktiver Abfälle sicherheitlich nicht mehr vertretbar war.

### 2.2 Zwischengelagerte radioaktive Abfälle

Die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen findet an zwei Stellen auf der vierten Hauptebene (bergmännisch: Sohle) statt. Es handelt sich um das am Ostquerschlag gelegene sog. Untertagemessfeld (UMF) und die im Ostfeld gelegene Kammer mit dem separat hergerichteten Sohlenloch. Im UMF befinden sich in den verrohrten Bohrungen A1 und A2 insgesamt sieben Spezialcontainer mit radioaktiven Strahlenquellen, die die Radionuklide Cobalt-60 (Co-60), Cäsium-137 (Cs-137) und Europium-152, 154 und 155 enthalten.

Für die Zwischenlagerung ist nach Genehmigung der Nachweis der Rückholbarkeit gefordert. Die Rückholbarkeit der beiden im A1-Bohrloch im UMF zwischengelagerten Spezialcontainer ließ sich im Jahr 2009 nicht durchführen, da ein Container verklemmte. Die Ursachen werden im Jahr 2010 ermittelt, um nachfolgend die Rückholbarkeit wieder herzustellen. Die Rückholbarkeit der Spezialcontainer aus dem A2-Bohrloch konnte nachgewiesen werden.

Die Radiumabfälle befinden sich im Ostfeld in einem Spezialbehälter, einer sog. verlorenen Betonabschirmung (VBA), der in einem Sohlenloch eingestellt ist.

Das Gesamtaktivitätsinventar der zwischengelagerten radioaktiven Stoffe betrug zum Ende des Jahres 2009 ca.  $2,3 \cdot 10^{14}$  Bq.

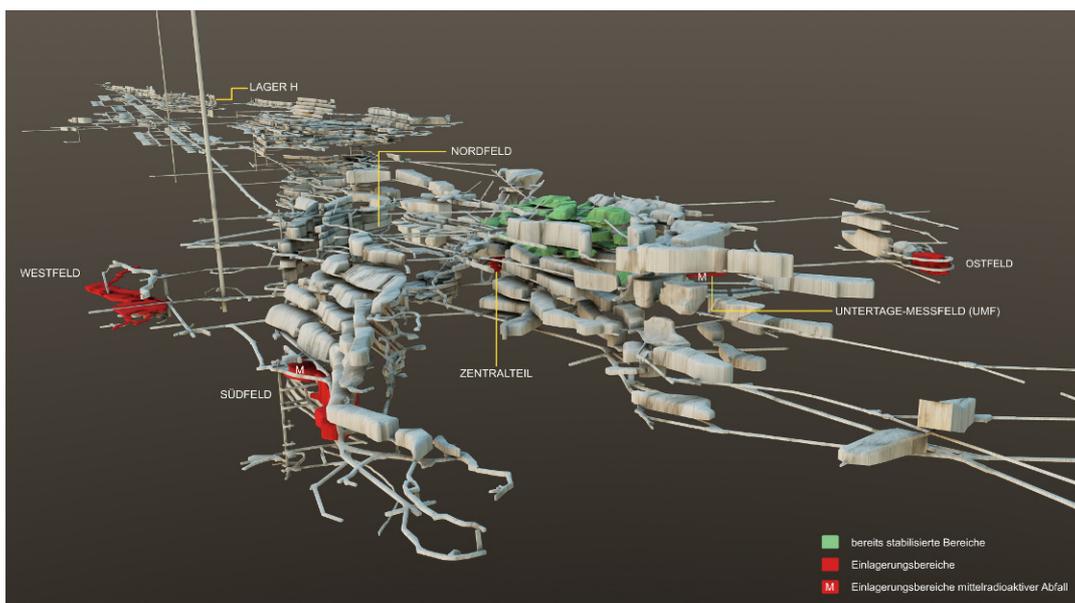


Abbildung 3: Grubengebäude mit Einlagerungsbereichen des ERAM

## 2.3 Endgelagerte radioaktive Abfälle

Die im ERAM endgelagerten schwach- und mittelradioaktiven Abfälle hatten Ende 2009 aufgeschlüsselt nach den Lagerorten folgende Aktivitäten:

- Im Südfeld sind es  $6,8 \cdot 10^{13}$  Bq,
- im Nordfeld  $6,6 \cdot 10^{11}$  Bq,
- im Zentralteil  $2,0 \cdot 10^{12}$  Bq,
- im Westfeld  $2,2 \cdot 10^{13}$  Bq und
- im Ostfeld  $1,4 \cdot 10^{13}$  Bq.

Insgesamt sind im ERAM mit Stand Ende 2009 radioaktive Abfälle mit einer Aktivität von etwa  $1,1 \cdot 10^{14}$  Bq endgelagert. Hauptnuklide sind Cäsium-137 mit  $6,9 \cdot 10^{13}$  Bq, Nickel-63 mit  $1,5 \cdot 10^{13}$  Bq und Cobalt-60 mit  $9,1 \cdot 10^{12}$  Bq.

Alpha-Strahler haben mit  $4,7 \cdot 10^{11}$  Bq nur einen sehr geringen Anteil am Gesamtaktivitätsinventar des ERAM. Alpha-Strahler sind bei Aufnahme in den Körper deutlich gefährlicher als Beta- und Gamma-Strahler und haben fast alle auch deutlich längere Zerfallszeiten.

**Tabelle 1: Aktivitätsinventar des ERAM in Becquerel (Bq) (Stand: 31.12.2009)**

Alpha-Strahler	Aktivität in Bq	Beta-/Gamma-Strahler	Aktivität in Bq	Beta-/Gamma-Strahler	Aktivität in Bq
Am-241	$2,2 \cdot 10^{11}$	Ac-227	$6,9 \cdot 10^{06}$	Rb-87	$2,8 \cdot 10^{07}$
Am-243	$9,5 \cdot 10^{07}$	Ac-228	$5,4 \cdot 10^{08}$	Ru-106	$1,1 \cdot 10^{08}$
Cf-249	$5,8 \cdot 10^{05}$	Ag-108m	$6,6 \cdot 10^{10}$	Sb-125	$3,0 \cdot 10^{10}$
Cf-251	$2,3 \cdot 10^{04}$	Am-242m	$2,4 \cdot 10^{08}$	Se-79	$1,9 \cdot 10^{08}$
Cf-252	$2,6 \cdot 10^{04}$	C-14	$3,2 \cdot 10^{12}$	Sm-151	$2,7 \cdot 10^{11}$
Cm-243	$6,5 \cdot 10^{05}$	Ca-41	$7,3 \cdot 10^{07}$	Sn-126	$2,4 \cdot 10^{08}$
Cm-244	$5,6 \cdot 10^{09}$	Cd-113m	$7,9 \cdot 10^{09}$	Sr-90	$5,2 \cdot 10^{12}$
Cm-245	$2,3 \cdot 10^{06}$	Cl-36	$3,9 \cdot 10^{09}$	Tc-99	$1,0 \cdot 10^{11}$
Cm-246	$2,6 \cdot 10^{06}$	Co-60	$9,1 \cdot 10^{12}$	Zr-93	$9,3 \cdot 10^{09}$
Cm-247	$2,6 \cdot 10^{04}$	Cs-134	$3,6 \cdot 10^{10}$		
Cm-248	$2,2 \cdot 10^{07}$	Cs-135	$3,7 \cdot 10^{08}$		
Cm-250	$3,3 \cdot 10^{02}$	Cs-137	$6,9 \cdot 10^{13}$		
Np-237	$8,3 \cdot 10^{07}$	Eu-152	$2,6 \cdot 10^{11}$		
Pa-231	$1,7 \cdot 10^{06}$	Eu-154	$2,6 \cdot 10^{11}$		
Pu-238	$8,0 \cdot 10^{10}$	Eu-155	$3,6 \cdot 10^{10}$		
Pu-239	$6,9 \cdot 10^{10}$	Fe-55	$4,0 \cdot 10^{11}$		
Pu-240	$6,6 \cdot 10^{10}$	H-3	$2,5 \cdot 10^{12}$		
Pu-242	$9,9 \cdot 10^{07}$	I-129	$2,1 \cdot 10^{08}$		
Pu-244	$2,1 \cdot 10^{04}$	K-40	$2,3 \cdot 10^{10}$		
Ra-224	$8,7 \cdot 10^{08}$	Kr-85	$2,7 \cdot 10^{11}$		
Ra-226	$2,3 \cdot 10^{10}$	Mn-54	$2,7 \cdot 10^{06}$		
Th-228	$7,9 \cdot 10^{08}$	Mo-93	$2,5 \cdot 10^{08}$		
Th-229	$4,5 \cdot 10^{05}$	Na-22	$9,1 \cdot 10^{08}$		
Th-230	$1,8 \cdot 10^{06}$	Nb-94	$2,7 \cdot 10^{10}$		
Th-232	$5,8 \cdot 10^{06}$	Ni-59	$1,8 \cdot 10^{11}$		
U-232	$4,6 \cdot 10^{07}$	Ni-63	$1,5 \cdot 10^{13}$		
U-233	$5,0 \cdot 10^{06}$	Pb-210	$1,0 \cdot 10^{10}$		
U-234	$1,1 \cdot 10^{09}$	Pd-107	$6,7 \cdot 10^{07}$		
U-235	$8,2 \cdot 10^{07}$	Pm-147	$3,1 \cdot 10^{10}$		
U-236	$4,8 \cdot 10^{07}$	Pu-241	$1,1 \cdot 10^{12}$		
U-238	$4,3 \cdot 10^{08}$	Ra-228	$5,4 \cdot 10^{08}$		

## 2.4 Endlagerung betrieblicher Eigenabfälle

Im Rahmen der betrieblichen Arbeiten im ERAM fallen feste und flüssige radioaktive Abfälle an. Es handelt sich dabei um kontaminiertes Material wie Putzlappen, abgebaute Anlagenteile oder Wässer aus der Handwäsche im Kontrollbereich oder aus der Speziellen Kanalisation. Die Kontamination der Abfälle ist so hoch, dass diese nicht als konventionelle Abfälle bzw. Abwässer abgegeben werden können. Die Kontamination einiger Anlagenteile oder nicht mehr benötigter Werkzeuge, Geräte und Maschinen aus dem Kontrollbereich kann aufgrund der komplizierten Strukturen messtechnisch nicht erfasst werden. Aus diesem Grund verbleiben diese Gegenstände im Kontrollbereich und müssen als radioaktive betriebliche Abfälle angesehen werden, obwohl sie möglicherweise nicht kontaminiert sind.



**Abbildung 4: Endgelagerte betriebliche Abfälle im Westfeld, 4. Sohle**

Die bereits erwähnte Spezielle Kanalisation wurde für den Fall eingerichtet, dass es in der ehemals für die Entladung der Transportfahrzeuge genutzten Containerhalle im Rahmen des Umschlages von angelieferten Abfällen zu radioaktiven Verschmutzungen an Fahrzeugen, Ausrüstungen oder dem Hallenboden gekommen wäre und Dekontaminationen erforderlich gewesen wären. Die Spezielle Kanalisation hat seit Einstellung der Einlagerung im Jahr 1998 für den Normalbetrieb keine Bedeutung mehr. Die Auffangbehälter enthalten aber immer noch geringfügig radioaktiv kontaminierte wässrige Flüssigkeiten. Zum Ende des Jahres 2009 befanden sich in diesen Auffangbehältern  $7,2 \text{ m}^3$  kontaminierte Flüssigkeiten. Die kontaminierten Wässer werden in der Konditionierungsanlage für flüssige radioaktive Abfälle im Kontrollbereich auf der vierten Sohle in endlagerfähige feste Gebinde überführt. Diese Überführung, die in einem In-Fass-Zementieren der Flüssigkeiten durch Verrühren mit Zement besteht, nennt man Konditionieren.

Für die Sammlung der Flüssigkeiten stehen in einem Tanklager auf der vierten Sohle zwei Tanks mit einem Fassungsvermögen von je  $25 \text{ m}^3$  zur Verfügung. Im Jahr 2009 wurden 300 Liter Laborwässer, 15 Liter aus der Speziellen Kanalisation und 60 Liter Handwaschwasser in einen Tank des Tanklagers gepumpt.

Rund  $0,7 \text{ m}^3$  Flüssigkeit aus diesen Tanks wurden konditioniert. Es entstanden acht 200-l-Fässer, die als radioaktiver Eigenabfall im Westfeld endgelagert wurden.

Aufgrund technischer Störungen der Konditionierungsanlage konnte im Jahr 2009 keine vollständigen Verfestigungskampagnen durchgeführt werden. Sie musste abgebrochen werden, bevor die geplante Endzahl an Gebinden erreicht war. Die Konditionierungsanlage ist seit Oktober 2009 nicht betriebsbereit und soll im Jahr 2011 umgebaut werden, um die technische Schwachstelle zu beseitigen.

Im Jahr 2009 wurden die angefallenen festen radioaktiven Eigenabfälle in 48 200-l-Fässern gesammelt. Nach der Durchführung der Produktkontrolle und der Endlagerungsfreigabe durch den Strahlenschutzbeauftragten des ERAM erfolgte die Endlagerung der Abfälle auf der vierten Sohle im Westfeld. Insgesamt wurden im Jahr 2009  $12,9 \text{ m}^3$  radioaktive Eigenabfälle im Westfeld auf der vierten Sohle endgelagert.

### **3 GEOMECHANISCHE UND HYDROGEOLOGISCHE ÜBERWACHUNG, WASSERMANAGEMENT**

Die geomechanische Überwachung umfasst im Wesentlichen Höhenüberwachung über und unter Tage und Verformungsmessungen unter Tage. Die hydrogeologische Überwachung beinhaltet im Wesentlichen die Messung von Zuflussraten, der Dichte und chemischen Zusammensetzung der zugetretenen Lösungen und die Feststellung von Pegelständen. Die Messungen erfolgen durch das Personal der DBE, die Zusammensetzung der Lösungen wird durch externe Dienstleister bestimmt. Die Ergebnisse werden im BfS bewertet und anschließend den Aufsichtsbehörden vorgelegt.

#### **3.1 Geomechanische Überwachung**

##### **Bergbauliche Gefahrenabwehr im Zentralteil**

Durch die geomechanische Überwachung des Grubengebäudes wurde ein fortgeschrittener Schädigungsprozess im Gebirge des Zentralteils der Grube Bartensleben erkannt, der durch den hohen Durchbaugrad und durch die lange Standzeit der bis zu 140.000 m<sup>3</sup> großen Abbauhohlräume im Zentralteil der Grube Bartensleben begründet sind.

Seit Oktober 2003 werden relevante Grubenbaue im Zuge der sog. bergbaulichen Gefahrenabwehrmaßnahme im Zentralteil (bGZ) mit Salzbeton verfüllt. Diese Maßnahme stabilisiert den Zentralteil so, dass nach Abschluss des atomrechtlichen Planfeststellungsverfahrens das Endlager später planmäßig stillgelegt werden kann. Ohne Verfüllmaßnahmen wäre ein Versagen von Tragelementen in diesem Bereich langfristig nicht auszuschließen.

Das Stabilisierungskonzept sieht vor, 27 Grubenbaue im Zentralteil der Schachanlage Bartensleben bis 2011 mit insgesamt nahezu 950.000 m<sup>3</sup> Salzbeton weitgehend zu verfüllen. Dabei wird der aus Steinsalz, Sand, Kalksteinmehl, Zement und Wasser bestehende Salzbeton oberirdisch angemischt und durch eine Rohrleitung in die unterirdischen Hohlräume gepumpt. Damit kein Salzbeton in die noch offenen und nicht im Rahmen der bGZ zu verfüllenden Grubenbaue läuft, werden die zu verfüllenden Hohlräume durch geeignete Maßnahmen verschlossen. Stündlich werden ca. 50 bis 60 m<sup>3</sup> Salzbeton verfüllt. Die Tagesleistung beträgt ca. 500 bis 600 m<sup>3</sup>.

Der Salzbeton muss bestimmte baustofftechnische Anforderungen erfüllen, um für das Stützkonzept geeignet zu sein. Daher ist bei der Salzbetonherstellung eine bestimmte Rezeptur einzuhalten. Zur Qualitätssicherung werden sowohl die Herstellung als auch das Einbringen des Salzbetons in die Grubenräume kontinuierlich überwacht. Auf Grund seiner Fließeigenschaften breitet sich der Salzbeton flächig aus. Probebohrungen in den erhärteten Versatz haben gezeigt, dass der Versatzkörper einheitlich beschaffen ist und keine Anzeichen für Sedimentation (Entmischung unter Einfluss der Schwerkraft) des Baustoffes aufweist.

Im Jahr 2009 wurden zwei Abbaue der Zwischensohle der zweiten Sohle sowie drei Abbaue der ersten Sohle vollständig mit etwa 127.000 m<sup>3</sup> Salzbeton verfüllt. Kumulativ wurden bis zum Ende des Jahres 2009 im Rahmen der bGZ fast 790.000 m<sup>3</sup> Salzbeton verpumpt. Diese Maßnahme wird im Jahr 2010 weitergeführt. Die Hohlraumverfüllung der bergbaulichen Gefahrenabwehrmaßnahme ist mit den geplanten Maßnahmen der endgültigen Stilllegung kompatibel, da die im Rahmen der bGZ verfüllten Hohlräume ohnehin bei der Stilllegung verfüllt werden sollen.

##### **Höhenüberwachung über Tage**

Zur Höhenüberwachung über Tage wird ein Netz von Messpunkten durch ein vermessungstechnisches Verfahren (Feinnivellement-Messungen) im Abstand von zwei Jahren komplett vermessen. Die Lage der Messpunkte, die anzuwendende Vermessung und die Dokumentation sind in betrieblichen Anweisungen festgelegt. Im Jahr 2009 konnten für den vergangenen zweijährigen Beobachtungszeitraum Senkungen nur über dem relativ stark durchbauten Zentralteil Bartensleben mit Senkungen in der Größenordnung von 1 mm/a ermittelt werden, die wahrscheinlich durch den Bergbau hervorgerufen wurden.

## Höhenüberwachung unter Tage

Zur Höhenüberwachung unter Tage ist ein Netz von Messpunkten installiert worden.

Im Grubenfeld Bartensleben wurden 2009 erwartungsgemäß, durch die Verfüllmaßnahmen im Zentralteil bedingt, höhere Senkungsraten der Decke (bergmännisch: First) mit Werten bis 6 mm/a ermittelt. Im übrigen Grubengebäude Bartensleben sowie im Grubengebäude Marie lagen die Firstsenkungen generell im Bereich bis 1 mm/a. Im Allgemeinen zeigen die Ergebnisse, dass sämtliche Höhenänderungen seit Jahren mit annähernd gleichmäßiger, niedriger Geschwindigkeit ablaufen. Diese Gleichmäßigkeit und die Größe der Höhenänderungen geben keinen Hinweis auf eine kritische Veränderung.



**Abbildung 5: Messung der Firstsenkungsraten**

## Verformungsmessungen

Die untertägig durchgeführten Verformungsmessungen (Konvergenzmessungen) werden in der Grube Marie in zwei Strecken und in einer Kammer durchgeführt. In der Grube Bartensleben erfolgen Verformungsmessungen auf der ersten Sohle in der Nordstrecke und auf der vierten Sohle in einem Abbau, in der Südstrecke, im Zentralteil und im UMF. Im Endlager waren im Jahr 2009 insgesamt 245 Konvergenzmessstationen in Betrieb. Davon befinden sich 23 Konvergenzhorizonte in den Schächten.

Erhöhte Konvergenzraten von bis 4 mm/a wurden in den durch die Verfüllmaßnahmen im Zentralteil beeinflussten Konvergenzquerschnitten festgestellt. Abgesehen von den Einflüssen aus der Verfüllung im Zentralteil stehen die gleichbleibenden, kaum nachweisbaren oder geringen Konvergenzraten bis zu 2 mm/a im Einklang mit den Ergebnissen der Vorjahre.

Die Messergebnisse aus den im Zentralteil eingerichteten Lageänderungsbohrungen zeigen ebenfalls die Auswirkungen der Verfüllung im Jahr 2009. Im Maximum haben die Stauchungen um bis zu 0,4 mm/m auf 4,4 mm/m sowie die Neigungsänderungen um 0,4 mm/m auf 5,8 mm/m zugenommen. Dabei ist es Mitte 2009 in den maximalen Verformungsbereichen zu verformungsbedingten Beschädigungen der Verrohrungen gekommen.



**Abbildung 6: Durchführung einer Lageänderungsmessung**

Von den 79 im Messbetrieb befindlichen Extensometern (Instrumente, die Längenänderungen und Dehnungen im Gestein messen) zeigen 32 Instrumente zum Ende ihres gesamten, unterschiedlich langen Messzeitraumes Gesamtverschiebungen von mehr als 5 mm an.

Unverändert sind 2009 leicht erhöhte Verschiebungsraten in einzelnen Schwebenabschnitten im Südfeld auf der vierten Sohle feststellbar. Sie verlaufen gleichbleibend oder abnehmend. Im UMF wurden im Jahr 2009 keine signifikanten Verschiebungsraten beobachtet. Und im Zentralteil weisen die Extensometer im Umfeld der verfüllten Abbaue erwartungsgemäß erhöhte Verformungsraten von maximal 2,5 mm/m auf, die durch Temperaturerhöhungen und Spannungsumlagerungen verursacht sind. Diesen Verformungen wurde in einigen Fällen durch Sperrung von Grubenräumen und weitere Vorsorgemaßnahmen Rechnung getragen.

Die Spannungsmessungen im Schacht Bartensleben zeigen in 2009 überwiegend temperaturinduzierte Spannungsänderungen bis maximal 3 Megapascal (MPa). Eine langzeitliche Spannungszunahme im Ausbaumauerwerk konnte bisher nicht festgestellt werden. Visuelle Beobachtungen geben keinen Hinweis auf spannungsbedingte Schäden im Schacht.

## **3.2 Wasser- und Lösungsmanagement**

### **Überschusslösungen**

Im Rahmen der Stabilisierungsmaßnahmen im Zentralteil (bGZ) sind mit der Verfüllung von Abbauen im Zentralteil mit Salzbeton Überschusslösungen aufgetreten. Es ist ein Vorsorgekonzept zur Beherrschung der Überschusslösung entwickelt und parallel zum fortschreitenden Verfüllbetrieb umgesetzt worden. Wesentlicher Bestandteil dieses Vorsorgekonzeptes ist das Auffangen der Überschusslösungen, das Sammeln in Behältern und das Abpumpen der Lösungen nach über Tage. Die abgepumpten Lösungen werden wieder der Salzbetonherstellung zugeführt.

Im Jahr 2009 sind 109 m<sup>3</sup> Überschusslösungen aufgefangen und für die Salzbetonherstellung genutzt worden.



**Abbildung 7: Wasserauffangbecken der bGZ mit Pumpen zur Förderung des Wassers nach über Tage**

### **Lauge Gesenk 500**

In der Grube Marie befinden sich auf der untersten Sohle (500-m-Sohle) mehrere tausend Kubikmeter unkontaminierter Lauge, die hauptsächlich durch die zeitweise defekte Schachtwasserhaltung in der Nachkriegszeit und auch durch die Nutzung des Grubengebäudes Marie als Hühnermastbetrieb entstanden sind. Diese Laugen sind über das Gesenk 500, einen Schacht, der auf die 500-m-Sohle führt aber nicht an die Erdoberfläche austritt, zugänglich. Die Laugen werden über eine im Gesenk 500 installierte Pumpanlage nach über Tage gepumpt und bei der Salzbetonherstellung im Rahmen der bGZ eingesetzt.

Im Jahr 2009 wurden 5.115 m<sup>3</sup> Lauge aus dem Gesenk 500 gehoben und für die Salzbetonherstellung genutzt.

### **Schachtwasserhaltung**

Schacht Marie und Schacht Bartensleben durchstoßen die Grundwasserleiter und entwässern diese. Das durch die Schächte zutretende Wasser wird durch eine Schachtwasserhaltung gezielt gefasst, abgeleitet und wieder nach über Tage gehoben. Die Schachtwasserhaltung besteht aus den Traufenrinnen, diversen Leitungen, Sammelbecken und Einrichtungen zum Verbringen der Wässer nach über Tage.

Im Jahr 2009 sind im Schacht Bartensleben 3.175 m<sup>3</sup>, im Schacht Marie 7.304 m<sup>3</sup> Wasser gefasst und gehoben worden. Die Wässer aus dem Schacht Bartensleben werden in den Salzbach und die aus dem Schacht Marie über einen Graben in die Aller abgegeben. Die Zutrittsmenge Schacht Bartensleben ist im Vergleich zum Vorjahr (3.283 m<sup>3</sup>) leicht gesunken. Die Zuflussrate liegt unter dem Mittelwert seit 1977 (6,22 l/min). Die Mineralisation der Schachtwässer weicht im Vergleich mit den Durchschnittswerten der Vorjahren nicht signifikant ab.

**Tabelle 2: Zufluss Schachtwässer Schacht Bartensleben 2000 bis 2009 in Kubikmeter (m<sup>3</sup>)**

Jahr	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
m <sup>3</sup>	3120	3187	3387	3098	3371	3327	3314	3436	3283	3175

**Tabelle 3: Analyseergebnisse der Schachtwässer Schacht Bartensleben**

Datum	Proben-nr.	Dichte (g/m <sup>3</sup> )	pH-Wert	Natrium (g/l)	Kalium (g/l)	Calcium (g/l)	Mag-nesium (g/l)	Chlorid (g/l)	Sulfat (g/l)	Hyd.-Karbo-nat (g/l)	Gesamt-minerali-sation (g/l)
02/09	1741	1,027	7,79	11,230	0,147	1,924	0,427	18,450	4,100	0,100	36,378
05/09	1775	1,027	7,60	11,800	0,113	1,100	0,431	18,150	4,000	0,100	35,694
08/09	1795	1,026	7,56	12,200	0,184	1,050	0,443	19,200	4,110	0,120	37,307
11/09	1814	1,026	7,61	10,800	0,113	1,051	0,404	17,500	4,050	0,100	34,018
1983- Durchschnitt	2009	1,025	7,47	11,317	0,192	1,122	0,481	18,092	3,464	0,102	35,057

Der Zufluss im Schacht Marie ist mit 7.304 m<sup>3</sup> im Vergleich zum Vorjahr (7.176 m<sup>3</sup>) gestiegen. Die Zuflussrate liegt unter dem Mittelwert seit 1974 (14,0 l/min).

**Tabelle 4: Zufluss Schachtwässer Schacht Marie 2000 bis 2009 in Kubikmeter (m<sup>3</sup>)**

Jahr	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
m <sup>3</sup>	5863	5551	6150	8005	7621	7027	6447	6300	7176	7304

**Tabelle 5: Analyseergebnisse der Schachtwässer Schacht Marie**

Datum	Proben-nr.	Dichte (g/m <sup>3</sup> )	pH-Wert	Natrium (g/l)	Kalium (g/l)	Calcium (g/l)	Mag-nesium (g/l)	Chlorid (g/l)	Sulfat (g/l)	Hyd.-Karbo-nat (g/l)	Gesamt-minerali-sation (g/l)
02/09	1753	1,002	8,14	0,280	0,014	0,237	0,062	0,510	0,460	0,350	1,913
05/09	1774	1,002	7,80	0,372	0,012	0,150	0,065	0,490	0,460	0,350	1,889
08/09	1806	1,001	7,73	0,503	0,082	0,118	0,089	0,720	0,530	0,350	2,392
11/09	1815	1,001	7,81	0,350	0,012	0,100	0,060	0,460	0,410	0,320	1,712
1983- Durchschnitt	2009	0,998	7,73	0,479	0,036	0,141	0,078	0,702	0,452	0,329	2,248

## Wetter- und Standlösungen

Die durch die Bewetterung eingebrachte Luftfeuchtigkeit kondensiert im Grubengebäude und sammelt sich an einigen Stellen im Grubengebäude, die Laugentümpel genannt werden. Im Jahr 2009 wurden im Grubengebäude Bartensleben aus Laugentümpeln 7,18 m<sup>3</sup> und im Grubengebäude Marie 7,55 m<sup>3</sup> Lösung abgepumpt. Die Lauge wurde zur Verfestigung der Wege (bergmännisch: Strecken) im Grubengebäude verwendet. Die Lösungen wurden nicht analysiert.

### 3.3 Hydrogeologische Überwachung

In praktisch allen Bergwerken, welche bisher in den verschiedensten Gesteins- und Rohstoffvorkommen eingerichtet worden sind, treten in unterschiedlichen Volumina Gebirgswässer und Lösungen auf. Das gilt auch für Kali- und Steinsalzbergwerke wie das ERAM.

Im Grubengebäude der Schachtanlagen Bartensleben und Marie gibt bzw. gab es an verschiedenen Stellen Vorkommen von Salzlösungen. Diese traten beim Herstellen (bergmännisch: Auffahren) der untertägigen Hohlräume auf und sind als Folge der unterschiedlichen Nutzung der Gruben in der Vergangenheit entstanden. Die überwiegende Anzahl der Lösungsvorkommen ist inzwischen versiegt bzw. ausgetrocknet.

Zur Beurteilung möglicher Einflüsse von Salzlösungen auf die Betriebssicherheit ist es notwendig, die Vorkommen von Lösungen regelmäßig zu kontrollieren und zu dokumentieren. Dies umfasst eine regelmäßige Bestimmung der zutretenden Lösungsvolumina, der Dichte (um damit den Salzgehalt der Lösungen zu bestimmen) und der Temperatur sowie die für einige Zutrittsstellen regelmäßig durchgeführten chemischen Analysen.



Abbildung 8: Langjährig regelmäßig überwachte Zutrittsstellen von Salzlösungen in den Gruben Bartensleben und Marie.

## Grube Bartensleben

### Abbau 1a

Die Lösungsvorkommen (Tropfstellen) in der Lokalität „Abbau 1a“ befinden sich in der Grube Bartensleben an der nördlichen Richtstrecke (Nordstrecke) der ersten Sohle.

Im „Abbau 1a“ trat der erste Zutritt von Salzlösungen am 17.10.1962 beim Anfahren einer Kammer in der Zwischensohle über der ersten Sohle auf. Die Zutritte werden seit 1997 mittels einer automatischen Tropfenzählanlage kontinuierlich überwacht.



**Abbildung 9: Tropfenzählanlage „Abbau 1a“**

Ins Sammelbecken liefen vom 01.01.2009 bis zum 31.12.2009 insgesamt 1,812 m<sup>3</sup> zu. Dies entspricht einer durchschnittlichen Zutrittsrate von 0,00345 l/min, die gegenüber dem Jahresdurchschnitt 2008 mit 0,00209 l/min gestiegen ist.

**Tabelle 6: Lösungszutritte „Abbau 1a“ von 2000 bis 2009 in Kubikmeter (m<sup>3</sup>)**

Jahr	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Durchschnitt (1997-2009)
Zufluss in m <sup>3</sup>	1,0	0,9	1,4	1,1	0,8	1,1	0,8	0,7	1,1	1,8	1,0

Die chemischen Analysen zeigen keine signifikanten Änderungen im Vergleich zu den bisherigen Befunden über die Entstehung und Herkunft der Lösungen im „Abbau 1a“. Es handelt sich bei den Zutritten von Salzlösungen um Restlösungen (konzentriertes, chemisch verändertes Meerwasser) und eventuell Metamorphoselösungen. Diese stammen aus Speichergesteinen innerhalb der Salzstruktur. Sie haben und hatten keinen Kontakt mit Wässern aus dem Deck- und Nebengebirge.

**Tabelle 7: Analyseergebnisse der Lösungszutritte „Abbau 1a“**

Datum	Probennr.	Dichte (g/cm <sup>3</sup> )	Brom (g/l)	Kalium (g/l)	Natrium (g/l)	Calcium (g/l)	Magnesium (g/l)	Chlorid (g/l)	Sulfat (g/l)	Gesamt-mineralisation (g/l)
24.02.09	1754	1,284	3,59	9,36	6,60	2,67	89,54	284,60	0,44	393,20
26.08.09	1809	1,278	3,34	14,09	7,71	2,82	85,26	278,37	0,37	388,61
1993-2009 Durchschnitt		1,280	3,42	13,47	8,69	2,46	86,46	286,19	0,28	393,37

## Abbaustrecke 5

Seit dem zweiten Halbjahr 2007 ist die Zutrittsstelle, eine abgeschlossene Bohrung die auf Lösung getroffen ist, auf der ersten Sohle im Nordfeld der Grube Bartensleben auf Grund der Verfüllarbeiten im Rahmen der bGZ auf der zweiten Sohle nicht mehr zugänglich. Die weitere Beobachtung wird erst nach der Rekonstruktion der Nordstrecke auf der ersten Sohle wieder möglich sein.

## **Grube Marie**

### Bunte First

Anhand systematischer geochemischer und mineralogischer Untersuchungen an den Lösungsvorkommen in der Lokalität „Bunte First“ wurden die Herkunft und Entstehung der Lösungen ermittelt. Es handelt sich demnach bei den bisher zugetretenen Lösungen um (zum Teil durch die anstehenden Salzminerale veränderte) Versatzlösungen und Wetterlösungen bzw. um Mischungen dieser Lösungen, die sich in Tümpeln in der „Bunten First“ sammeln. Bei einzelnen Tropfstellen der „Bunten First“ wurde ein Anteil geologisch alter Gebirgslösungen (Restlösungen, Metamorphoselösungen) nachgewiesen, welche durch den Bergbau mobilisiert wurden und dadurch aus dem Salzgebirge ausgetreten sind. Anhand der vorliegenden geochemischen Befunde kann eine Verbindung zu Lösungen des Deckgebirges ausgeschlossen werden.

Die Lösungszutritte an den Tropfstellen in der „Bunten First“ sind in den letzten Jahren zurückgegangen. 2009 wurden in der „Bunten First“ keine Zutritte weiterer Lösungen beobachtet. Die Dichte und Temperatur der Lösungen, die sich in den Tümpel in der „Bunten First“ sammeln, werden einmal im Quartal ermittelt. Die Lösungen zeigen im Jahr 2009 keine signifikanten Abweichungen der gemessenen Dichtewerte zum Durchschnitt der Vorjahre.

**Tabelle 8: Dichtewerte der Lösungszutritte in der „Bunten First“ (g/m<sup>3</sup>)**

Lösungs-vorkommen	1. Quartal 09	2. Quartal 09	3. Quartal 09	4. Quartal 09	Durchschnitt 1992-2009
6.1	1,291	1,239	1,289	1,289	1,285
6.2	1,322	1,321	1,320	1,314	1,307
6.3	1,305	1,304	1,298	1,296	1,292
6.4	n.b.	n.b.	n.b.	1,281	1,280
6.5	1,280	1,280	1,280	1,280	1,279
6.6	1,280	1,279	1,279	1,279	1,277
6.7	1,298	1,297	1,296	1,297	1,295
6.8	1,311	1,308	1,306	1,306	1,303

### Bremsbergfuß

An der Lokalität „Bremsbergfuß“, die im Südfeld des Grubengebäudes Marie liegt, wird die Zutrittsrate der salinaren Lösungen sowie ihre Dichte und Temperatur einmal im Quartal ermittelt. Die Dichte zeigt keine signifikante Abweichung zum Durchschnitt des Vorjahres. Die Zutrittsrate ist gestiegen. Im Jahr 2009 sind insgesamt 0,0023 m<sup>3</sup> Lösung aufgefangen worden.

**Tabelle 9: Lösungszutritte aus der Bohrung am „Bremsbergfuß“ in Liter**

Zeitraum	1. Quartal 09	2. Quartal 09	3. Quartal 09	4. Quartal 09	Summe 2009	Durchschnitt 1992-2009
Zutritt (l)	0,820	0,630	0,440	0,405	2,295	0,0125

**Tabelle 10: Dichtewerte der Lösungszutritte aus der Bohrung am „Bremsbergfuß“ (g/m<sup>3</sup>)**

Zeitraum	1. Quartal 09	2. Quartal 09	3. Quartal 09	4. Quartal 09	Durchschnitt 2008
Dichtewerte (g/m <sup>3</sup> )	1,410	1,410	1,411	1,411	1,405

Lager H

Die Tropfstellen in der Lokalität „Lager H“ befinden sich in der Nordabteilung Marie. Sie liegen in dem Bereich des Lagerteils „H“ im Bereich einer Zwischensole in ungefährender Tiefe von 320 m. Sie liegen damit mehr als 1,5 km von der Grube Bartensleben und damit von den radioaktiven Abfällen entfernt.

Seit dem 13.01.2009 wurden im wöchentlichen Abstand ca. 3 m<sup>3</sup>, 1,6 m<sup>3</sup> und 1,7 m<sup>3</sup> Lösung abgepumpt, so dass unter Abzug dieser Mengen gemäß Pegelanstieg im ersten Halbjahr 9,47 m<sup>3</sup> zutraten. Im zweiten Halbjahr sind 6,40 m<sup>3</sup> zugelaufen und im gesamten Jahr 2009 damit 15,87 m<sup>3</sup> Lösung. Damit war der berechnete Zutritt höher als im Jahr 2008 (10,73 m<sup>3</sup>).

Die chemischen Analysen nach Dichte und Mineralisation zeigen dagegen keine signifikanten Änderungen im Vergleich zu den bisherigen Befunden. Die Zutritte bleiben somit weiterhin beherrschbar.

**Tabelle 11: Lösungszutritte „Lager H“ von 2000 bis 2009**

Jahr	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Zufluss (m <sup>3</sup> )	11,2	5,65	11,2	12,1	11,6	5,96	14,33	15,4	10,7	15,9

Mittels des spezifischen Stoffbestandes der im „Lager H“ zutretenden gesättigten Salzlösungen konnte festgestellt werden, dass deren Wasseranteil aus dem Deckgebirge stammt. Somit besteht zwischen der Zutrittsstelle von Lösungen der Lokalität „Lager H“, dem Salzspiegel und dem die Salzstruktur überlagernden Deckgebirge, anders als bei den vorher beschriebenen Lösungsvorkommen, eine hydraulisch wirksame Verbindung (Wasserwegsamkeit).

**Tabelle 12: Analysenergebnisse der Lösungszutritte „Lager H“**

Datum	Probennr.	Dichte (g/cm <sup>3</sup> )	Brom (g/l)	Kalium (g/l)	Natrium (g/l)	Calcium (g/l)	Magnesium (g/l)	Chlorid (g/l)	Sulfat (g/l)	Gesamtmineralisation (g/l)
26.01.09	1726	1,227	1,95	25,14	14,04	0,08	76,37	284,50	26,87	390,98
25.02.09	1756	1,277	1,95	24,44	14,65	0,09	76,76	245,87	26,85	386,65
25.03.09	1758	1,278	1,97	25,12	14,76	0,09	75,52	247,27	26,51	389,27
22.04.09	1770	1,278	1,97	25,27	14,52	0,10	75,52	245,57	26,26	387,24
25.05.09	1772	1,278	1,95	24,99	14,31	0,11	75,39	247,43	26,20	388,44
30.06.09	1776	1,278	1,97	25,78	14,72	0,12	76,30	247,52	27,23	391,67
28.07.09	1779	1,278	1,95	24,64	14,35	0,11	75,58	247,30	26,39	388,37
25.08.09	1807	1,276	1,95	24,42	14,27	0,11	74,87	244,57	27,78	386,02
24.09.09	1810	1,276	1,96	23,98	14,03	0,08	76,43	246,43	26,32	387,27

Datum	Probennr.	Dichte (g/cm <sup>3</sup> )	Brom (g/l)	Kalium (g/l)	Natrium (g/l)	Calcium (g/l)	Magnesium (g/l)	Chlorid (g/l)	Sulfat (g/l)	Gesamtmineralisation (g/l)
27.10.09	1812	1,276	1,95	24,62	14,00	0,12	75,35	246,40	26,44	386,93
24.11.09	1816	1,276	1,95	25,15	14,74	0,10	76,74	246,87	27,24	390,84
15.12.09	1818	1,276	1,93	25,05	14,16	0,10	75,45	246,87	27,08	388,71
1990-2009 Durchschnitt		1,279	2,01	25,42	15,70	0,09	77,17	250,79	29,73	398,67

## Gesamtbewertung der Lösungszutritte in die Gruben Bartensleben und Marie

Im Rahmen der hydrogeologischen Überwachung wurden in 2009 die oben beschriebenen, relevanten Lösungszutrittsstellen hinsichtlich der Lösungsvolumina, der Dichte und der Temperatur regelmäßig überwacht sowie für einige Zutrittsstellen regelmäßig chemische Analysen durchgeführt. Es konnte mit einer Ausnahme nachgewiesen werden, dass es sich bei den Lösungszutritten um keine Lösungen aus dem Deckgebirge handelt, da es sich zum einen um Restlösungen oder um Metamorphoselösungen aus dem umliegenden Salzgebirge handelt oder zum anderen um Lösungen, die durch die Bewitterung oder durch das Einbringen von feuchtem Versatz in das Grubengebäude gelangt sind. Die Messergebnisse der Zutrittslösungen im Lager H in der Grube Marie lassen auf eine hydraulische Verbindung zum Deckgebirge schließen. Die Lösungsmenge hat im Vergleich zum letzten Jahr zugenommen. Die chemischen Analysen zeigen dagegen keine signifikanten Änderungen im Vergleich zu den bisherigen Analyseergebnissen.

Insgesamt liegen die Messergebnisse aller Zutrittslösungen im Bereich der langjährig ermittelten Werte, so dass die technische Beherrschbarkeit der Lösungen in den Gruben Bartensleben und Marie weiterhin gegeben ist.

## 4 BETRIEBLICHER STRAHLENSCHUTZ

Die Aufgaben des betrieblichen Strahlenschutzes im ERAM ergeben sich aus der Strahlenschutzverordnung und den daraus abgeleiteten Richtlinien, der Dauerbetriebsgenehmigung und dem betrieblichen Regelwerk des ERAM. Der betriebliche Strahlenschutz umfasst alle Maßnahmen, die zur radiologischen Überwachung des Personals, der Anlage und der Umgebung erforderlich sind. Dazu zählen z. B. die Überwachung der Ortsdosis, der Ortsdosisleistung, der Personendosis sowie die Kontrolle auf Kontaminationen. Durch diese Maßnahmen wird sichergestellt, dass alle einschlägigen Schutzvorschriften und Grenzwerte eingehalten werden.

### 4.1 Personendosisüberwachung

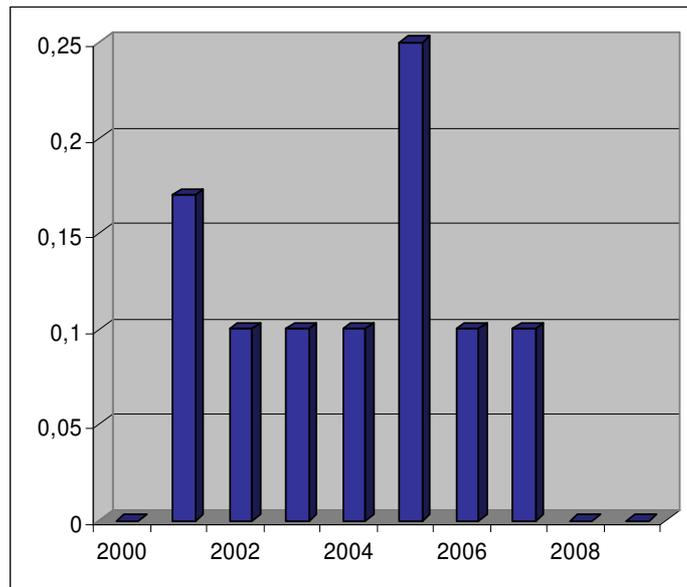
Im ERAM werden die im Kontrollbereich tätigen Personen sowohl mit amtlichen als auch mit betrieblichen Dosimetern überwacht, um die äußere Strahlenbelastung festzustellen. Entsprechend der Dauerbetriebsgenehmigung werden diese Personen je nach Tätigkeitsbereich in die Kategorien A und B für beruflich strahlenexponierte Personen eingestuft. Zusätzlich erfolgt eine Einstufung der beruflich strahlenexponierten Personen gemäß StrlSchV nach der zu erwartenden Dosis. Danach gehören Personen zur Kategorie A, wenn sie im Jahr eine effektive Dosis von mehr als 6 Millisievert (mSv) erhalten können, bei Personen der Kategorie B sind es 1 bis 6 mSv im Jahr.



**Abbildung 10: Auslesen betrieblicher Dosimeter im Kontrollbereich des ERAM**

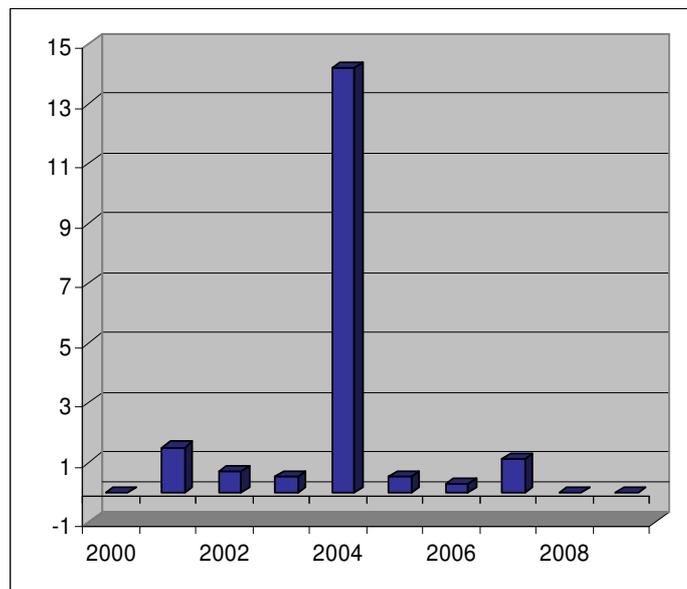
Die Dosen, die nach StrlSchV zu einer Einstufung als beruflich strahlenexponierte Personen führen, werden im ERAM bei weitem nicht erreicht. Am Jahresende 2009 waren 30 Personen in die Kategorie A und 124 Personen in die Kategorie B eingestuft. Im Jahr 2009 konnten für alle Personen der Kategorien A und B keine mit amtlichen Dosimetern ermittelten Expositionen oberhalb der Nachweisgrenze (0,1 mSv) festgestellt werden. Somit wäre eine Einstufung von Personen als strahlenexponierte Personen nicht mehr notwendig. Aufgrund der Vorgaben der Dauerbetriebsgenehmigung (tätigkeitsorientierte Einstufung) wurde die Einstufung in die Kategorien A und B jedoch beibehalten.

Zu Zeiten der Einlagerung lagen die höchsten mittleren individuellen Dosen bei 1,5 mSv. Dies entspricht 13 % des Grenzwertes von 12 mSv/a für beruflich strahlenexponierte Personen der Kategorie A im ERAM und 37,5 % des Grenzwertes von 4 mSv/a für Personen der Kategorie B im ERAM. Die Grenzwerte wurden zu jeder Zeit eingehalten. Durchschnittlich wurden in den letzten zehn Jahren mittlere individuelle Dosen von 0,1 mSv pro Jahr gemessen. Zwei Werte weichen von den Durchschnittswerten ab. Diese Werte liegen aber immer noch weit unter den Grenzwerten.



**Abbildung 11: Mittlere individuelle Dosis der beruflich strahlenexponierten Personen des ERAM in mSv/a 2000-2009 (der Grenzwert beträgt 6 mSv/a)**

Die Strahlenbelastung der einzelnen beruflich exponierten Personen im ERAM lag in der Summe in den letzten zehn Jahren üblicherweise zwischen 0 und 1,5 mSv im Jahr. Im Jahr 2004 erhöhte sich die Gesamtexposition, da sich die Individualdosis zahlreicher Mitarbeiter geringfügig erhöhte. Allerdings lagen die Werte immer noch weit unter dem Grenzwert.



**Abbildung 12: Jährliche Gesamtexposition der beruflich strahlenexponierten Personen des ERAM in mSv/a (2000-2009)**

## 4.2 Inkorporationsüberwachung

Freigesetzte radioaktive Stoffe (Radionuklide) können oral, durch Inhalation, über offene Wunden und z. T. sogar über die unverletzte Haut in den menschlichen Körper gelangen. Dies nennt man Inkorporation. Inkorporierte Radionuklide führen zu einer internen Strahlenbelastung, die aus radiologischer Sicht problematisch sein kann, weil sie dazu führt, dass eine höhere Aktivität über einen längeren Zeitraum im Körper verbleibt. Besteht bei beruflich strahlenexponierten Personen die Möglichkeit, Radionuklide zu inkorporieren, so müssen diese Personen regelmäßig untersucht werden.

Da Radionuklide bei ihrem Zerfall Photonen aussenden, können diese mit Gammadetektoren im so genannten Ganzkörperzähler direkt gemessen werden. Wichtig in diesem Bereich sind v. a. die Radionuklide Cäsium-137 und Cobalt-60.



**Abbildung 13: Messung im Ganzkörperzähler im Labor des BfS in Berlin**

Im Jahr 2009 wurde eine zehn Personen umfassende Kontrollgruppe des ERAM am Ganzkörperzähler des BfS in Berlin untersucht. Bei allen Personen konnte nur das natürliche Radionuklid Kalium-40 gemessen werden. Der Kalium-40-Körpergehalt lag jeweils im Bereich der Schwankungsbreite infolge natürlicher Kalium-40-Zufuhr. Damit ergeben sich keine Hinweise auf eine Inkorporation künstlicher Radionuklide.

### **4.3 Innerbetriebliche Strahlenschutzkontrollen**

Die innerbetriebliche Strahlenschutzkontrolle dient dazu, einen messtechnisch belegten Überblick über ggf. vorhandene Strahlenfelder sowie die Anlagen-, Personen- und Raumluftkontamination zu erlangen.

Die Kontamination von betrieblichen Anlagen wird durch sogenannte Wischtests überprüft. Dabei wird mit kleinen Papierfiltern über die Oberfläche von Anlagenteilen gewischt. Anschließend wird die Aktivität der Filter bzw. der auf den Filtern haftenden radioaktiven Partikel in einem Strahlungsmessgerät bestimmt. Für die Überprüfung der Kontamination von Personen werden die Hände, Füße und die Bekleidung ausgemessen. Dazu werden tragbare Messgeräte, Monitore oder Ganzkörperkontrollschränke verwendet.

Im Jahr 2009 wurden die Grenzwerte bei Personen- und Anlagenkontaminationen nicht überschritten.

Bei der Raumluftkontamination wurde nur an einem Tag - am 04.11.2009 - der zulässige Wert von  $120 \text{ Bq/m}^3$  für Alpha-Strahler in einer Abwetterstrecke im Kontrollbereich auf der vierten Sohle, die nur selten betreten wird, für eine Stunde überschritten. Im Maximum wurden  $151 \text{ Bq/m}^3$  gemessen. Im Tagesmittel wurde der Wert  $120 \text{ Bq/m}^3$  nicht überschritten.

Diese kurzzeitige Überschreitung ist auf die Bewetterung von Einlagerungsräumen im Südfeld der vierten Sohle zurückzuführen. Im Jahr 2009 wurden die restlichen Hohlräume der Einlagerungsräume im Südfeld mit Asche verfüllt. Dies war nach Dauerbetriebsgenehmigung vorgesehen, um einen zwar unwahrscheinlichen aber durch Selbstentzündung oder Funkenbildung möglichen Brand, die Ansammlung von Schadstoffen und explosiblen Gasen sowie den Luftaustritt aus den Einlagerungsgrubenbauten infolge von atmosphärischen Druckschwankungen zu verhindern. Durch den Ascheeintrag wurde die in den Einlagerungshohlräumen vorhandene kontaminierte Luft verdrängt und durch das Bewetterungssystem in die Abwetterleitungen geleitet, wo die Raumluftuntersuchungen

durchgeführt werden. Diese Überschreitung ist weder radiologisch noch genehmigungsrechtlich bedenklich.



**Abbildung 14: Raumlüftungsüberwachungseinrichtung der Grubenluft im Kontrollbereich**

Die Aktivitätskonzentration der radioaktiven Isotope des Edelgases Radon wird mit speziellen Dosimetern und Radonmonitoren in den Einlagerungsbereichen und in den Abwetterwegen gemessen. Die Messergebnisse liegen im Jahresdurchschnitt unterhalb der Grenzwertes für den Jahresdurchschnitt von 120 Bq pro Kubikmeter.

Zur Ermittlung der Aktivitätskonzentration von langlebigen Einzelnucliden wurden Proben von Staubfiltern im ERAM ausgewertet. Die gemessenen Werte der Aktivitätskonzentration langlebiger Radionuklide (z. B. Blei-210) lagen in der Größenordnung von 0,01 % des Jahresgrenzwertes von 25 Bq pro Kubikmeter.

Die im Rahmen des Routinemessprogramms an Arbeitsplätzen in Einlagerungsbereichen ermittelten Werte der Tritium-Aktivitätskonzentration sind radiologisch unproblematisch. Die Messwerte liegen im Jahresdurchschnitt in der Größenordnung von ca. 0,1 % des Grenzwertes von 8000 Bq pro Kubikmeter.

Die Ergebnisse der Messungen von Kohlenstoff-14 (C-14) zeigten, dass der Anteil an C-14 (als CO<sub>2</sub>) an der Luftaktivität im ERAM gering und radiologisch unbedenklich ist. Vom Jahresgrenzwert von 400 Bq pro Kubikmeter wurden an Arbeitsplätzen in Einlagerungsbereichen nur Bruchteile eines Prozentes erreicht.

## 5 ABLEITUNG RADIOAKTIVER STOFFE

Die Überwachung der Abgabe radioaktiver Stoffe mit der Abluft und dem Abwasser (Emissionsüberwachung) ist genehmigungsrechtlich vorgeschrieben, um die Einhaltung der zulässigen Abgabewerte zu kontrollieren. Die Emissionsüberwachung hat ihre gesetzliche Grundlage in der Strahlenschutzverordnung und dient zusammen mit der Umgebungsüberwachung zur Beurteilung der Strahlenexposition des Menschen.

### 5.1 Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Abluft

Durch die zum Betrieb des ERAM erforderliche Belüftung (bergmännisch: Bewetterung) der Einlagerungsbereiche werden erhebliche Abluftmengen (bergmännisch: Abwetter) an die Umwelt abgegeben. Da mit diesem Abwetter auch radioaktive Stoffe aus dem ERAM in die Umwelt gelangen können, müssen diese kontinuierlich überwacht und bilanziert werden. Hierzu wird ein repräsentativer Teil der Abwetter am Abwetterschlot des Schachtes Bartensleben kontinuierlich über geeignete Probeentnahmemethoden geleitet, die anschließend mittels spezifischer Messverfahren analysiert werden.

Das ERAM besitzt ein Bewetterungssystem, um die einzelnen Bereiche des Grubengebäudes gezielt mit Wetter versorgen zu können, um die Verteilung der potentiell kontaminierten Abwetter aus dem Kontrollbereich im Rest des Grubengebäudes vermeiden zu können und um Messungen der Abluft zu ermöglichen. Durch das im Jahr 2010 in Betrieb gehende Abwetterbauwerk am Schacht Marie, soll das Bewetterungssystem optimiert werden.

Die vom 01.01. - 31.12.2009 über den Schacht Bartensleben abgegebene Wettermenge betrug  $8,38 \cdot 10^8 \text{ m}^3$ .

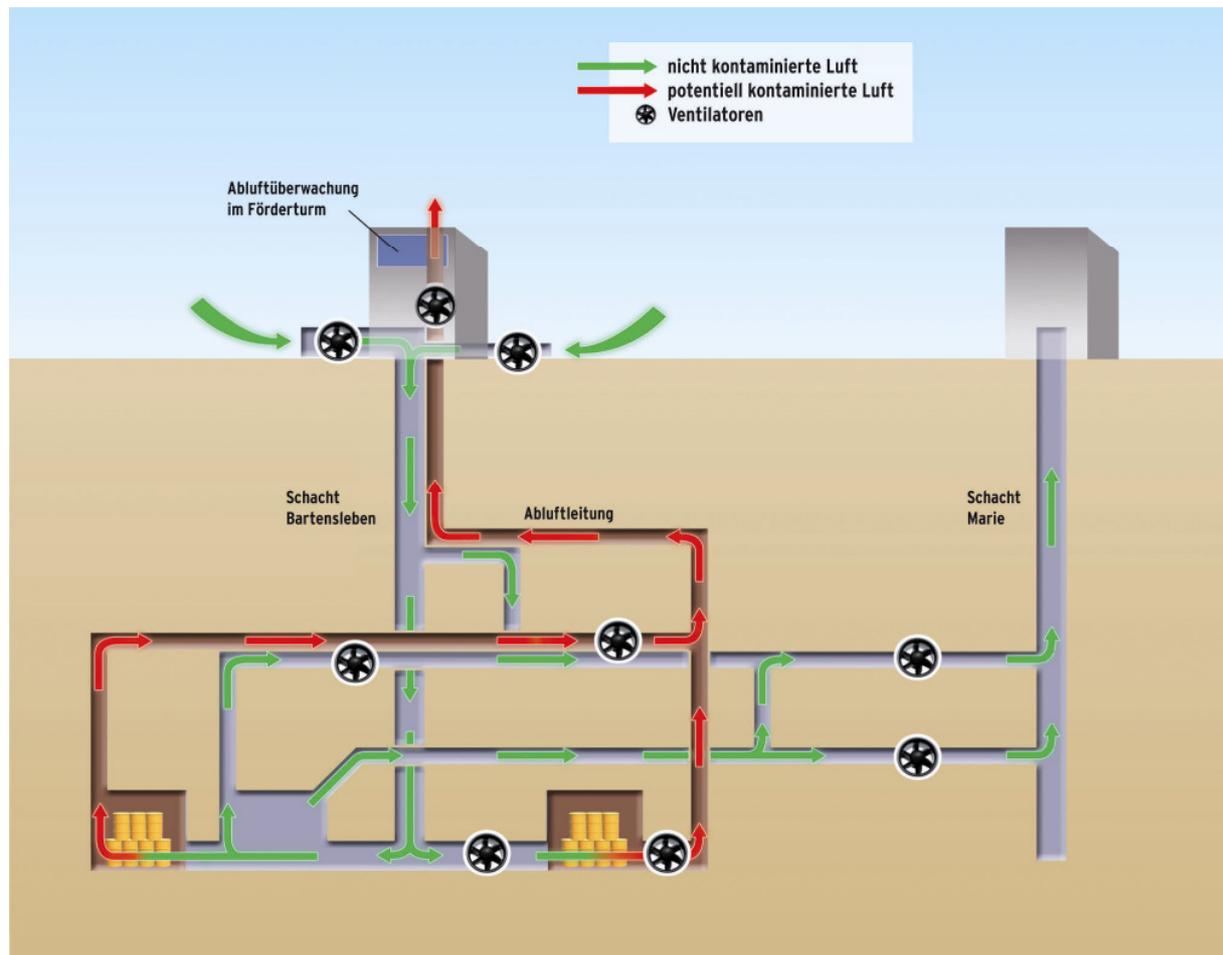


Abbildung 15: Bewetterungssystem ERAM

**Tabelle 13: Analyseenergebnisse der Abluftuntersuchungen des ERAM**

Nuklid, Nuklidgruppe		Kurzlebige Aerosole	Langlebige Aerosole	Tritium H-3	Kohlenstoff C-14
Messverfahren		Festfilter-Aerosol-monitor	Messung von Festfilterproben	diskontinuierliche Probenahme	diskontinuierliche Probenahme
Tagesableitung	Bq	max. $6,7 \cdot 10^7$	max. $9,1 \cdot 10^3$	max. $6,8 \cdot 10^7$	max. $2,5 \cdot 10^6$
zulässige Tagesableitung	Bq	$1,2 \cdot 10^9$	$1,5 \cdot 10^8$	$4,0 \cdot 10^{10}$	$5,0 \cdot 10^9$
Jahresableitung 2009	Bq	$6,0 \cdot 10^9$	$7,6 \cdot 10^5$	$1,3 \cdot 10^{10}$	$6,6 \cdot 10^8$
Zulässige Jahresableitung	Bq	$1,2 \cdot 10^{11}$	$1,5 \cdot 10^{10}$	$4,0 \cdot 10^{12}$	$5,0 \cdot 10^{11}$
mittlere Aktivitätskonzentration 2009	Bq/m <sup>3</sup>	7,2	$9,1 \cdot 10^{-4}$	15	0,78
zulässige mittlere Aktivitätskonzentration	Bq/m <sup>3</sup>	120	15	4000	400

Die Aktivitätsableitungen mit den Abwettern aus dem ERAM liegen im Bereich von 5 % des Grenzwertes für kurzlebige Aerosole, unter 1 % bei Tritium sowie C-14 und 4 bis 5 Größenordnungen unter dem Grenzwert für langlebige Aerosole.

Das im überbägigen Bereich der Schachtanlage Marie neu errichtete Abwetterbauwerk war im Jahr 2009 noch nicht in Betrieb.



**Abbildung 16: Schachthaus und Abwetterbauwerk des Schachtes Marie**

Im folgenden Abschnitt werden die einzelnen überwachten Nuklide bzw. Nuklidgruppen und die ermittelten Werte dargestellt.

## Tritium

Um die Ableitung des Radionuklids Tritium zu bestimmen, wird das Probenahmeverfahren „Isotopenaustausch mittels Waschflasche“ verwendet. Dabei wird ein repräsentativer Teil der Abwetter durch eine mit Wasser gefüllte Waschflasche geleitet. Die Aktivitätskonzentration des Radionuklids Tritium in der so gewonnenen Probe wird anschließend bestimmt und ist Eingangsgröße für die Berechnung der mit dem Abwetter abgeleiteten Tritiumaktivität.



Abbildung 17: Waschflaschen des Tritium(H-3)-Probenahmeverfahrens

Die Tritium-Ableitung im Gesamtjahr 2009 betrug weniger als 1 % der maximal zulässigen Aktivitätsableitungen von 4000 Bq pro Kubikmeter im Jahresdurchschnitt.

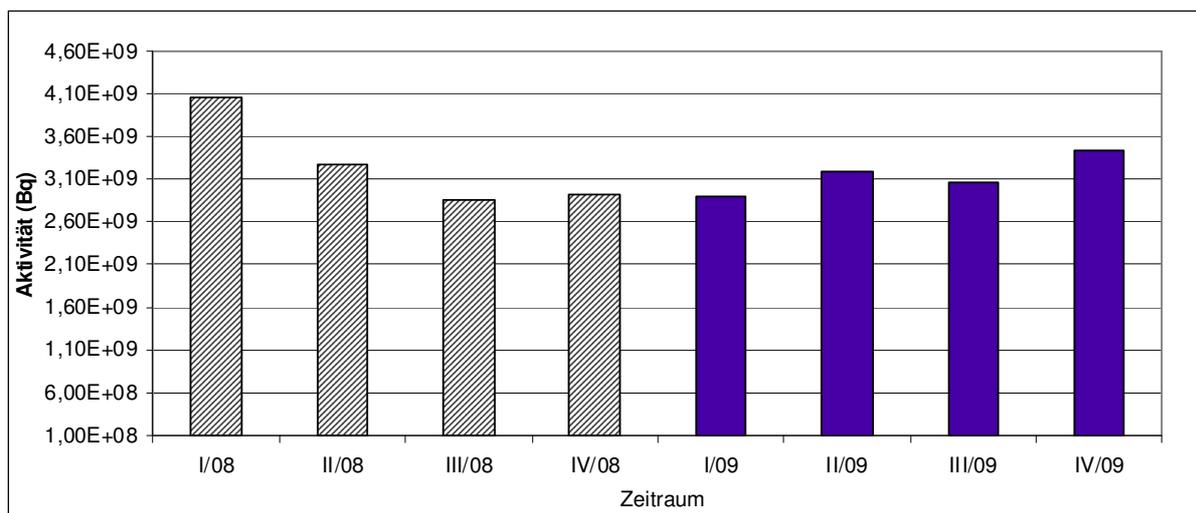


Abbildung 18: H-3-Ableitungen mit der Abluft 2009 im Vergleich zum Vorjahr

## Kohlenstoff-14

Um die Ableitung des Radionuklids Kohlenstoff-14 zu bestimmen, wird im ERAM ein repräsentativer Teil der Abwetter durch eine mit Natronlauge gefüllte Waschflasche geleitet. Dabei wird der als  $\text{CO}_2$  gebundene Kohlenstoff-14 absorbiert. Die Aktivitätskonzentration des Radionuklids Kohlenstoff-14 in der so gewonnenen Probe wird nach mehreren radiochemischen Arbeitsschritten bestimmt und ist Eingangsgröße für die Berechnung der mit den Abwettern abgeleiteten Aktivität.



Abbildung 19: Sammeleinrichtung zur Bestimmung des Radionuklids Kohlenstoff-14

Die Ableitungen von Kohlenstoff-14 betragen im Jahr 2009 weniger als 1 % der maximal zulässigen Aktivitätsableitungen.

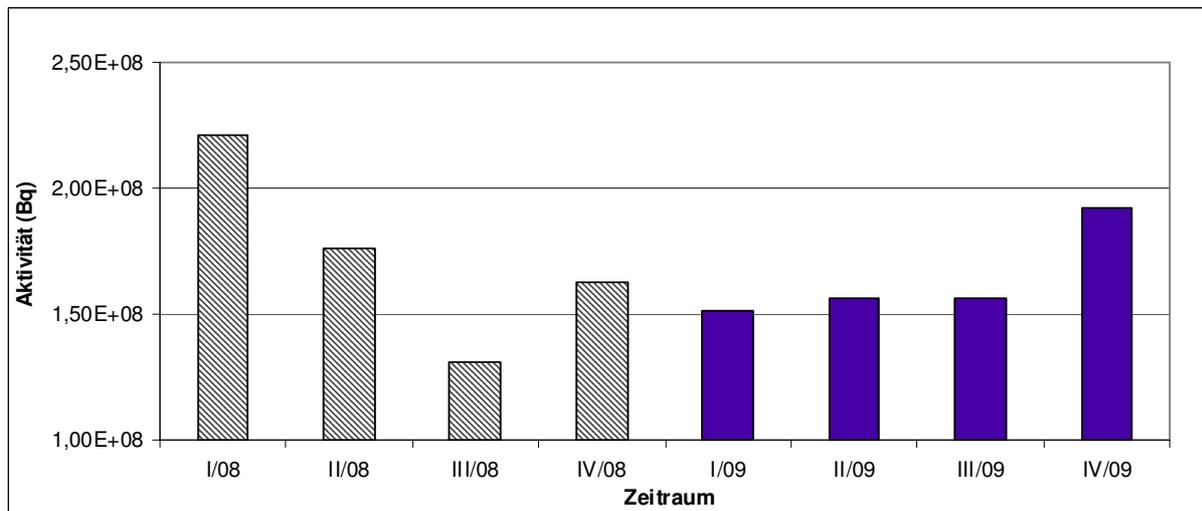
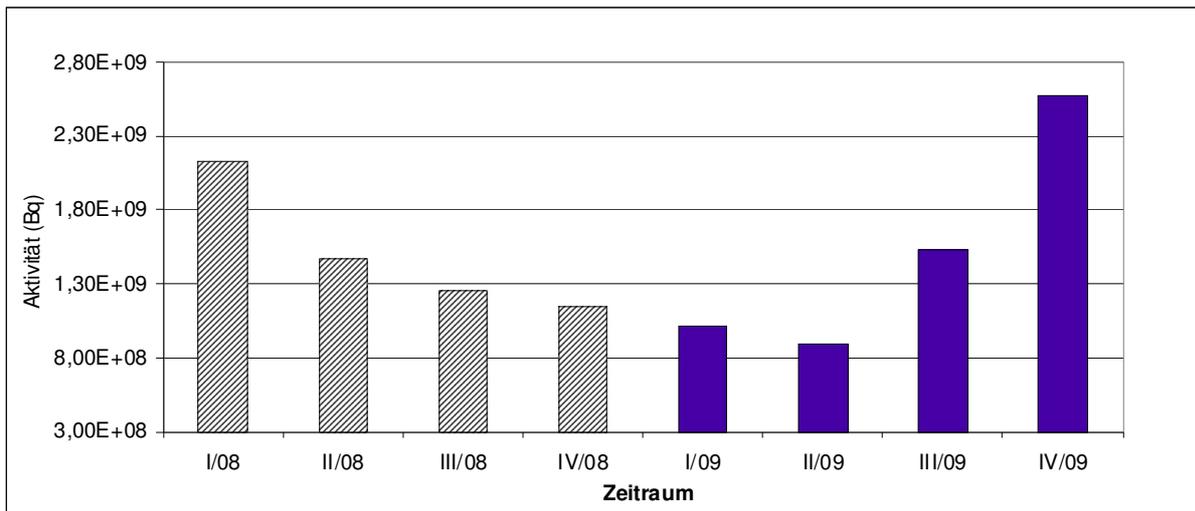


Abbildung 20: C-14-Ableitungen mit der Abluft 2009 im Vergleich zum Vorjahr

## Radon-222

Beim Zerfall von Radon-222 entstehen weitere radioaktive Nuklide der Elemente Polonium, Wismut und Blei. Radon-222 und seine Folgeprodukte, letztere meist an Stäube und Aerosole gebunden, werden mit dem Wetterstrom abtransportiert und letztlich über den Abwitterschlot in die Umgebung freigesetzt. Die Messung dieser Nuklide ist entsprechend der Betriebsgenehmigung Bestandteil der Überwachung der genehmigten Ableitungen.



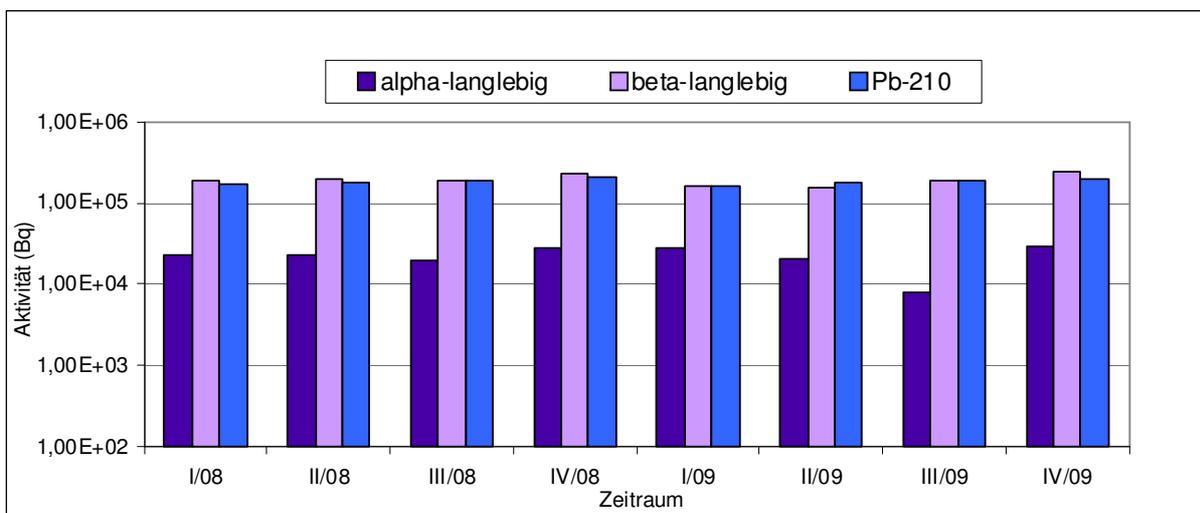
**Abbildung 21: Rn-222-Ableitungen mit der Abluft 2009 im Vergleich zum Vorjahr (ermittelt durch die Messung kurzlebiger Aerosole)**

Die Radon-222-Ableitungen im Jahr 2009 betragen weniger als 10 % der maximal zulässigen Aktivitätsableitungen. Die höheren Werte im dritten und vierten Quartal 2009 sind auf die Bewetterung der Einlagerungshohlräume im Südfeld der vierten Sohle im Rahmen der Resthohlraumverfüllung mit Asche zurückzuführen.

## Aerosole

Eine Reihe von Radionukliden wird nicht als gasförmiger Stoff abgeleitet, sondern lagert sich an im Abwetter vorhandene Schwebstoffe an. Zusätzlich können durch manuelle Tätigkeiten in den Einlagerungskammern radioaktive Stäube und Partikel freigesetzt werden, die ebenfalls über die Abwetter in die Umwelt gelangen. Zur Bestimmung der Ableitung dieser radioaktiven Aerosole wird ein repräsentativer Anteil der Abwetter über Schwebstofffilter geleitet. Die Aktivität der abgelagerten Radionuklide auf dem Filtermaterial wird durch mehrere zumeist physikalische Messmethoden bestimmt und ist Eingangsgröße für die Berechnung der mit den Abwettern abgeleiteten Aktivität.

Die Gesamt-Alpha-/Beta-Aktivitätskonzentrationen ergeben sich aus Messwerten in Verbindung mit dem durchgesetzten Luftvolumen des Aerosolsammlers. Untersuchungen von Monatsmischproben der Filter ergänzen das Messprogramm.



**Abbildung 22: Aerosolableitungen mit der Abluft 2009 im Vergleich zum Vorjahr**

Die Ableitung der Aktivität aller langlebigen Aerosole im Jahr 2009 betrug ca. 0,01 % der zulässigen Ableitungen. Die im vierten Quartal abgeleitete Cäsium-137-Aktivität ( $2,9 \cdot 10^3$  Bq) beträgt weniger als 1 % von der abgeleiteten Gesamtaktivität. Sie ist auf die Bewetterung der Einlagerungshohlräume im Rahmen des Ascheeintrags im Südfeld der vierten Sohle zurückzuführen.

## 5.2 Ableitung radioaktiver Stoffe mit den Abwässern

Radioaktive Stoffe aus dem ERAM können auch über das Abwasser in die Umwelt gelangen. Um die mit dem Abwasser abgeleiteten Aktivitäten zu ermitteln und sicherzustellen, dass die maximal zulässigen Grenzwerte eingehalten werden, wird im Rahmen der Emissionsüberwachung eine Vielzahl nuklidspezifischer und nuklidgruppenbezogener Messungen durchgeführt.

### Konventionelle Abwässer

Die Kontaminationsfreiheit konventioneller Abwässer wird durch

- zyklische Probeentnahme und wöchentliche Ausmessung von Dusch- und Waschwasser aus der Personenschleuse,
- monatliche Probeentnahme und Messung von Schachtwässern Bartensleben,
- wöchentliche Probeentnahme und Messung von Schachtwässern Marie

Beweis sichernd überprüft.

Dusch- und Waschwasser aus der Personenschleuse wurde ohne weitere Probenvorbereitung gammaspektrometrisch bezüglich der Einzelnuclidaktivitätskonzentration gemessen. Die Tritium-Aktivitätskonzentration im Schachtwasser Marie und im Dusch- und Waschwasser aus der Personenschleuse werden ermittelt. Alle konventionellen Abwässer werden durch eine Gesamt-Beta-Messung bezüglich der Aktivitätskonzentration von Beta-Strahlern ausgewertet. Es wurden im Jahr 2009 keine Werte oberhalb der Nachweisgrenze gemessen. Die Untersuchungen dienen lediglich der Beweissicherung.

### Potentiell kontaminierte Abwässer

Potentiell kontaminierte Abwässer waren 2009 Handwaschwässer aus dem Kontrollbereich, Abwässer, die beim Betreiben der Toilettenanlagen im Kontrollbereich entstanden sind und Abwässer, die bei der Dichtheitsprobe der Speziellen Kanalisation angefallen sind. Sie wurden in Sammelbehältern erfasst und bis zur erfolgten Freigabe nach Durchführung der Entscheidungsmessungen zurückgehalten. Nach Freigabe wurden die Abwässer dann der betrieblichen konventionellen Kanalisation zugeführt.

Folgende Messungen wurden durchgeführt:

- Blei-210-Messungen,
- Gammaspektrometrische Messung bezüglich der Aktivitätskonzentrationen der Einzelnuclide,
- Messung von Tritium-Aktivitätskonzentrationen,
- Gesamt-Beta-Messung.

Tabelle 14: Analysenergebnisse der potentiell kontaminierten Abwässer

Monat	Abgabe [m³]	Gesamt-Beta-Aktivitätskonz. [Bq/m³]	Aktivität langlebiger Nuklide [Bq]	Tritium-Aktivität [Bq]
Januar	0,9	$7,0 \cdot 10^2$	–	$1,5 \cdot 10^3$
Februar	–	–	–	–
März	2,4	$4,6 \cdot 10^3$	$9,4 \cdot 10^1$	–
April	–	–	–	–
Mai	0,9	$2,3 \cdot 10^3$	–	–
Juni	2,0	$3,9 \cdot 10^3$	–	–
Juli	1,8	$1,6 \cdot 10^3$	$9,0 \cdot 10^1$	$3,7 \cdot 10^4$
August	–	–	–	–
September	2,2	$2,5 \cdot 10^3$	–	$5,8 \cdot 10^3$
Oktober	1,1	$3,3 \cdot 10^3$	–	–
November	1,4	$1,8 \cdot 10^3$	$3,3 \cdot 10^2$	–
Dezember	0,5	$3,2 \cdot 10^3$	–	–
Jahr 2009	<b>13,2</b>	<b><math>\varnothing 2,8 \cdot 10^3</math></b>	<b><math>\Sigma 5,2 \cdot 10^2</math></b>	<b><math>\Sigma 4,4 \cdot 10^4</math></b>
Grenzwert	-	<b><math>\varnothing 20,00 \cdot 10^3</math></b>	<b><math>\Sigma 5,00 \cdot 10^6</math></b>	<b><math>\Sigma 2,50 \cdot 10^9</math></b>

( $\varnothing$ = Durchschnitt,  $\Sigma$ = Summe)

Die gemessene Tritium-Konzentration in den Abwässern betrug ca. 0,002 % der zulässigen Ableitung. Die Konzentration an langlebigen Gesamt-Beta-Strahler in den abgeleiteten Wässern betrug ca. 14 % und die der Gammastrahler betrug ca. 0,01 % der zulässigen Ableitungen.

Die Tritiumableitungen stammen aus Handwaschwässern und Brauchwässern der Toilettenanlagen. Insgesamt wurden bei den Ableitungen mit dem Abwasser die zulässigen Jahresabgaben zu weniger als 1 % ausgeschöpft.

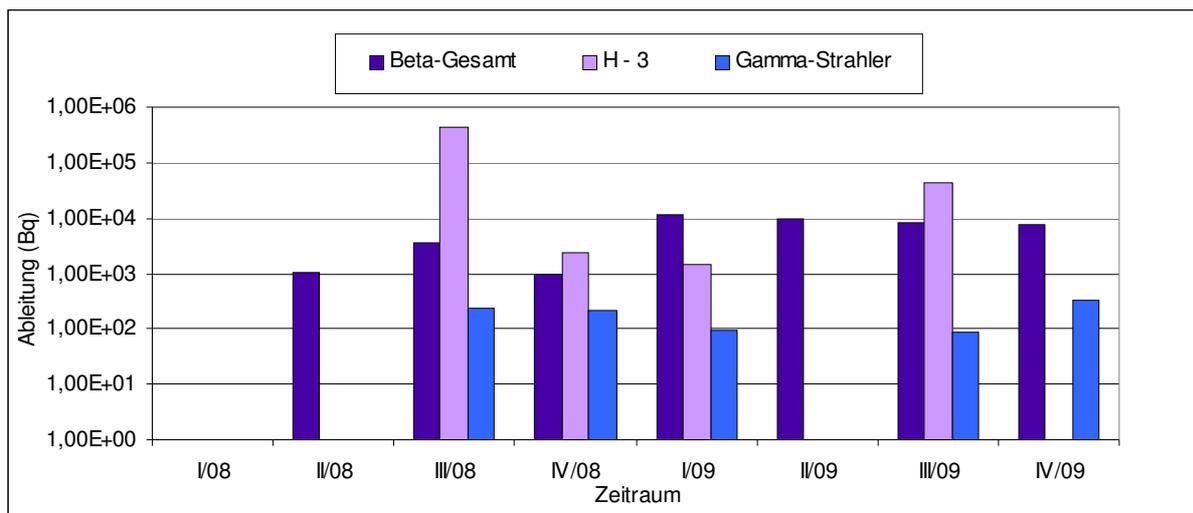


Abbildung 23: Aktivitätsableitung mit dem Abwasser 2009 im Vergleich zum Vorjahr

## 6 DOSISPROGNOSE DURCH ABLEITUNG RADIOAKTIVER STOFFE

Um die Wirkung der Ableitungen radioaktiver Stoffe auf Einzelpersonen in der Umgebung von Anlagen deutlich zu machen, wird häufig die Dosis ermittelt. Die Dosis entsteht dadurch, dass die betroffenen Personen die radioaktiven Stoffe in den Körper aufnehmen oder durch die radioaktiven Partikel, die in der Luft schweben oder die sich abgelagert haben, bestrahlt werden. Die Aufnahme in den Körper kann stattfinden durch:

- das Einatmen von Luft, die radioaktive Partikel oder radioaktive Gase enthält,
- den Verzehr von in der Umgebung erzeugter Nahrung oder
- durch kontaminiertes Wasser als Trinkwasser oder als Wasser für die Bewässerung von Pflanzen.

Bevor radioaktive Stoffe aufgenommen werden können, müssen sie sich in der Umgebung ausbreiten. Je nach Art der Ausbreitung unterscheidet man kurzzeitige Ausbreitung durch die gerade herrschende Windrichtung und -geschwindigkeit und langzeitige Ausbreitung, denen über längere Zeiträume gemittelten Wetterverhältnisse zugrunde gelegt wird.

Aus der Menge der abgegebenen radioaktiven Stoffe und deren Ausbreitung können die Konzentrationen in der Umgebung in Luft, Wasser, Boden, Pflanzen und Tieren errechnet werden. Aus der Ausbreitung in der Nahrungskette und der Nahrungsaufnahme kann zusammen mit der Aufnahme über den Atmungsweg und der Direktstrahlung von den abgelagerten Stoffen eine Dosis für Einzelpersonen errechnet werden. Voraussetzung dafür ist, dass die aufgenommene Nahrung auch in der Umgebung von Anlagen, die radioaktive Stoffe abgeben, erzeugt wurde. Die Berechnung der Dosis erfolgt nach einer Allgemeinen Verwaltungsvorschrift (AVV), die alle Möglichkeiten einer Aufnahme von radioaktiven Stoffen umfasst.

Die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft und dem Abwasser aus dem ERAM wird messtechnisch erfasst und in Berichten dargestellt. Nach dem Jahresbericht Strahlenschutz, der für das BMU als Aufsichtsbehörde erstellt wird, wurden aus dem ERAM im Jahr 2009 folgende radioaktiven Stoffe mit der Abluft abgeleitet:

Tritium:	$13 \cdot 10^9$ Bq
Kohlenstoff 14:	$66 \cdot 10^7$ Bq
rad. Schwebstoffe:	$66 \cdot 10^4$ Bq
Radonfolgeprodukte:	$6 \cdot 10^9$ Bq

Mit dem Abwasser wurden im Jahr 2009 folgende radioaktiven Stoffe abgeleitet:

Tritium:	$44 \cdot 10^3$ Bq
Sonstige Radionuklide:	$52 \cdot 10^1$ Bq

Die aus diesen Werten errechneten Werte für die effektive Dosis betrug für Erwachsene im Jahr 2009 nur 0,12 µSv, für Kleinkinder (Altersgruppe 1 Jahr bis 2 Jahre) 0,31 µSv und für mit Muttermilch ernährte Säuglinge 0,82 µSv; diese Werte entsprechen ca. 0,04 %, 0,10 % bzw. 0,27 % des Grenzwertes von 300 µSv nach der Strahlenschutzverordnung.

Die Dosis des kritischen Organs (rotes Knochenmark als das für die Leukämieinduktion relevante Organ) errechnete sich zu 0,23 µSv für Erwachsene, 0,84 µSv für Kleinkinder (Altersgruppe 1 Jahr bis unter 2 Jahre) und 2,56 µSv für mit Muttermilch ernährte Säuglinge (ca. 0,08 %, 0,28 % bzw. 0,85 % des Grenzwertes).

Der durch die Ableitung radioaktiver Stoffe im Jahr 2009 mit dem Abwasser ermittelte Wert der effektiven Dosis liegt unterhalb von 0,1 µSv für Erwachsene, Kleinkinder und Säuglinge.

**Tabelle 15: Prognostizierte Werte der effektiven Dosis (Vorjahreswerte in Klammern)**

	Abluft (Wert in µSv)		Abwasser effektive Dosis µSv
	effektive Dosis	Organdosis	
Erwachsene	0,12 (0,2)	0,23 (0,3)	<0,1 (<0,1)
Kleinkinder (1- 2 a)	0,31 (0,4)	0,84 (0,9)	<0,1 (<0,1)
Säuglinge Muttermilch	0,82 (0,9)	2,56 (2,7)	<0,1 (<0,1)

## 7 UMGEBUNGSÜBERWACHUNG

Die Umgebungsüberwachung ermöglicht eine Beurteilung der aus Ableitungen radioaktiver Stoffe mit Luft und Wasser resultierenden Strahlenexposition des Menschen. Die Umgebungsüberwachung wird auch als Immissionsüberwachung bezeichnet.

Die Überwachung beinhaltet:

- die Routineüberwachung der Umgebung des ERAM im bestimmungsgemäßen Betrieb und
- Maßnahmen zur Überwachung der Umgebung des ERAM im Störfall/Unfall sowie die regelmäßige Erprobung dieser Maßnahmen.

Auf dem Betriebsgelände des ERAM befindet sich eine meteorologische Station. Sie dient dazu, eine längerfristige meteorologische Statistik zu bestimmen und die jeweils aktuelle meteorologische Situation zu ermitteln. Sie stellt Informationen bereit, um die Ausbreitung radioaktiver Stoffe in der Atmosphäre zu ermitteln und um Belastungen für die Bevölkerung abzuschätzen. Ermittelt werden relevante Parameter wie Lufttemperatur, relative Feuchte, Luftdruck, Strahlungsbilanz, Windgeschwindigkeit, Niederschlag und Windrichtung.

### 7.1 Strahlung in der Umgebung

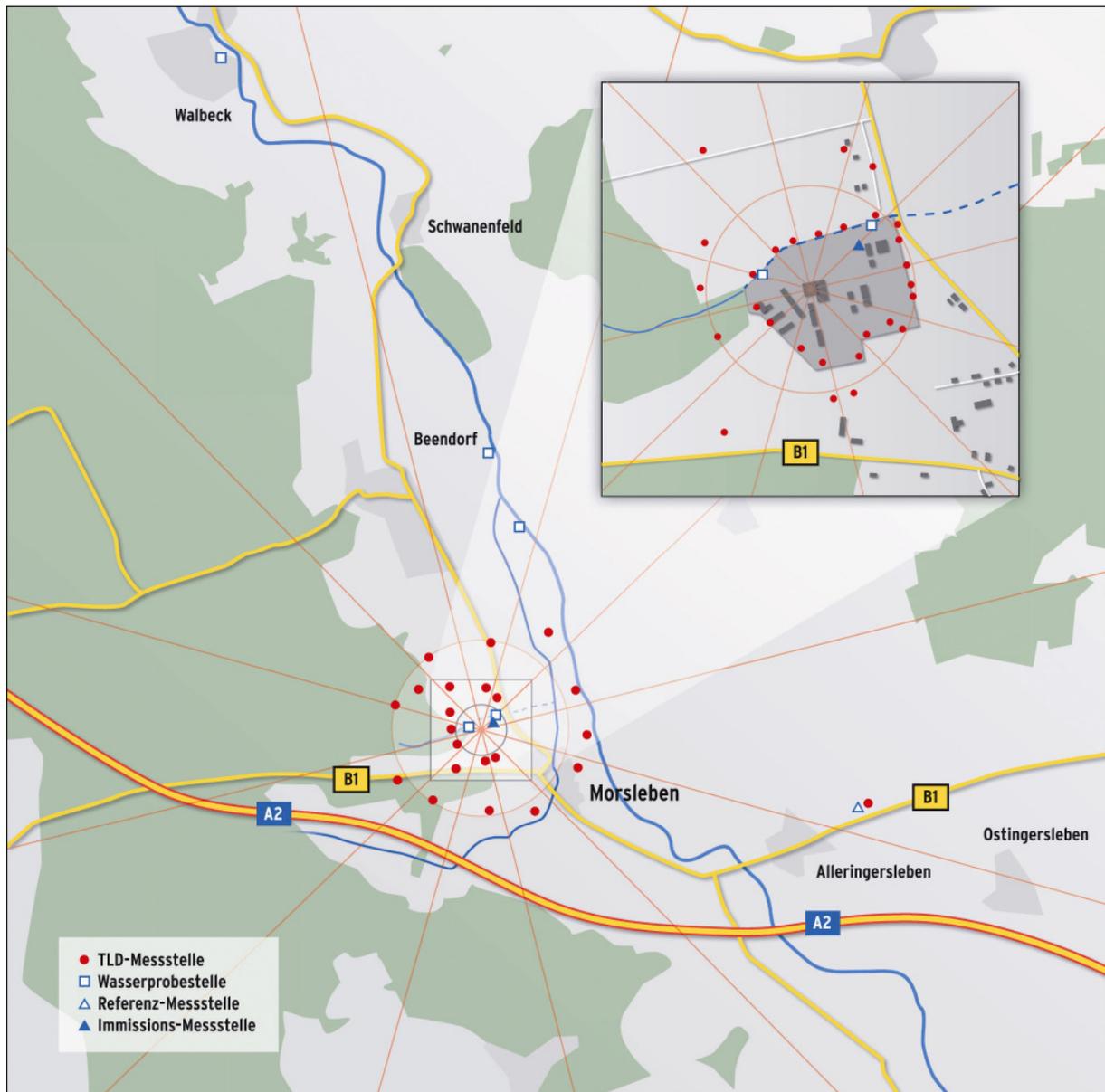
Zur Überwachung der äußeren Strahlenbelastung in der Umgebung des ERAM wird die Ortsdosis der vorhandenen Gammastrahlung (Gamma-Ortsdosis) durch Langzeitmessungen und die Gamma-Ortsdosisleistung in Sievert pro Stunde (Sv/h) durch Kurzzeitmessungen im Rahmen der betrieblichen Umgebungsüberwachung bestimmt.

Zur Messung der Gamma-Ortsdosis werden ausgehängte Festkörperdosimeter (so genannte Thermolumineszenzdosimeter, TLD) und hochempfindliche tragbare Dosisleistungsmessgeräte eingesetzt.



Abbildung 24: Festkörperdosimeter

Die Messungen wurden an 16 Stellen am Anlagenzaun der Schachanlage Bartensleben (halbjährliche Auswertung der Dosimeter bzw. Messung der Gamma-Ortsdosisleistung) und an 25 weiteren Stellen in der Umgebung (jährliche Auswertung der Dosimeter bzw. Messung der Gamma-Ortsdosisleistung) durchgeführt. Je zwölf dieser 25 Stellen liegen auf einem Kreis mit dem Radius von ca. 250 m sowie auf einem Kreis von ca. 750 m bis 1000 m um den Abluftkanal. Eine Stelle befindet sich an der Referenz-Messstelle (RM).



**Abbildung 25: Standorte der TLD-Messstellen und Probenahmestellen der Umgebungsüberwachung**

Die Auswertung der TLDosimeter erfolgt durch die amtliche Messstelle für Strahlendosimeter des Helmholtz Zentrums München.

Die ermittelten Ortsdosismesswerte aller Messstellen im Jahr 2009 liegen im Bereich der natürlichen Umgebungsstrahlung und stimmen im Rahmen der Fehlergrenzen mit den Messwerten der Vorjahre überein. Dosimeter, die am Mauerwerk bzw. an Betonmasten befestigt waren, zeigen eine geringfügig höhere Ortsdosis als solche, die an Holz oder Stahlmasten befestigt sind. Verantwortlich hierfür sind die natürlich vorkommenden Radionuklide beispielsweise im Beton.

Die beim Wechseln der TL-Dosimeter mobil von Hand durchgeführten Kurzzeitmessungen der Gamma-Ortsdosisleistung liegen ebenfalls im Bereich der natürlichen Umgebungsstrahlung um Morsleben (50 – 130  $\mu\text{Sv/h}$ ) und spiegeln die unterschiedlichen Bodenverhältnisse, Bodenbedeckung und Wetterbedingungen bei den jeweiligen Messungen wider. Ein Einfluss durch die Abluft des ERAM war in 2009 nicht feststellbar.

Im Rahmen des IMIS, welches die Aufgabe hat, die Umwelt kontinuierlich zu überwachen, betreibt das Bundesamt für Strahlenschutz ein bundesweites Messnetz von ca. 1800 elektronischen Ortsdosisleistungsmessgeräten. Auch auf dem Gelände des ERAM und in der Umgebung sind die Messsonden aufgebaut und überwachen rund um die Uhr die vorhandene Ortsdosisleistung. Die

eingesetzten Schwellenwerte, die nahe der natürlichen Umgebungsstrahlung sind, garantieren noch so kleine Überschreitungen der Ortsdosisleistung (ODL) sicher zu detektieren und nötigenfalls zu alarmieren.

Die beobachteten Messwerte im weiträumigen Bereich um das ERAM ergaben keine signifikanten Abweichungen gegenüber der natürlichen Umgebungsstrahlung. Kurzzeitige Erhöhungen der ODL (max. 2 – 3-fache des Untergrundes) sind durch Regenereignisse, bei denen natürliche Zerfallsprodukte aus der Atmosphäre ausgewaschen werden, zu erklären. Die Werte der bundesweiten ODL-Sonden des IMIS sind online abrufbar ([www.odlinfo.bfs.de](http://www.odlinfo.bfs.de)). Die Ergebnisse des IMIS werden jedes Jahr in dem Bericht "Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung" zusammengefasst.

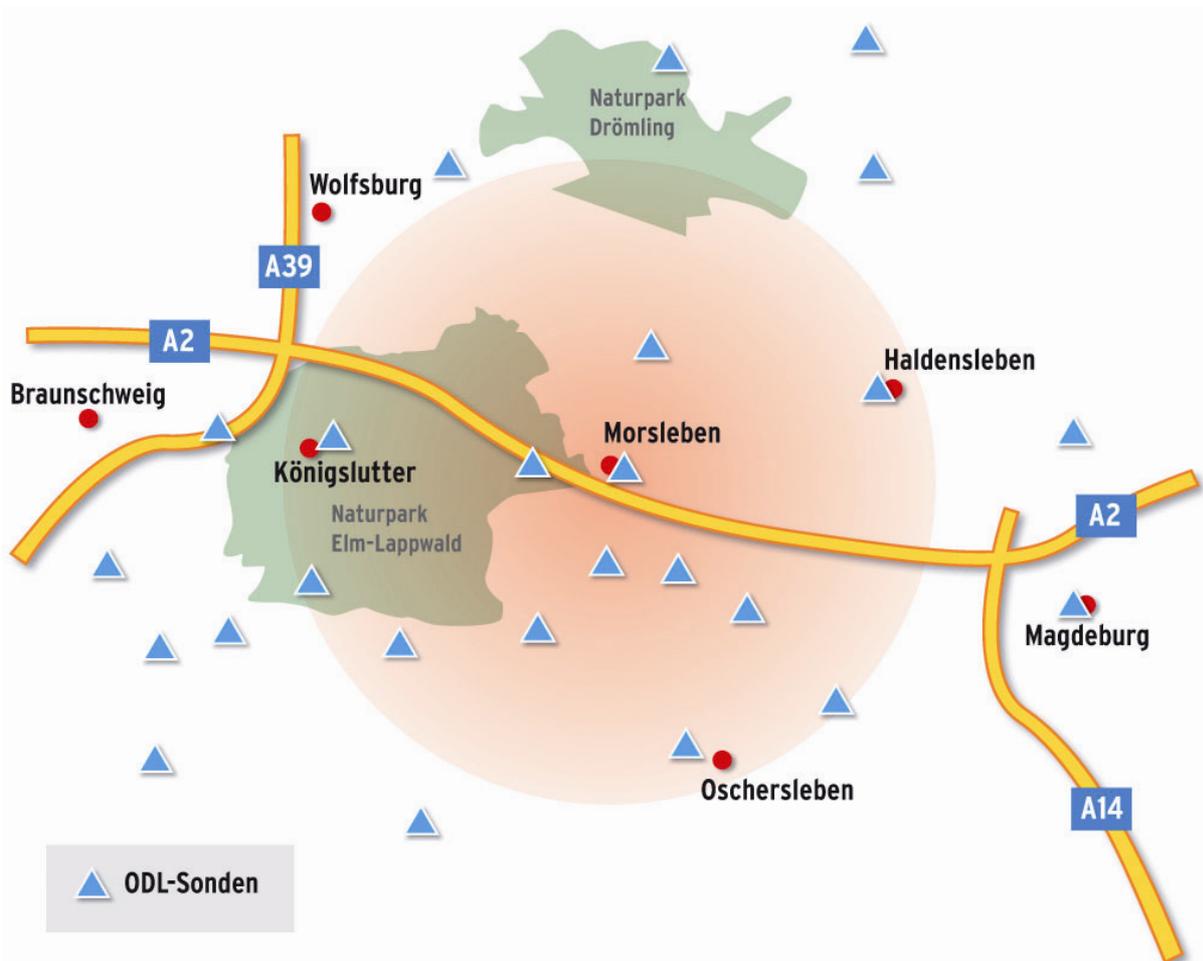


Abbildung 26: Standorte der ODL-Sonden in der Umgebung des ERAM

## 7.2 Aerosolaktivität in der Umgebungsluft

Probenentnahmestellen für aerosolgetragene Radioaktivität befinden sich an der ungünstigsten Einwirkstelle, der so genannten Immissions-Messstelle (IM), und an einer Referenz-Messstelle (RM).

Die Probenentnahme aus der Umgebungsluft erfolgt an der IM sowie an der RM über eine ca. 2 m lange Ansaugleitung mit Ansaugkopf im Freien. Die Abscheidung der radioaktiven Partikel erfolgt auf einem Filter in einem Staubsammler. Die Staubsammler sind an beiden Orten in einem Raum untergebracht. Als Filtermaterial werden 200 mm Glasfaserfilter verwendet, der Luftdurchsatz beträgt ca. 20 m<sup>3</sup>/h.

Die wöchentlich beaufschlagten Filter (maximal 14-tägig) werden an einem 200-mm-Großflächendurchflusszähler auf ihre Gesamt-Beta-Aktivität gemessen. Die Gesamt-Beta-Aktivitätskonzentration ergibt sich aus den erhaltenen Messwerten und dem durchgesetzten Luftvolumen des Staubsammlers. Quartalsmischproben werden gamma-spektrometrisch bezüglich der Einzelnuclidaktivitätskonzentrationen gemessen.

In den Aerosolfilterproben der Immissions- bzw. Referenz-Messstelle wurde nur das natürlich vorkommende Radionuklid Beryllium-7 gefunden. Es ist keine Erhöhung der Gesamt-Beta-Aktivität durch das ERAM nachweisbar.

### 7.3 Oberirdische Gewässer und Niederschlag

Probenentnahmestellen für Niederschlag befinden sich an der Immissions-Messstelle (IM) und an der Referenz-Messstelle (RM).

Die monatliche Niederschlagshöhe wurde mit einem Regen- und Schneemesser nach Hellmann bestimmt. Die Gesamt-Beta-Messung wurde nach Eindampfen und Veraschen des Niederschlages an einem Alpha/Beta-Messplatz durchgeführt. In den Niederschlagsproben der Immissions- bzw. Referenz-Messstelle konnten nur die natürlich vorkommenden Radionuklide Beryllium-7 und Kalium-40 nachgewiesen werden.

Die Entnahme von Oberflächenwasserproben erfolgt an vier Probeentnahmestellen auf dem Betriebsgelände und an einem Vorfluter mit einem Wasserprobenahmegerät und mit Handschöpfung als 14-tägliche bzw. wöchentliche Stichprobe. Aus den wöchentlich bzw. 14-tägig erhaltenen Wochenmisch- bzw. Stichproben wurden Quartalsmischproben gebildet.



**Abbildung 27: Wasserprobenahmegerät zur Probenahme aus dem Salzbach**

Alle Oberflächenwässer werden durch Gesamt-Beta-Messung bezüglich der Aktivitätskonzentration von Beta-Strahlern ausgewertet. Die Gesamt-Beta-Messung wurde nach Eindampfen und Veraschen der Wasserprobe an einem Alpha/Beta-Messplatz durchgeführt.

Die Wässer der Probeentnahmestellen zeigten keine Besonderheiten. In den Quartalsmischproben konnte nur das natürlich vorkommende Nuklid Kalium-40 nachgewiesen werden. Die Wasserproben zeigten aufgrund der hohen Salzfracht einen erhöhten Anteil an Kalium-40 (3,5 bis 4,4 Bq/l). Es ist keine Erhöhung durch das ERAM nachweisbar.

### 7.4 Bodenoberfläche, Pflanzen und Bewuchs

Zur Bestimmung der gammastrahlenden Nuklide werden Bodenproben entnommen. Die zur Verfügung stehenden beprobaren Flächen betragen jeweils ca. 10 m<sup>2</sup>.

Die Bestimmung von Strontium-90 erfolgt nach einer im Laboratorium Umweltradioaktivität der Universität Regensburg entwickelten Schnellmethode durch Flüssig-Flüssig-Extraktion. Mit einem Spaten werden an sieben Stellen im Bereich der Immissions- bzw. Referenz-Messstelle Bodenproben genommen (Einstichtiefe 10 cm) und zu Mischproben vereinigt.

**Tabelle 16: Analyseenergebnisse der Bodenproben bezogen auf Trockenmasse**

Isotope	Immissionsmessstelle (IM)	Referenzmessstelle (RM)
Strontium-90	0,3 Bq/Kg/ TM und 0,29 Bq/Kg TM	0,33 Bq/kg TM
Cäsium-137	6,4 Bq/kg TM und 7,9 Bq/kg TM	7,9 Bq/kg TM und 5,2 Bq/kg TM

Neben den natürlich vorkommenden Radionukliden Beryllium-7, Kalium-40 und Blei-210 konnten die künstlichen Isotope Strontium-90 und Cäsium-137 nachgewiesen werden. Die Aktivitätswerte liegen im Bereich der in Norddeutschland üblicherweise vorhandenen Konzentrationen.

Die Entnahme von Pflanzenproben und die Bestimmung der gammastrahlenden Nuklide erfolgt auf zur Verfügung stehenden beprobaren Flächen von ca. 10 bzw. 20 m<sup>2</sup>. Grasproben werden an mehreren Stellen im Bereich der Immissions- bzw. Referenz-Messstelle genommen und zu Mischproben vereinigt. In Abhängigkeit von der Menge des zur Verfügung stehenden Pflanzenmaterials ergaben sich etwa 3,0 bis 3,6 kg Frischmasse.

In den Pflanzenproben der Immissions- bzw. Referenz-Messstelle konnten nur die natürlich vorkommenden Radionuklide Beryllium-7 und Kalium-40 nachgewiesen werden.

## **7.5 Maßnahmen des Betreibers zur Überwachung der Umgebung im Störfall**

Genauere Angaben zu den Maßnahmen zur Überwachung der Umgebung des ERAM im Störfall bzw. bei einem Unfall können dem Jahresbericht Immissionsüberwachung 2009 entnommen werden.

Für die Maßnahmen zur Überwachung der Umgebung des ERAM im Störfall bzw. einem Unfall und die regelmäßige Erprobung dieser Maßnahmen steht auf dem Betriebsgelände ein Kleinbus bereit, der für die Überwachungsfahrten mit den folgenden Geräten ausgerüstet wird:

- Tragbare Ortsdosisleistungsmessgeräte,
- ein tragbarer Kontaminationsmonitor,
- ein tragbarer Aerosolsammler, Stromaggregat,
- Geräte zur Boden- und Pflanzenprobenahme und
- ein tragbares Gammaskopiersystem.

Es werden ausgewählte Mess- und Probeentnahmeorte in der Umgebung angefahren, die mit den Standorten der Thermolumineszenzdosimeter weitgehend identisch sind. Diese Orte sind so gewählt, dass sie schnell zu erreichen sind. Im Rahmen des Programms zur Erprobung der Maßnahmen zur Überwachung der Umgebung des ERAM im Störfall bzw. bei einem Unfall werden die Fahrten dorthin und die Probenahme sowie Messungen bei monatlichen Trainings regelmäßig geübt.

Im Falle eines Störfalles sind die Mess- und Probeentnahmeorte in der jeweils aktuellen Windausbreitungsrichtung anzufahren.

Die Maßnahmen zur Überwachung der Umgebung des ERAM im Störfall bzw. bei einem Unfall und das monatliche Training dieser Maßnahmen umfassen:

- Messung der Gamma-Ortsdosisleistung,
- Einsammeln und Auswerten der ausgehängten Thermolumineszenzdosimeter,
- Beaufschlagung von Filtern zur Sammlung von Aerosolen,
- Bodenkontaminationsdirektmessung mittels in-situ-Gamma-Spektrometer,
- Gesamt-Beta-Aktivitätsflächenbelegung durch Probenahme und
- Auswertung sowie gammaskopiermetrische Bestimmung der spezifischen Einzelaktivität von Pflanzen.

Zusätzlich betreibt das BfS das Integrierte Mess- und Informationssystem (IMIS). Dieses System hat die Aufgabe, die Umwelt kontinuierlich zu überwachen, um bereits geringfügige Änderungen der

Umweltradioaktivität flächendeckend schnell und zuverlässig erkennen sowie langfristige Trends erfassen zu können. An diesem Routinemessprogramm zur Überwachung der Umwelt sind mehr als 60 Laboratorien in Bund und Ländern beteiligt. Kontinuierlich arbeitende Messnetze sind für die Überwachung der Radioaktivität in der Atmosphäre, in den Bundeswasserstraßen und in der Nord- und Ostsee eingerichtet. Im Routinebetrieb werden bundesweit mehr als 10.000 Einzelmessungen pro Jahr in Luft, Wasser, Boden, Nahrungs- und Futtermittel durchgeführt. Eine der wesentlichen Aufgaben von IMIS ist es, alle Ergebnisse zusammenzuführen, zu prüfen, aufzubereiten und in übersichtlichen Dokumenten darzustellen. Die Ergebnisse werden jedes Jahr in dem Bericht „Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung“ zusammengefasst.



**Abbildung 28: Messwagen der betrieblichen Umgebungsüberwachung**

## 8 ZUSAMMENFASSUNG

Zur bergbaulichen Sicherheit ist festzustellen, dass alle Arbeiten im Endlager für radioaktive Abfälle auf der Grundlage der Genehmigungen und zugelassener Betriebspläne erfolgten. Die beiden Grubenfelder Marie und Bartensleben wurden regelmäßig durch die Bergbehörde befahren, der sichere Grubenbetrieb wurde durch die Bergbehörde bestätigt.

Im Hinblick auf die Situation im Zentralteil der Grube Bartensleben besteht Einvernehmen zwischen BfS und Bergbehörde, dass die Verfüllarbeiten als Maßnahme zur Gefahrenabwehr mit höchster Priorität fortgesetzt werden.

Aus Sicht der Geomechanik, der Hydrologie und der Bergtechnik war ein sicherer Betrieb des Endlagers gewährleistet.

Für das Jahr 2009 konnte in der Umgebung des Endlagers für radioaktive Abfälle Morsleben aufgrund der vorliegenden Messergebnisse nachgewiesen werden, dass keine erhöhte Strahlenexposition vorhanden ist.

Das Auftreten der künstlichen Radioisotope Cäsium-137 und Strontium-90 in einigen Proben ist auf die oberirdischen Kernwaffentests und auf den Reaktorunfall von Tschernobyl zurückzuführen.

Der Strahlenschutz war im ERAM auch im Jahr 2009 gewährleistet. Dies betrifft die Überwachungsmaßnahmen hinsichtlich der vorhandenen Abfälle und die Überwachung der daraus resultierenden Strahlenexpositionen sowie der Emissionen und Immissionen. Die im Punkt 4.3 aufgeführte kurzzeitige Überschreitung des zulässigen Wertes für kurzlebige Alpha-Aerosole in Höhe von  $151 \text{ Bq/m}^3$  war auf die Bewetterung im Rahmen des Ascheeintrags in die Einlagerungshohlräume im Südfeld der 4. Sohle zurückzuführen. Diese Überschreitung in einer Abwetterstrecke ist aber weder radiologisch noch genehmigungsrechtlich als bedenklich zu beurteilen.

# QUELLENVERZEICHNIS

Der Bericht wurde aus folgenden für die Aufsichtsbehörde jährlich von der DBE im Auftrag des BfS zu erstellenden Berichten generiert:

- ERA Morsleben, Jahresbericht Technischer Betrieb 2009
  - ERA Morsleben, Jahresbericht Strahlenschutz 2009
  - ERA Morsleben, Jahresbericht Betriebssicherheit 2009
  - ERA Morsleben, Jahresbericht Emissionsüberwachung 2009
  - ERA Morsleben, Jahresbericht Immissionsüberwachung 2009
- und
- dem vom Landesamt für Umweltschutz des Landes Sachsen-Anhalt im Auftrag der Endlagerüberwachung zu erstellenden
- Jahresbericht 2009 der unabhängigen Messstelle, Umgebungsüberwachung des ERA Morsleben.

# GLOSSAR

<b>Abbau:</b>	Planmäßig bergmännisch hergestellter Hohlraum.
<b>Abfall, radioaktiver:</b>	Radioaktive Stoffe im Sinne des § 2 Abs. 1 AtG, die nach § 9a AtG geordnet beseitigt werden müssen.
<b>Abwetter:</b>	Wetterstrom hinter einem untertägigen Betriebspunkt bis zur Abgabe in die Umgebung an der Tagesoberfläche.
<b>Aerosole, radioaktive:</b>	Schwebeteilchen, an denen sich Radionuklide angelagert haben.
<b>Aktivität:</b>	Aktivität ist die Anzahl der pro Zeiteinheit in einem radioaktiven Stoff auftretenden Kernumwandlungen. Die Maßeinheit der Aktivität ist das Becquerel (Kurzzeichen: Bq), mit der die Anzahl der radioaktiven Kernumwandlungen pro Sekunde angegeben wird. Da die Radionuklide in Stoffmengen unterschiedlicher Konfiguration enthalten sein können, wird die Aktivitätsangabe auch häufig auf diese bezogen, z. B. Becquerel pro Gramm (Bq/g) in Feststoffen, Becquerel pro Liter (Bq/l) in Flüssigkeiten oder Becquerel pro Kubikmeter (Bq/m <sup>3</sup> ) in Luft. Die alleinige Angabe der Aktivität ohne Kenntnis des Radionuklids lässt keine Aussage über die Strahlenexposition zu.
<b>Alpha-Strahlung:</b>	Alpha-Strahlung ist eine Art von ionisierender Strahlung, die bei einem radioaktiven Zerfall freigesetzt wird. Es handelt sich dabei um eine Teilchenstrahlung; bestehend aus Heliumkernen, die besonders biologisch wirksam ist. Die Reichweite dieser Strahlung beträgt in Luft einige Zentimeter und in Körpergewebe einige wenige Millimeter. Wird diese jedoch in den Körper aufgenommen, so wirkt sich diese durch eine erhöhte innere Strahlenexposition aus.
<b>Äquivalentdosis:</b>	Produkt aus der Energiedosis (absorbierte Dosis) im ICRU-Weichteilgewebe und dem Qualitätsfaktor der Veröffentlichung Nr. 51 der International Commission on Radiation Units and Measurements (ICRU report 51, ICRU Publications, 7910 Woodmont Avenue, Suite 800, Bethesda, Maryland 20814, U.S.A.). Beim Vorliegen mehrerer Strahlungsarten und -energien ist die gesamte Äquivalentdosis die Summe ihrer ermittelten Einzelbeiträge.
<b>Auffahren:</b>	Herstellung einer horizontalen oder geneigten Strecke oder eines anderen Grubenbaus.
<b>Auslegung:</b>	Umsetzung von sicherheitstechnischen Anforderungen, bei deren Einhaltung die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden durch die Errichtung und den Betrieb einer kerntechnischen Anlage getroffen ist (§ 7 Abs. 2 Nr. 3 AtG), um die im AtG und in der StrlSchV festgelegten und in Sicherheitskriterien und Leitlinien konkretisierten Schutzziele zu erreichen.
<b>Barrieren:</b>	Geologische Gegebenheiten oder technische bzw. geotechnische Maßnahmen zur Behinderung oder Verhinderung der Freisetzung von Schadstoffen aus den Abfällen in die Biosphäre.

<b>Becquerel:</b>	Das Becquerel (Kurzzeichen: Bq) ist die Maßeinheit der „Aktivität“ eines radioaktiven Stoffes und gibt an, wie viele Kernzerfälle pro Sekunde stattfinden.
<b>Bergbauliche Gefahrenabwehr im Zentralteil:</b>	Auf Grund eines fortschreitenden Sicherheitsverzehr durch Verformungen infolge von Konvergenz im Grubengebäude werden seit Oktober 2003 relevante Grubenbaue im Zuge der sog. bergbaulichen Gefahrenabwehrmaßnahme im Zentralteil (bGZ) mit Salzbeton verfüllt. Diese Maßnahme stabilisiert den Zentralteil und hält die Wege zu den Einlagerungsbereichen offen.
<b>Beta-Strahlung:</b>	Beim Beta-Zerfall wird aus einem Kern eines Radionuklids ein Elektron abgegeben. Diese haben eine geringe Reichweite und lassen sich gut abschirmen.
<b>Betrieb, bestimmungsgemäßer:</b>	Betriebsvorgänge, für die die Anlage bei funktionsfähigem Zustand der Systeme (ungestörter Zustand) bestimmt und geeignet ist (Normalbetrieb); auch Betriebsvorgänge, die bei Fehlfunktionen von Anlagenteilen oder Systemen (gestörter Zustand) ablaufen, soweit hierbei einer Fortführung des Betriebs sicherheitstechnische Gründe nicht entgegenstehen (anormaler Betrieb); Instandhaltungsvorgänge (Inspektion, Wartung, Instandsetzung).
<b>Bewetterung, Wetter:</b>	Versorgung der Grubenbaue mit frischer Luft.
<b>Deckgebirge:</b>	Gesamtheit der anstehenden Schichten im Hangenden (Gestein oberhalb einer betrachteten Gesteinschicht) der Salzstruktur bis zur Tagesoberfläche.
<b>Dosimeter:</b>	Personendosimeter; ein Messgerät zur Bestimmung der individuellen Strahlenbelastung (Exposition) durch ionisierende Strahlung oder elektromagnetische Felder.
<b>Dosis, effektive:</b>	Kurzbezeichnung für die effektive Äquivalentdosis; dient der Ermittlung der Strahlenexposition des Menschen; dabei werden unterschiedliche Arten ionisierender Strahlung und die Belastung einzelner Organe berücksichtigt; Maßeinheit = Sievert (Sv).
<b>Dosis:</b>	Strahlenenergie, die bei der Wechselwirkung einer ionisierenden Strahlung mit Materie an diese abgegeben wird. Die Strahlungsarten unterscheiden sich durch ihre biologische Wirksamkeit. Um dieser verschiedenen Wirksamkeit Rechnung zu tragen, multipliziert man die Energiedosis mit einem Strahlungswichtungsfaktor und erhält so ein neues Maß für die Dosis, die man als Äquivalentdosis (Röntgenäquivalent) bezeichnet. Maßeinheit: 1 Sv (Sievert) = 1 J (Joule)/kg.
<b>Einlagerungskammer:</b>	Planmäßig bergmännisch hergestellter Hohlraum, in den radioaktive Abfälle eingelagert sind.
<b>Endlagerung:</b>	Wartungsfreie, zeitlich unbefristete und sichere Beseitigung von radioaktivem Abfall ohne beabsichtigte Rückholbarkeit.
<b>Extensometer:</b>	Instrumente, die Längenänderungen und Dehnungen im Gestein messen.

<b>Feinnivellement:</b>	Als Nivellement wird die Messung von Höhenunterschieden zwischen Punkten bezeichnet. Beim geometrischen Nivellement wird der Höhenunterschied zu einem waagrecht aufgestellten Nivelliergerät an Nivellierlatten abgelesen, welche senkrecht auf die Messpunkte gestellt werden. Die Genauigkeiten von Messungen des Feinnivellements bewegen sich im Zehntelmillimeterbereich.
<b>Firste:</b>	Obere Grenzfläche (Decke) eines Grubenbaus.
<b>Freisetzung:</b>	Das Entweichen radioaktiver Stoffe aus den vorgesehenen Umschließungen in die Anlage oder Umgebung.
<b>Gamma-Strahlung:</b>	Gammastrahlung ist von gleicher physikalischer Natur wie das sichtbare Licht, allerdings erheblich energiereicher und mit hohem Durchdringungsvermögen in Materie. Zur Abschirmung von Gammastrahlung müssen deshalb schwere Materialien wie beispielsweise Blei und Beton verwendet werden. Abgesehen von der Art der Entstehung ist Gammastrahlung mit der Röntgenstrahlung vergleichbar.
<b>Gammaskpektrometrie:</b>	Gammaskpektroskopie ist die Spektrumsmessung der Gammastrahlung einer radioaktiven Strahlungsquelle und die Bestimmung dieser Quelle durch die spezifischen, für jedes Radionuklid charakteristischen Energien.
<b>Gesenk:</b>	Vertikaler Grubenbau (Schacht), der nicht in Verbindung mit der Oberfläche steht (auch Blindschacht genannt).
<b>Grenzwert:</b>	Höchstwert, der nicht überschritten werden darf.
<b>Hydrogeologie:</b>	Die Hydrogeologie ist die Wissenschaft vom Wasser in der Erdkruste, wobei Wechselwirkungen mit oberirdischen Einflüssen bestehen. Sie ist eine angewandte Disziplin der geologischen Wissenschaften.
<b>Individualdosis:</b>	Individuelles Maß für die Strahlenexposition von Einzelpersonen durch ionisierende Strahlung.
<b>Immission:</b>	Immission bezeichnet die Einwirkung von unmittelbar oder mittelbar durch menschliche Tätigkeit verursachte Ableitungen von Schadstoffen auf die Umwelt.
<b>Inkorporation:</b>	Allgemein: Aufnahme in den Körper; speziell: Aufnahme radioaktiver Stoffe in den menschlichen Körper.
<b>Konditionierung:</b>	Unter Konditionierung versteht man die zwischen- und/oder endlagerechte Behandlung und Verpackung von radioaktiven Abfällen. Die wichtigsten Teilbereiche der Konditionierung sind die Verfestigung flüssiger Abfälle und die handhabungsgerechte Verpackung unter Berücksichtigung des erforderlichen Strahlenschutzes für die später mit der Handhabung noch beschäftigten Mitarbeiter in den Zwischen- und Endlagern.
<b>Kontamination, radioaktive:</b>	Verunreinigung von Arbeitsflächen, Geräten, Räumen, Wasser, Luft usw. durch radioaktive Stoffe.
<b>Kontrollbereich:</b>	Bereiche nach StrlSchV, in denen Personen im Kalenderjahr eine effektive Dosis von mehr als 6 mSv erhalten können.

<b>Konvergenz:</b>	Natürlicher Prozess der Volumenreduzierung von untertägigen Hohlräumen infolge Verformung bzw. Auflockerung auf Grund des Gebirgsdrucks.
<b>Langzeitsicherheitsnachweis:</b>	Nachweis zum langfristig sicheren Abschluss von Abfällen von der Biosphäre.
<b>Laugentümpel:</b>	Vertiefung innerhalb des Streckenniveaus in der sich Lauge (salzhaltige Lösung) sammelt.
<b>Löser:</b>	Gesteinsbrocken, die sich von der Decke eines Grubenbaues ablösen und herunterfallen können (Löserfall) oder bereits herabgefallen sind.
<b>Metamorphoselösung:</b>	Diese Lösungen sind während des durch Druck- oder Temperatureinflüsse bedingten Umwandlungsprozesses des umliegenden Salzgesteins (Metamorphose) entstanden.
<b>Mittelradioaktive Abfälle:</b>	Radioaktive Abfälle, die bei ihrer Handhabung einer zusätzlichen Abschirmung der Behälter bedürfen.
<b>Nuklid:</b>	Atome bestehen aus Kern und Hülle; die Bestandteile des Kernes – Neutronen und Protonen – werden als Nukleonen bezeichnet; Kerne mit unterschiedlicher Anzahl von Protonen und Neutronen ergeben die Atomarten, die als Nuklide bezeichnet werden.
<b>Ortsdosis:</b>	Äquivalentdosis für Weichteilgewebe, gemessen an einem bestimmten Ort.
<b>Pascal:</b>	Das Pascal ist eine abgeleitete SI-Einheit des Drucks sowie der mechanischen Spannung. Ein Pascal ist der Druck, den eine Kraft von einem Newton auf eine Fläche von einem Quadratmeter ausübt.
<b>Radionuklid:</b>	Ein Radionuklid ist ein instabiles Nuklid, das spontan ohne äußere Einwirkung unter Aussendung energiereicher (ionisierender) Strahlung in ein anderes Nuklid zerfällt.
<b>Radon-222:</b>	Radon-222 ist ein natürliches Zerfallsprodukt aus der Uran-Radium-Reihe, das überall auf der Erde vorhanden ist und wesentlich zur natürlichen Umweltradioaktivität beiträgt. Es ist ein Edelgas, das farb-, geruchs- und geschmacklos ist, sich nicht bindet und über Risse und Spalten aus dem Erdreich in die Atemluft entweicht. Durch weiteren Zerfall entstehen wiederum radioaktive Folgeprodukte, die über die Atemwege in die Lunge gelangen und dort u. a. Alpha-Strahlung aussenden. Diese kann die Zellen der Lunge schädigen. Diese Schäden können die Entstehung von Krebserkrankungen begünstigen.
<b>Salinare Lösungen:</b>	Wässrige Lösungen mit unterschiedlicher Salzkonzentration.
<b>Salzbeton:</b>	Ein Spezialbeton mit einem hohen Anteil an Salz als Zuschlagstoff.
<b>Schutzgüter:</b>	Unter dem Begriff Schutzgüter werden Menschen (insbesondere die Gesundheit der Menschen), Tiere und Pflanzen in ihrer biologischen Vielfalt, Boden, Wasser, Luft, Klima und Landschaft, Kulturgüter und sonstige Sachgüter zusammengefasst.
<b>Schutzziele:</b>	Schützenswerte Ziele in Rechtsvorschriften.
<b>Schwachradioaktive Abfälle:</b>	Radioaktive Abfälle, die bei ihrer Handhabung keiner zusätzlichen Abschirmung der Behälter bedürfen.

<b>Schwebe:</b>	Horizontale Gebirgsschicht, die zwei übereinander angeordnete Grubenbaue eines Bergwerks voneinander trennt.
<b>Sievert:</b>	SI-Einheit der Äquivalentdosis und der effektiven Dosis 1 Sievert (Sv), 1 Sievert = 1 000 Millisievert (mSv) = 1 000 000 Mikrosievert (µSv).
<b>Sohle:</b>	Gesamtheit der annähernd in einem Niveau aufgefahrenen Grubenbaue; auch untere Grenzfläche eines Grubenbaus.
<b>Steinsalz:</b>	Salzmineral, auch Halit genannt, chemische Formel NaCl.
<b>Steinsalz-Barriere:</b>	Salzgestein zwischen Grubengebäude und wasserführendem Deckgebirge.
<b>Störfall:</b>	Ereignisablauf, bei dessen Eintreten der Betrieb der Anlage oder die Tätigkeit aus sicherheitstechnischen Gründen nicht fortgeführt werden kann und für den die Anlage auszulegen ist oder für den bei der Tätigkeit vorsorglich Schutzvorkehrungen vorzusehen sind.
<b>Strahlenexposition:</b>	Bezeichnet im Allgemeinen die Einwirkung von Strahlung auf den menschlichen Körper. Im Strahlenschutz wird beim Umgang mit oder bei der Anwendung von radioaktiven Stoffen die Einwirkung ionisierender Strahlung betrachtet.
<b>Strahlenschutz:</b>	Schutz von Mensch und Umwelt vor den schädigenden Wirkungen ionisierender und nicht ionisierender Strahlung.
<b>Strahlenschutzbereiche:</b>	Räumlich abgetrennte Bereiche, in denen Personen ionisierender Strahlung ausgesetzt sein können, die oberhalb des Grenzwerts für das allgemeine Staatsgebiet liegt.
<b>Strahlung, ionisierende:</b>	Jede Strahlung, die direkt oder indirekt Materie ionisiert, d. h. Atome bzw. Moleküle elektrisch auflädt.
<b>Strahlung, radioaktive:</b>	Strahlung ist eine Energieform, die sich als elektromagnetische Welle – oder als Teilchenstrahlung – durch Raum und Materie bewegt.
<b>Strecke:</b>	Tunnelartiger Grubenbau, der nahezu horizontal aufgefahren ist.
<b>Sumpf:</b>	Vertiefung unterhalb des Streckenniveaus, in der sich Flüssigkeit sammelt.
<b>Tritium:</b>	Radioaktives Isotop des Wasserstoffs mit zwei Neutronen und einem Proton im Kern.
<b>Verfüllen:</b>	Einbringen von Material in Grubenbaue zur Minimierung des Hohlraumvolumens.
<b>Verlorene Betonabschirmung:</b>	Spezialbehälter für den Transport und die Lagerung von mittelradioaktiven Abfällen, der für die Abschirmung der Strahlung eine Betonummantelung enthält. Da die Betonabschirmung zusammen mit dem Fass bei der Einlagerung in der Einlagerungskammer verbleibt, wird sie als 'verloren' bezeichnet.
<b>Versatz:</b>	Material, mit dem die Hohlräume eines Bergwerks zur Stabilisierung verfüllt werden.

<b>Verschließen:</b>	Abtrennung von Grubenbauen gegen das übrige Grubengebäude mit speziellen Bauwerken.
<b>Vorsorgemaßnahmen:</b>	Die Genehmigungsvoraussetzungen für die Lagerung von radioaktiven Abfällen in einem Endlager beinhalten, dass nach „Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden durch die Errichtung und den Betrieb der Anlage getroffen ist“. Alle zur Gewährleistung dieser Forderungen vorsorglich getroffenen Maßnahmen werden als Vorsorgemaßnahmen bezeichnet.
<b>Zutrittslösung:</b>	Salzlösungen, die im Grubengebäude zutreten.
<b>Zwischenlagerung:</b>	Vorübergehende Aufbewahrung abgebrannter Brennelemente und/oder radioaktiver Abfälle.



## Liste der bisher erschienenen BfS-Berichte

### **BfS-1/90**

Ansprachen und Grußworte zur Eröffnung des Bundesamtes für Strahlenschutz am 1. November 1989  
Salzgitter, Februar 1990

### **BfS-2/91**

Ansprachen zur Amtseinführung des Vizepräsidenten, des Leiters des Fachbereichs Strahlenhygiene und des Leiters des Fachbereichs Kerntechnische Sicherheit  
Salzgitter, August 1991

### **BfS-3/91**

Das Bundesamt für Strahlenschutz  
Salzgitter, September 1991

### **BfS-3/91-REV-1**

Das Bundesamt für Strahlenschutz  
Salzgitter, Januar 1994

### **BfS-4/91**

Wissenschaftliche Publikationen, Vorträge und Vorlesungen 1990  
Salzgitter, Oktober 1991

### **BfS-5/92**

Wissenschaftliche Publikationen, Vorträge und Vorlesungen 1991  
Salzgitter, September 1992

### **BfS-6/92**

Wissenschaftliche Publikationen, Vorträge und Vorlesungen 1992  
Salzgitter, September 1993

### **BfS-7/94**

Wissenschaftliche Publikationen, Vorträge und Vorlesungen 1993  
Salzgitter, August 1994

### **BfS-8/95**

Wissenschaftliche Publikationen, Vorträge und Vorlesungen 1994  
Salzgitter, Mai 1995

### **BfS-9/95**

Grundsteinlegung für das neue Dienstgebäude des Bundesamtes für Strahlenschutz am 22. Mai 1995 in Salzgitter-Lebenstedt  
Salzgitter, Juni 1995

### **BfS-10/96**

Radiologische Folgen des Tschernobyl-Unfalls 1986  
- Vorlagen-Sammlung für Transparentfolien -  
Salzgitter, August 1996

### **BfS-11/96**

*Kaul, A.*  
Radiation Protection – Nuclear Safety – Radioactive Waste Disposal  
Salzgitter, Oktober 1996

## Liste der bisher erschienenen BfS-Berichte

### **BfS-12/96**

*Kaul, A.*

Stand und Perspektive des Strahlenschutzes in Deutschland  
Salzgitter, Oktober 1996

### **BfS-13/97**

25 Jahre Einlagerung radioaktiver Abfälle im Endlager Morsleben  
Vortragsveranstaltung vom 11. Dezember 1996 in Morsleben  
Salzgitter, Januar 1997

### **BfS-14/97**

Einweihung des neuen Dienstgebäudes des Bundesamtes für Strahlenschutz am 27. Oktober 1997 in  
Salzgitter-Lebenstedt  
Salzgitter, Dezember 1997

### **BfS-15/01**

Grundlagen neuer Regelungen in der Strahlenschutzverordnung  
Informationsveranstaltung vom 10. Juli 2001 in Neuherberg und 17. Juli 2001 in Berlin.  
Salzgitter, September 2001

### **BfS-16/02**

*Bittner, S.; Braun, H.; Dusemund, H.-W.; Gregor, J.; Raguse, R.; Voß, W.*  
Einsatz des Entscheidungshilfesystems RODOS in Deutschland  
Salzgitter, Mai 2002

### **BfS-17/05**

Konzeptionelle und Sicherheitstechnische Fragen der Endlagerung radioaktiver Abfälle  
Wirtsgesteine im Vergleich  
Synthesebericht des Bundesamtes für Strahlenschutz  
Salzgitter, November 2005

### **BfS-18/09**

urn:nbn:de:0221-2009082116

Endlager Asse II

Ausgangsbedingungen und Weichenstellungen seit Übernahme durch das Bundesamt für Strahlenschutz  
am 01.01.2009  
Salzgitter, August 2009

### **BfS-19/10**

urn:nbn:de:0221-201004141430

Optionenvergleich Asse

Fachliche Bewertung der Stilllegungsoptionen für die Schachtanlage Asse II  
Salzgitter, Januar 2010

### **BfS-20/10**

urn:nbn:de:0221-201007142816

Endlager Asse II

Aktueller Stand der Arbeiten zur Stabilisierung und sicheren Schließung, September 2010  
Salzgitter, September 2010

### **BfS-21/10**

urn:nbn:de:0221-201012024019

Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM)

Betriebliche Sicherheit, Strahlenschutz und Umgebungsüberwachung  
Stand: Dezember 2009  
Salzgitter, Dezember 2010

# | Verantwortung für Mensch und Umwelt |

**Kontakt:**

Bundesamt für Strahlenschutz

Postfach 10 01 49

38201 Salzgitter

Telefon: + 49 30 18333-0

Telefax: + 49 30 18333-1885

Internet: [www.bfs.de](http://www.bfs.de)

E-Mail: [ePost@bfs.de](mailto:ePost@bfs.de)

Gedruckt auf Recyclingpapier aus 100 % Altpapier.



Bundesamt für Strahlenschutz