

Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM)

Betriebliche Sicherheit, Strahlenschutz und
Umgebungsüberwachung

Stand: Dezember 2011



Bundesamt für Strahlenschutz

BfS-23/12

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

urn:nbn:de:0221-2012102610026

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, November 2012

Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM)

**Betriebliche Sicherheit, Strahlenschutz und
Umgebungsüberwachung**

Stand: Dezember 2011

KURZFASSUNG

Verfasser:	Bundesamt für Strahlenschutz
Titel:	Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) Betriebliche Sicherheit, Strahlenschutz und Umgebungs- überwachung
Stand:	Dezember 2011
Stichworte:	Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM), Strahlenschutz, Umgebungsüberwachung, betriebliche Sicherheit

Der Bericht gibt einen Überblick über die im Jahr 2011 durchgeführten Überwachungsarbeiten des Bundesamts für Strahlenschutz im Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM). Betrachtet werden das vorhandene Inventar an radioaktiven Abfällen im Endlager Morsleben, 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 2011

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

The report provides an overview of the monitoring activities of the Federal Office for Radiation Protection at the Morsleben repository for radioactive waste (ERAM) in 2011. It focuses on 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

KURZFASSUNG	3
ABSTRACT	4
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	6
TABELLENVERZEICHNIS	7
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	8
1 EINLEITUNG	9
2 RADIOAKTIVE ABFÄLLE	13
2.1 Annahme radioaktiver Abfälle	13
2.2 Zwischengelagerte radioaktive Abfälle	13
2.3 Endgelagerte radioaktive Abfälle	14
2.4 Endlagerung betrieblicher Eigenabfälle	15
3 GEOMECHANISCHE UND HYDROGEOLOGISCHE ÜBERWACHUNG, WASSERMANAGEMENT	16
3.1 Geomechanische Überwachung	16
3.2 Wasser- und Lösungsmanagement	18
3.3 Hydrogeologische Überwachung	20
4 BETRIEBLICHER STRAHLENSCHUTZ	26
4.1 Personendosisüberwachung	26
4.2 Inkorporationsüberwachung	27
4.3 Innerbetriebliche Strahlenschutzkontrollen	28
5 ABLEITUNG RADIOAKTIVER STOFFE	30
5.1 Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Abluft	30
5.2 Ableitung radioaktiver Stoffe mit den Abwässern	35
6 DOSISPROGNOSE DURCH ABLEITUNG RADIOAKTIVER STOFFE	37
7 UMGEBUNGSÜBERWACHUNG	38
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	42
7.5 Maßnahmen des Betreibers zur Überwachung der Umgebung im Störfall	42
8 ZUSAMMENFASSUNG	44
QUELLENVERZEICHNIS	45
GLOSSAR	46

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1:	Atom- und bergrechtliche Zuständigkeit für das Endlager Morsleben im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens zur Stilllegung	9
Abbildung 2:	Übersicht über das atomrechtliche Planfeststellungsverfahren zur Stilllegung des Endlagers Morsleben	10
Abbildung 3:	Grubengebäude mit Einlagerungsbereichen des Endlagers Morsleben	13
Abbildung 4:	Endgelagerte betriebliche Eigenabfälle im Westfeld, 4. Sohle	15
Abbildung 5:	Messung der Firstsenkungsraten.....	17
Abbildung 6:	Wasserauffangbecken der bGZ mit Pumpen zur Förderung des Wassers nach über Tage	18
Abbildung 7:	Langjährig regelmäßig überwachte Zutrittsstellen von Salzlösungen in den Gruben Bartensleben und Marie.....	21
Abbildung 8:	Tropfenzählanlage „Abbau 1a“	22
Abbildung 9:	Auslesen betrieblicher Dosimeter im Kontrollbereich des Endlagers Morsleben	26
Abbildung 10:	Mittlere individuelle Dosis der beruflich strahlenexponierten Personen des Endlagers Morsleben in mSv/a 2002-2011 (der Grenzwert beträgt 6 mSv/a).....	27
Abbildung 11:	Jährliche Gesamtexposition der beruflich strahlenexponierten Personen des Endlagers Morsleben in mSv/a (2002-2011)	27
Abbildung 12:	Messung im Ganzkörperzähler im Labor des BfS in Berlin	28
Abbildung 13:	Bewetterungssystem des Endlagers Morsleben.....	30
Abbildung 14:	Schachthaus und Abwetterbauwerk des Schachtes Marie.....	31
Abbildung 15:	Waschflaschen des Tritium (H-3)-Probenahmeverfahrens.....	32
Abbildung 16:	Tritium (H-3)-Ableitungen mit der Abluft 2011 im Vergleich zum Vorjahr	32
Abbildung 17:	Sammeleinrichtung zur Bestimmung des Radionuklids Kohlenstoff-14	33
Abbildung 18:	C-14-Ableitungen mit der Abluft 2011 im Vergleich zum Vorjahr	33
Abbildung 19:	Rn-222-Ableitungen mit der Abluft 2011 im Vergleich zum Vorjahr (ermittelt durch die Messung kurzlebiger Aerosole).....	34
Abbildung 20:	Aerosolableitungen mit der Abluft 2011 im Vergleich zum Vorjahr.....	34
Abbildung 21:	Aktivitätsableitung mit dem Abwasser 2011 im Vergleich zum Vorjahr	36
Abbildung 22:	Festkörperdosimeter	38
Abbildung 23:	Standorte der TLD-Messtellen und Probenahmestellen	39
Abbildung 24:	Standorte der ODL-Sonden in der Umgebung des Endlagers Morsleben.....	40
Abbildung 25:	Wasserprobenahmegerät zur Probenahme aus dem Salzbach	41
Abbildung 26:	Messwagen der betrieblichen Umgebungsüberwachung	43

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Aktivitätsinventar des Endlagers Morsleben in Becquerel (Bq) (Stand: 31.12.2011)	14
Tabelle 2: Zufluss Schachtwässer Schacht Bartensleben 2002 bis 2011.....	19
Tabelle 3: Analysenergebnisse der Schachtwässer Schacht Bartensleben	19
Tabelle 4: Zufluss Schachtwässer Schacht Marie 2002 bis 2011	19
Tabelle 5: Analysenergebnisse der Schachtwässer Schacht Marie	19
Tabelle 6: Lösungszutritte „Abbau 1a“ von 2002 bis 2011	22
Tabelle 7: Analysenergebnisse der Lösungszutritte „Abbau 1“	22
Tabelle 8: Dichtewerte der Lösungszutritte in der „Bunten First“	23
Tabelle 9: Lösungszutritte aus der Bohrung am „Bremsbergfuß“	24
Tabelle 10: Dichtewerte der Lösungszutritte aus der Bohrung am „Bremsbergfuß“	24
Tabelle 11: Lösungszutritte „Lager H“ von 2001 bis 2011	24
Tabelle 12: Analysenergebnisse der Lösungszutritte „Lager H“	24
Tabelle 13: Analysenergebnisse der Abluftuntersuchungen des Endlagers Morsleben.....	31
Tabelle 14: Analysenergebnisse der potentiell kontaminierten Abwässer	36
Tabelle 15: Prognostizierte Werte der effektiven Dosis (Vorjahreswerte in Klammern)	37
Tabelle 16: Gemessene künstliche Isotope im Jahr 2011	41
Tabelle 17: Analysenergebnisse der Bodenproben bezogen auf Trockenmasse.....	42

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

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

1 EINLEITUNG

Das Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben 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 Endlager Morsleben insgesamt ca. 37.000 Kubikmeter (m³) schwach- und mittelradioaktive Abfälle mit vergleichsweise geringen Konzentrationen an Alpha-Strahlern eingelagert, davon 22.321 m³ zwischen Januar 1994 und September 1998.

Der Betrieb des Endlagers 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 Endlagers Morsleben 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 Endlager 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).

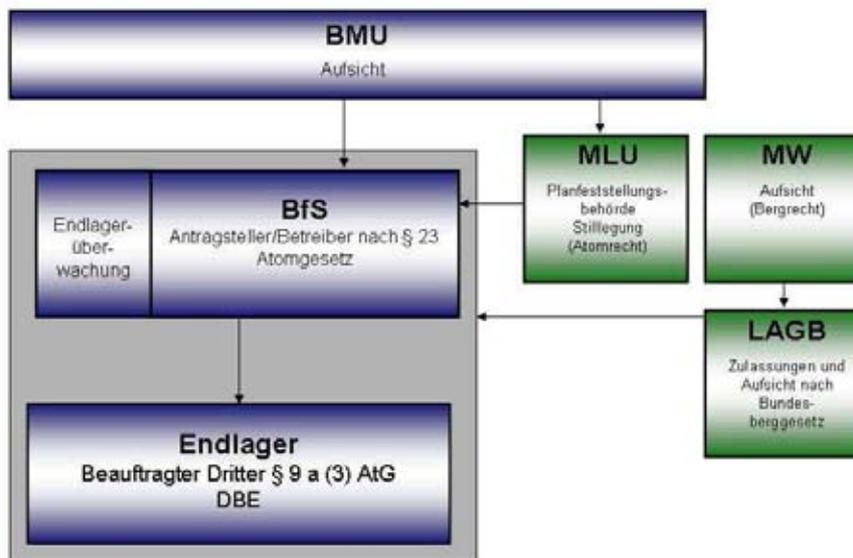


Abbildung 1: Atom- und bergrechtliche Zuständigkeit für das Endlager Morsleben im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens zur Stilllegung

Im Endlager Morsleben wurden in der Zeit zwischen 1971 und 1998 insgesamt ca. 37.000 m³ schwach- und mittelradioaktive Abfälle eingelagert. Die Gesamtaktivität der eingelagerten Abfälle beträgt am Ende des Jahres 2011 etwa $3,13 \cdot 10^{14}$ Becquerel (Bq).

Der gegenwärtige Betrieb des Endlagers 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 hat im Oktober 2011 mit der Durchführung des Erörterungstermins die Phase der Öffentlichkeitsbeteiligung durchlaufen. Es finden zurzeit weitere Prüfungen der eingereichten Unterlagen durch die Genehmigungsbehörde statt.

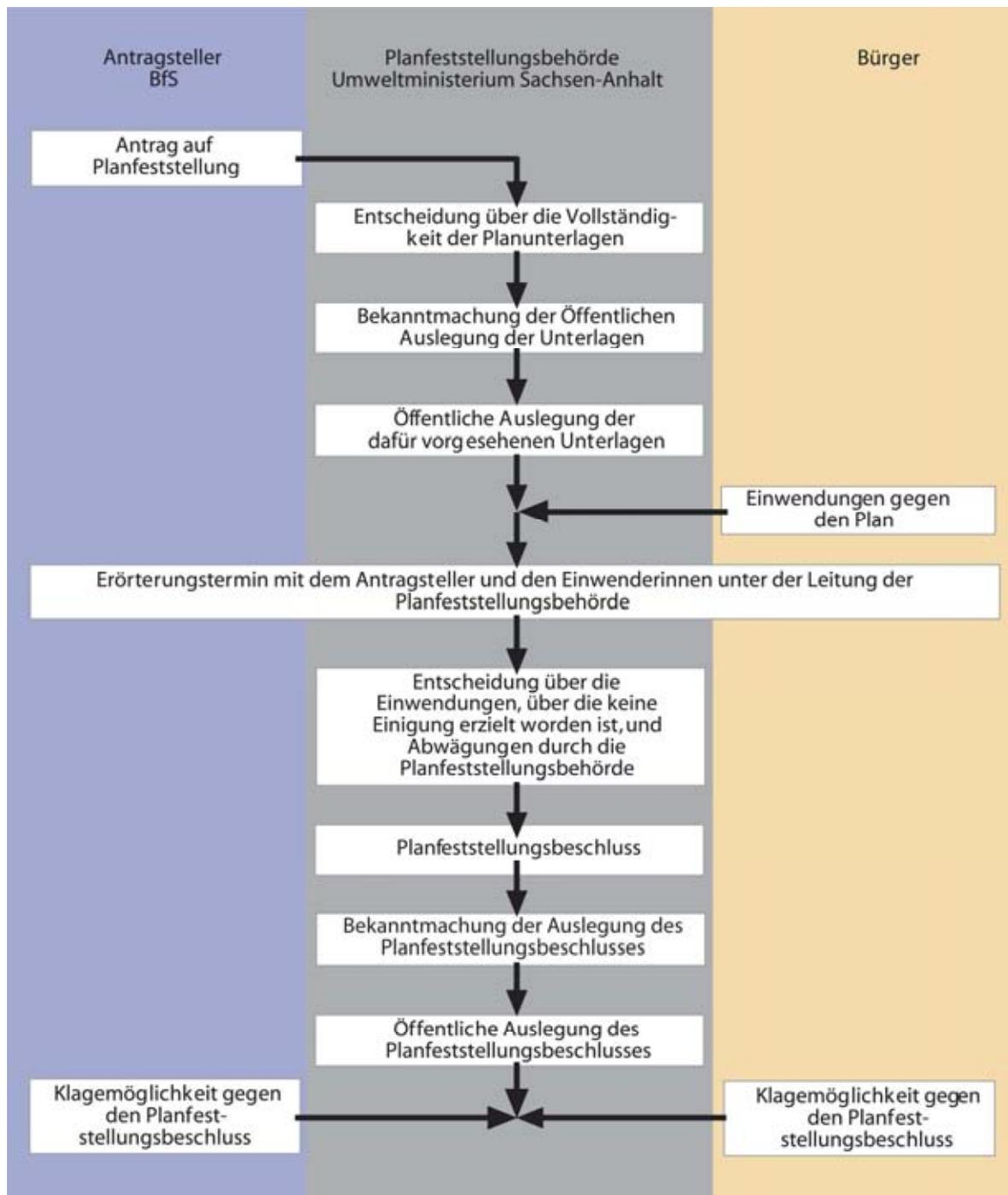


Abbildung 2: Übersicht über das atomrechtliche Planfeststellungsverfahren zur Stilllegung des Endlagers Morsleben

Während des Offenhaltungsbetriebes und bei den künftigen Stilllegungsarbeiten sind alle erforderlichen Maßnahmen zur Gewährleistung der Sicherheit des Endlagers Morsleben weiterzuführen, um die vom Endlager Morsleben 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 Endlager Morsleben erfolgt weitestgehend nach dieser Richtlinie. Aufgrund der Festlegungen der Dauerbetriebsgenehmigung sind einige Abweichungen von dieser Richtlinie vorhanden. Die im Endlager 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 <http://odinfo.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 2011 zur Aufrechterhaltung der Sicherheit des Endlagers Morsleben durchgeführten Maßnahmen und Überwachungsergebnisse. Darüber hinaus tragen weitere Maßnahmen zur Aufrechterhaltung der Sicherheit des Endlagers Morsleben bei. Zu nennen sind hier die umfangreichen Aufgaben zur Qualitätssicherung, die laufenden bergmännischen Arbeiten zur Grubensicherung, der Brand- und der Objektschutz.

Als Grundlage dienen die Berichte nach REI, die von der DBE beauftragt durch das BfS erstellt wurden. Diese Berichte stehen, wie die Berichte der unabhängigen Messstelle (LAU) auf der Homepage des Endlagers Morsleben (www.endlager-morsleben.de) zur Verfügung.

Auf zwei Sondermaßnahmen, die im Jahr 2011 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 Schachanlage Marie errichtet um das Belüftungssystem (bergmännisch: Bewetterungssystem) des Endlagers Morsleben 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. Am 09.08.2010 erfolgte die Inbetriebnahme des Abwetterbauwerks zum Probebetrieb. Im Juli 2012 wird das Abwetterbauwerk voraussichtlich in den Dauerbetrieb überführt.

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 wurde im Februar 2011 abgeschlossen. Nach Einschätzung von Experten war es zu einem fortschreitenden Sicherheitsverzehr durch Verformungen infolge von Konvergenz im Grubengebäude gekommen. Es hätte dadurch zu größeren Brüchen im tragenden Salzgestein kommen können, und damit hätte die Integrität des darüber befindlichen abdichtenden Deckgebirges Schaden nehmen können. Die Verfüllung verhindert diese Entwicklung und stabilisiert das Grubengebäude.

In diesem Bericht werden die Messwerte in den gesetzlichen Einheiten des Internationalen Systems (SI) angegeben. Im Folgenden sind die SI-Einheiten der Aktivität und der Äquivalentdosis aufgeführt und deren Beziehung zwischen physikalischer Größe und SI-Einheit dargestellt:

Aktivität:	Becquerel (Bq)
	1 Bq = 1/s
Äquivalentdosis	Sievert (Sv)
	1 Sv = 1 J/kg
	1 mSv = 0,001 Sv
	1 μ Sv = 0,000001 Sv

Die Messwerte werden auf der Grundlage der wissenschaftlichen Schreibweise in Exponentialschreibweise dargestellt.

Zahl in Dezimalschreibweise	Zahl in Exponentialschreibweise
0,0001	10^{-4}
0,001	10^{-3}
0,01	10^{-2}
0,1	10^{-1}
1	10^0
10	10^1
100	10^2
1000	10^3
10 000	10^4
100 000	10^5

2 RADIOAKTIVE ABFÄLLE

Die Angaben zu den im Endlager Morsleben 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. Im Jahr 2009 verklemmte einer der beiden Spezialcontainer im A1-Bohrloch. Nachdem im Jahr 2010 im Rahmen einer Ursachenermittlung Maßnahmen zur Entfernung von Rostanhaftungen durchgeführt wurden, konnte für beide Spezialcontainer im A1-Bohrloch die Rückholbarkeit nachgewiesen werden. Im Jahr 2011 konnte die Rückholbarkeit der Spezialcontainer aus dem A1- und dem A2-Bohrloch nachgewiesen werden.

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

Das Gesamtaktivitätsinventar der zwischengelagerten radioaktiven Stoffe betrug zum Ende des Jahres 2011 $2,13 \cdot 10^{14}$ Bq.

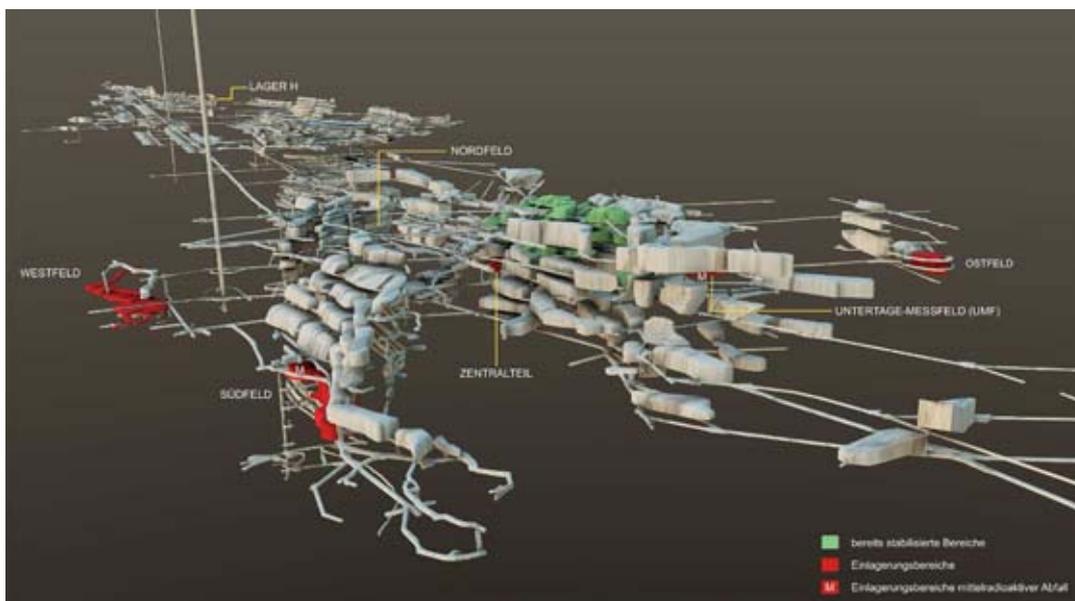


Abbildung 3: Grubengebäude mit Einlagerungsbereichen des Endlagers Morsleben

2.3 Endgelagerte radioaktive Abfälle

Die im Endlager Morsleben endgelagerten schwach- und mittelradioaktiven Abfälle hatten Ende 2011 aufgeschlüsselt nach den Lagerorten folgende Aktivitäten:

- Im Südfeld sind es $6,4 \cdot 10^{13}$ Bq,
- im Nordfeld $6,2 \cdot 10^{11}$ Bq,
- im Zentralteil $1,4 \cdot 10^{12}$ Bq,
- im Westfeld $2,2 \cdot 10^{13}$ Bq und
- im Ostfeld $1,3 \cdot 10^{13}$ Bq.

Insgesamt sind im Endlager mit Stand Ende 2011 radioaktive Abfälle mit einer Aktivität von etwa $1,0 \cdot 10^{14}$ Bq endgelagert. Hauptnuklide sind Cäsium-137 mit $6,6 \cdot 10^{13}$ Bq, Nickel-63 mit $1,4 \cdot 10^{13}$ Bq und Cobalt-60 mit $7,0 \cdot 10^{12}$ Bq.

Alpha-Strahler haben mit $4,8 \cdot 10^{11}$ Bq nur einen sehr geringen Anteil am Gesamtaktivitätsinventar des Endlagers Morsleben. 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 Endlagers Morsleben in Becquerel (Bq) (Stand: 31.12.2011)

Alpha-Strahler	Aktivität in Bq	Beta-/Gamma-Strahler	Aktivität in Bq	Beta-/Gamma-Strahler	Aktivität in Bq
Am-241	$2,3 \cdot 10^{11}$	Ac-227	$6,5 \cdot 10^{06}$	Pm-147	$1,8 \cdot 10^{10}$
Am-243	$9,5 \cdot 10^{07}$	Ac-228	$4,4 \cdot 10^{08}$	Pu-241	$9,9 \cdot 10^{11}$
Cf-249	$5,8 \cdot 10^{05}$	Ag-108m	$6,6 \cdot 10^{10}$	Ra-228	$4,4 \cdot 10^{08}$
Cf-251	$2,3 \cdot 10^{04}$	Al-26	$8,6 \cdot 10^{05}$	Rb-87	$2,8 \cdot 10^{07}$
Cf-252	$1,6 \cdot 10^{04}$	Am-242m	$2,4 \cdot 10^{08}$	Ru-106	$2,8 \cdot 10^{07}$
Cm-243	$6,2 \cdot 10^{05}$	C-14	$3,2 \cdot 10^{12}$	Sb-125	$1,4 \cdot 10^{10}$
Cm-244	$5,1 \cdot 10^{09}$	Ca-41	$7,3 \cdot 10^{07}$	Se-79	$1,9 \cdot 10^{08}$
Cm-245	$2,3 \cdot 10^{06}$	Cd-113m	$7,2 \cdot 10^{09}$	Sm-151	$2,6 \cdot 10^{11}$
Cm-246	$2,6 \cdot 10^{06}$	Cl-36	$3,9 \cdot 10^{09}$	Sn-126	$2,4 \cdot 10^{08}$
Cm-247	$2,6 \cdot 10^{04}$	Co-60	$7,0 \cdot 10^{12}$	Sr-90	$5,0 \cdot 10^{12}$
Cm-248	$2,2 \cdot 10^{07}$	Cs-134	$1,8 \cdot 10^{10}$	Tc-99	$1,0 \cdot 10^{11}$
Cm-250	$3,3 \cdot 10^{02}$	Cs-135	$3,7 \cdot 10^{08}$	Zr-93	$9,3 \cdot 10^{09}$
Np-237	$8,3 \cdot 10^{07}$	Cs-137	$6,6 \cdot 10^{13}$		
Pa-231	$1,7 \cdot 10^{06}$	Eu-152	$2,3 \cdot 10^{11}$		
Pu-238	$7,9 \cdot 10^{10}$	Eu-154	$2,2 \cdot 10^{11}$		
Pu-239	$6,9 \cdot 10^{10}$	Eu-155	$2,7 \cdot 10^{10}$		
Pu-240	$6,6 \cdot 10^{10}$	Fe-55	$2,4 \cdot 10^{11}$		
Pu-242	$9,9 \cdot 10^{07}$	H-3	$2,2 \cdot 10^{12}$		
Pu-244	$2,1 \cdot 10^{04}$	Ho-166m	$3,3 \cdot 10^{04}$		
Ra-224	$6,5 \cdot 10^{08}$	I-129	$2,1 \cdot 10^{08}$		
Ra-226	$2,3 \cdot 10^{10}$	K-40	$2,3 \cdot 10^{10}$		
Th-228	$6,5 \cdot 10^{08}$	Kr-85	$2,4 \cdot 10^{11}$		
Th-229	$4,5 \cdot 10^{05}$	Mn-54	$5,4 \cdot 10^{05}$		
Th-230	$1,8 \cdot 10^{06}$	Mo-93	$2,5 \cdot 10^{08}$		
Th-232	$5,8 \cdot 10^{06}$	Na-22	$5,4 \cdot 10^{08}$		
U-232	$4,5 \cdot 10^{07}$	Nb-94	$2,7 \cdot 10^{10}$		
U-233	$5,0 \cdot 10^{06}$	Ni-59	$1,8 \cdot 10^{11}$		
U-234	$1,1 \cdot 10^{09}$	Ni-63	$1,4 \cdot 10^{13}$		
U-235	$8,2 \cdot 10^{07}$	Np-236	$4,5 \cdot 10^{03}$		
U-236	$4,8 \cdot 10^{07}$	Pb-210	$1,1 \cdot 10^{10}$		
U-238	$4,3 \cdot 10^{08}$	Pd-107	$6,7 \cdot 10^{07}$		

2.4 Endlagerung betrieblicher Eigenabfälle

Im Rahmen der betrieblichen Arbeiten im Endlager Morsleben 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 Oberflächenstrukturen 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 Eigenabfälle im Westfeld, 4. Sohle

Die bereits erwähnte Spezielle Kanalisation befindet sich unter der Containerhalle, in der die Transportfahrzeuge mit den radioaktiven Abfällen entladen wurden. Diese Kanalisation leitet Flüssigkeiten in spezielle Auffangbehälter und nicht in die übliche Kanalisation. Sie wurde für den Fall eingerichtet, dass es in der 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.

Auf Grund einer defekten Füllstandsmesseinrichtung im Tank 1 der Speziellen Kanalisation flossen im Januar 2011 durch erhöhte Schmelz- und Regenwasser aus der Containerhalle ungefähr 750 Liter Wasser in die Bodenwanne des Gebäudes der Speziellen Kanalisation. Es konnten 730 Liter kontaminiertes Wasser zurück in den Tank 2 gepumpt werden.

Zum Ende des Jahres 2011 befanden sich in diesen Auffangbehältern 8,7 m³ 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 m³ zur Verfügung. Im Jahr 2011 wurden 14,4 m³ Wasser aus der Speziellen Kanalisation in einen Tank des Tanklagers im Kontrollbereich gepumpt. Insgesamt befinden sich zum Ende des Berichtszeitraums 23,055 m³ kontaminierte Abwässer in den Tanks.

Aufgrund technischer Störungen der Konditionierungsanlage konnten auch im Jahr 2011 keine Verfestigungskampagnen durchgeführt werden. Die Konditionierungsanlage ist seit Oktober 2009 nicht betriebsbereit und soll im Jahr 2012 umgebaut werden, um die technische Schwachstelle zu beseitigen.

Im Jahr 2011 wurden die angefallenen festen radioaktiven Eigenabfälle in 69 200-l-Fässern gesammelt.

Nach der Durchführung der Produktkontrolle und der Endlagerungsfreigabe durch den Strahlenschutzbeauftragten des Endlagers Morsleben erfolgte die Endlagerung der Abfälle in den Fässern und 0,3 m³ sperriger Abfall auf der vierten Sohle im Westfeld. Insgesamt wurden im Jahr 2011 14,1 m³ 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 Durchbaungsgrad und durch die lange Standzeit der bis zu 140.000 m³ großen Abbauhohlräume im Zentralteil der Grube Bartensleben begründet ist.

Ab Oktober 2003 wurden 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 sah vor, 27 Grubenbaue im Zentralteil der Schachanlage Bartensleben bis 2011 mit insgesamt nahezu 950.000 m³ Salzbeton weitgehend zu verfüllen. Dabei wurde 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, wurden die zu verfüllenden Hohlräume durch geeignete Maßnahmen verschlossen. Stündlich wurden ca. 50 bis 60 m³ Salzbeton verfüllt. Die Tagesleistung beträgt ca. 500 bis 600 m³.

Der Salzbeton musste bestimmte baustofftechnische Anforderungen erfüllen, um für das Stützkonzept geeignet zu sein. Daher war bei der Salzbetonherstellung eine bestimmte Rezeptur einzuhalten. Zur Qualitätssicherung wurden sowohl die Herstellung als auch das Einbringen des Salzbetons in die Grubenräume kontinuierlich überwacht. Auf Grund seiner Fließeigenschaften breitete 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 2011 wurde die im Vorjahr begonnene Verfüllung des Abbaus im Bereich der Zwischensohle (4a-Sohle) und der dritten Sohle mit dem Einbringen von 20.387,5 m³ Salzbeton abgeschlossen. Die bergbauliche Gefahrenabwehr im Zentralteil der Grube Bartensleben wurde damit beendet. Insgesamt sind 27 Abbaue mit 934.800 m³ Salzbeton verfüllt worden. Die Hohlraumverfüllung der bergbaulichen Gefahrenabwehrmaßnahme ist mit den geplanten Maßnahmen der endgültigen Stilllegung kompatibel, da die im Rahmen der bGZ verfüllten Hohlräume voraussichtlich 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. Die Beobachtung im Jahr 2011 zeigt für den vergangenen zweijährigen Beobachtungszeitraum keine signifikanten Höhenänderungen auf, die durch das Endlager Morsleben bergbauinduziert sein können.

Höhenüberwachung unter Tage

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

Im Grubenfeld Bartensleben wurden 2011 erwartungsgemäß, durch die Verfüllmaßnahmen im Zentralteil bedingt, höhere Senkungsraten der Decke (bergmännisch: First) ermittelt. Es wurden im Jahr 2011 Werte bis 5 mm/a gemessen. Darüber hinaus wurden durch den Nachschnitt bedingte Firstsenkungen bis zu 4 mm/a in einer Strecke auf der 3. Sohle gemessen. Im übrigen Grubengebäude Bartensleben sowie im Grubengebäude Marie lagen die Firstsenkungen generell im Bereich bis maximal 1,2 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

Ergänzt werden die untertägigen Höhenmessungen durch Verformungsmessungen. Diese werden im Bergwerk derzeit an 271 Konvergenzmesstationen durchgeführt, wobei horizontale und vertikale Verformungen erfasst werden. Zusätzlich kommen ungefähr 100 Extensometer und ungefähr 30 Fissurometer zur Überwachung von Verformungen und Rissen im Gebirge zum Einsatz. Die Messinstrumente befinden sich verteilt im gesamten Grubengebäude.

Die in 2011 wie in den Vorjahren nachgewiesenen Firstsenkungsraten von zumeist 1 bis 2 mm/a sowie die mehrheitlich kaum messtechnisch nachweisbaren Konvergenzen zeigen keine Besonderheiten. Es treten an einzelnen Lokationen im Grubengebäude im Vergleich zu den durchschnittlichen Messergebnissen leicht erhöhte Konvergenzen auf, die sich jedoch auf niedrigem Niveau bei maximal wenigen Millimeter im Jahr bewegen.

Erhöhte Werte von Senkungen und Konvergenzen von bis etwa 6 mm/a wurden erwartungsgemäß im Zentralteil Bartensleben auf der 3. Sohle ermittelt. Diese Bereiche liegen im nahen Umfeld von Verfüllarbeiten der bGZ und damit im unmittelbaren Einwirkungsbereich von Wärme, Feuchte und Zusatzlasten aus dem Salzbeton.

Ansonsten treten erhöhte Bewegungen auch in neu aufgefahrenen oder erweiterten Grubenbauen im Salz auf.

Die Spannungsmessungen im Schacht Bartensleben zeigen in 2011 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) waren mit der Verfüllung von Abbauen im Zentralteil mit Salzbeton Überschusslösungen aufgetreten. Es war ein Vorsorgekonzept zur Beherrschung der Überschusslösung entwickelt und parallel zum fortschreitenden Verfüllbetrieb umgesetzt worden. Wesentlicher Bestandteil dieses Vorsorgekonzeptes war das Auffangen der Überschusslösungen, das Sammeln in Behältern und das Abpumpen der Lösungen nach über Tage. Die abgepumpten Lösungen wurden wieder der Salzbetonherstellung zugeführt.

Insgesamt sind im Rahmen der Stabilisierungsmaßnahmen von 2003 bis 2011 2.445 m³ Überschusslösungen aufgefangen und für die Salzbetonherstellung genutzt worden.



Abbildung 6: 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 wurden über eine im Gesenk 500 installierte Pumpanlage nach über Tage gepumpt und bei der Salzbetonherstellung im Rahmen der bGZ eingesetzt.

Im Jahr 2011 wurde keine Lauge aus dem Gesenk 500 gehoben.

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 2011 sind im Schacht Bartensleben 3.402 m³, im Schacht Marie 7.361 m³ 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 (3.572 m³) leicht gesunken. Die Zuflussrate liegt knapp über dem Mittelwert seit 1977 (6,2 l/min). Die Mineralisation der Schachtwässer weicht im Vergleich mit den Durchschnittswerten der Vorjahre nicht signifikant ab.

Tabelle 2: Zufluss Schachtwässer Schacht Bartensleben 2002 bis 2011

Jahr	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Zufluss in m ³	3387	3098	3371	3327	3314	3436	3283	3175	3572	3402

Tabelle 3: Analysenergebnisse der Schachtwässer Schacht Bartensleben

Datum	Proben-nr.	pH-Wert	Dichte (g/cm ³)	Natrium (g/l)	Kalium (g/l)	Calcium (g/l)	Magnesium (g/l)	Chlorid (g/l)	Sulfat (g/l)	Hyd.-Karbonat (g/l)	Gesamt-mineralisation (g/l)
03/11	1926	7,67	1,023	9,900	0,126	1,162	0,335	16,300	3,430	0,120	31,373
05/11	1946	7,54	1,032	11,700	0,164	0,985	0,480	17,400	4,200	0,100	35,029
08/11	1982	7,78	1,025	12,100	0,148	0,698	0,400	19,050	3,030	0,100	35,526
11/11	1993	7,30	1,027	10,800	0,158	0,758	0,376	16,600	4,060	0,090	32,842
Durchschnitt 2011		7,57	1,027	11,125	0,149	0,901	0,398	17,338	3,680	0,103	33,693
1983-2011 Durchschnitt		7,48	1,025	11,314	0,199	1,134	0,478	18,070	3,504	0,102	35,071

Der Zufluss im Schacht Marie ist mit 7.653 m³ im Vergleich zum Vorjahr (7.361 m³) geringfügig gestiegen. Die Zuflussrate entspricht dem Mittelwert seit 1974 (14,0 l/min). Die Mineralisation der Schachtwässer ist bezüglich Natrium und Chlorid um ca. 50% angestiegen. Die technische Beherrschbarkeit der Zuflüsse ist auch weiterhin gegeben.

Tabelle 4: Zufluss Schachtwässer Schacht Marie 2002 bis 2011

Jahr	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Zufluss in m ³	6150	8005	7621	7027	6447	6300	7176	7304	7361	7653

Tabelle 5: Analysenergebnisse der Schachtwässer Schacht Marie

Datum	Proben-nr.	pH-Wert	Dichte (g/cm ³)	Natrium (g/l)	Kalium (g/l)	Calcium (g/l)	Magnesium (g/l)	Chlorid (g/l)	Sulfat (g/l)	Hyd.-Karbonat (g/l)	Gesamt-mineralisation (g/l)
03/11	1940	7,94	1,000	0,348	0,016	0,178	0,059	0,520	0,360	0,380	1,861
05/11	1945	7,60	1,010	0,388	0,013	0,113	0,075	0,488	0,405	0,350	1,832
08/11	1967	8,02	1,002	1,453	0,108	0,143	0,105	2,180	0,570	0,366	4,925
11/11	1992	7,48	1,008	1,100	0,080	0,077	0,083	1,640	0,500	0,360	3,840
Durchschnitt 2011		1,005	7,76	1,005	0,054	0,128	0,081	1,207	0,459	0,364	3,115
1983-2010 Durchschnitt		0,999	7,74	0,999	0,035	0,144	0,078	0,695	0,451	0,330	2,234

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 2011 wurden im Grubengebäude Bartensleben aus Laugentümpeln 3,85 m³ und im Grubengebäude Marie 4,9 m³ 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 Endlager Morsleben.

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 7: 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 8: Tropfenzählanlage „Abbau 1a“

Ins Sammelbecken liefen vom 01.01.2011 bis zum 31.12.2011 insgesamt 5,550 m³ zu. Dies entspricht einer durchschnittlichen Zutrittsrate von 0,01056 l/min, die gegenüber dem Jahresdurchschnitt 2010 mit 0,00453 l/min gestiegen ist. Die Zuläufe sind jedoch weiterhin beherrschbar und es sind auf Grund der geringeren Mengen keine weiteren Maßnahmen notwendig.

Tabelle 6: Lösungszutritte „Abbau 1a“ von 2002 bis 2011

Jahr	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Durchschnitt (1997-2010)
Zufluss in m ³	1,4	1,1	0,8	1,1	0,8	0,7	1,1	1,8	2,3	5,5	1,1

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 1“

Datum	Probennr.	Dichte (g/cm ³)	Brom (g/l)	Natrium (g/l)	Kalium (g/l)	Magnesium (g/l)	Calcium (g/l)	Chlorid (g/l)	Sulfat (g/l)	Gesamt-mineralisation (g/l)
25.01.2011	1907	1,286	3,37	7,41	12,23	90,11	2,08	283,91	0,44	396,18
15.02.2011	1911	1,286	3,40	7,27	11,89	88,75	2,04	282,81	0,49	393,26
17.03.2011	1941	1,288	3,50	5,33	9,56	91,17	2,19	285,56	0,43	394,25
29.04.2011	1944	1,286	3,30	6,03	12,15	87,81	2,18	281,15	0,47	389,79
24.05.2011	1947	1,285	3,24	5,92	13,04	87,40	2,11	281,15	0,44	390,06
21.06.2011	1949	1,283	3,19	5,69	15,63	86,67	2,09	278,14	0,47	388,69
13.07.2011	1951	1,283	3,11	5,72	15,08	85,11	2,40	277,47	0,62	386,39
17.08.2011	1984	1,282	3,10	6,56	16,80	86,08	1,95	277,85	0,48	389,72
19.09.2011	1987	1,279	3,11	9,46	15,95	85,75	1,87	278,10	0,47	391,58
13.10.2011	1989	1,280	3,12	9,57	16,83	83,53	1,96	277,84	0,46	390,18
07.11.2011	1991	1,281	3,15	9,07	15,93	85,27	1,81	278,48	0,46	391,02

Datum	Probennr.	Dichte (g/cm ³)	Brom (g/l)	Natrium (g/l)	Kalium (g/l)	Magnesium (g/l)	Calcium (g/l)	Chlorid (g/l)	Sulfat (g/l)	Gesamt-mineralisation (g/l)
07.12.2011	1995	1,281	3,35	9,17	15,22	86,22	1,92	279,01	0,49	392,02
Durchschnitt 2011		1,283	3,25	7,27	14,19	86,99	2,05	280,12	0,48	391,10
1993-2010 Durchschnitt		1,278	3,39	8,47	13,66	85,97	2,39	283,94	0,36	391,58

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. 2011 wurden in der „Bunten First“ keine Zutritte weiterer Lösungen beobachtet. Die Dichte und Temperatur der Lösungen, die sich in den Tümpeln in der „Bunten First“ sammeln, werden einmal im Quartal ermittelt. Die Lösungen zeigen im Jahr 2011 keine signifikanten Abweichungen der gemessenen Dichtewerte zum Durchschnitt des Vorjahres.

Tabelle 8: Dichtewerte der Lösungszutritte in der „Bunten First“

Lösungs-vorkommen	1. Quartal 11 (g/cm ³)	2. Quartal 11 (g/cm ³)	3. Quartal 11 (g/cm ³)	4. Quartal 11 (g/cm ³)	Durchschnitt 1992-2011 (g/cm ³)
6.1	1,292	1,292	1,291	1,289	1,291
6.2	1,335	1,334	1,331	1,322	1,331
6.3	1,303	1,304	1,298	1,294	1,300
6.4	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
6.5	1,280	1,280	1,281	1,278	1,280
6.6	1,279	1,279	1,279	1,277	1,279
6.7	1,298	1,297	1,297	1,295	1,297
6.8	1,308	1,307	1,306	1,304	1,306

Bremsbergfuß

An der Lokalität „Bremsbergfuß“, die im Südfeld des Grubengebäudes Marie liegt, wurde die Zutrittsrate der salinaren Lösungen sowie ihre Dichte und Temperatur zweimal im Jahr 2011 ermittelt. Die Dichte zeigt keine signifikante Abweichung zum Durchschnitt des Vorjahres. Die Zutrittsrate ist gestiegen. Im Jahr 2011 sind insgesamt 0,00138 m³ (Vorjahr 0,0022m³) Lösung aufgefangen worden.

Tabelle 9: Lösungszutritte aus der Bohrung am „Bremsbergfuß“

Zeitraum	1. Quartal 11	2. Quartal 11	3. Quartal 11	4. Quartal 11	Summe 2011
Zufluss in l	0,470	n.b.	0,910	n.b.	1,380

Tabelle 10: Dichtewerte der Lösungszutritte aus der Bohrung am „Bremsbergfuß“

Zeitraum	1. Quartal 11	2. Quartal 11	3. Quartal 11	4. Quartal 11	Durchschnitt 2010
Dichtewerte (g/cm ³)	1,402	n.b.	1,396	n.b.	1,399

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 Zwischensohle 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.

Im ersten Halbjahr 2011 traten am Lager H 5,02 m³ zu. Im zweiten Halbjahr sind 4,48 m³ zugelaufen und im gesamten Jahr 2011 damit 9,50 m³ Lösung. Damit war der berechnete Zutritt etwas niedriger als im Jahr 2010 (15,51 m³).

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 2002 bis 2011

Jahr	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Zufluss in m ³	11,2	12,1	11,6	5,96	14,33	15,4	10,7	15,9	15,5	9,50

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: Analyseergebnisse der Lösungszutritte „Lager H“

Datum	Probennr.	Dichte (g/cm ³)	Brom (g/l)	Natrium (g/l)	Kalium (g/l)	Magnesium (g/l)	Calcium (g/l)	Chlorid (g/l)	Sulfat (g/l)	Gesamtmineralisation (g/l)
27.01.11	1908	1,280	1,93	13,83	25,54	74,98	0,08	254,14	27,32	395,89
23.02.11	1927	1,280	1,95	13,58	25,74	75,58	0,07	245,53	27,51	388,01
30.03.11	1942	1,280	1,93	11,17	25,86	75,59	0,07	246,19	24,30	383,18

Datum	Probennr.	Dichte (g/cm ³)	Brom (g/l)	Natrium (g/l)	Kalium (g/l)	Magnesium (g/l)	Calcium (g/l)	Chlorid (g/l)	Sulfat (g/l)	Gesamtmineralisation (g/l)
27.04.11	1943	1,280	1,92	12,93	25,57	75,98	0,07	244,17	27,80	386,52
31.05.11	1948	1,281	1,92	12,12	25,17	75,47	0,05	245,28	26,97	385,07
28.06.11	1950	1,281	1,92	11,66	26,06	77,02	0,11	243,31	28,02	386,18
25.07.11	1953	1,281	1,92	16,36	23,73	76,33	0,11	246,28	28,68	391,49
29.08.11	1986	1,282	1,92	16,49	22,53	75,19	0,07	245,75	24,62	384,65
27.09.11	1988	1,279	1,93	16,84	23,07	75,64	0,14	245,85	28,30	389,83
28.10.11	1990	1,277	1,93	17,15	24,87	74,05	0,08	245,44	28,23	389,82
23.11.11	1994	1,279	1,93	11,84	25,46	76,02	0,14	244,96	28,17	386,58
14.12.11	1999	1,273	2,06	16,76	25,81	75,44	0,08	244,53	27,94	390,57
Durchschnitt 2011		1,279	1,94	14,23	24,95	75,61	0,09	245,95	27,32	388,15
1990-2010 Durchschnitt		1,279	2,00	15,63	25,41	77,12	0,09	250,59	29,62	398,31

Gesamtbewertung der Lösungszutritte in die Gruben Bartensleben und Marie

Im Rahmen der hydrogeologischen Überwachung wurden in 2011 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 ist im Vergleich zum letzten Jahr gesunken. Die chemischen Analysen zeigen keine signifikanten Änderungen im Vergleich zu den bisherigen Analyseergebnissen.

Der Zutritt im Abbau 1a ist gestiegen. Dieser Zutritt liegt aber insgesamt in einem niedrigen Niveau und ist deswegen weiterhin beherrschbar. Insgesamt liegen die Messergebnisse der 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 Endlager Morsleben ergeben sich aus der Strahlenschutzverordnung und den daraus abgeleiteten Richtlinien, der Dauerbetriebsgenehmigung und dem betrieblichen Regelwerk des Endlagers. 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 Endlager Morsleben 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 9: Auslesen betrieblicher Dosimeter im Kontrollbereich des Endlagers Morsleben

Die Dosen, die nach StrlSchV zu einer Einstufung als beruflich strahlenexponierte Personen führen, werden im Endlager Morsleben bei weitem nicht erreicht. Im Jahr 2011 waren 29 Personen in die Kategorie A und 134 Personen in die Kategorie B eingestuft. Es konnten in diesem Zeitraum 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 Endlager Morsleben und 37,5 % des Grenzwertes von 4 mSv/a für Personen der Kategorie B. Die Grenzwerte wurden zu jeder Zeit eingehalten. Durchschnittlich wurden in den letzten zehn Jahren mittlere individuelle Dosen von 0,1 mSv pro Jahr gemessen.

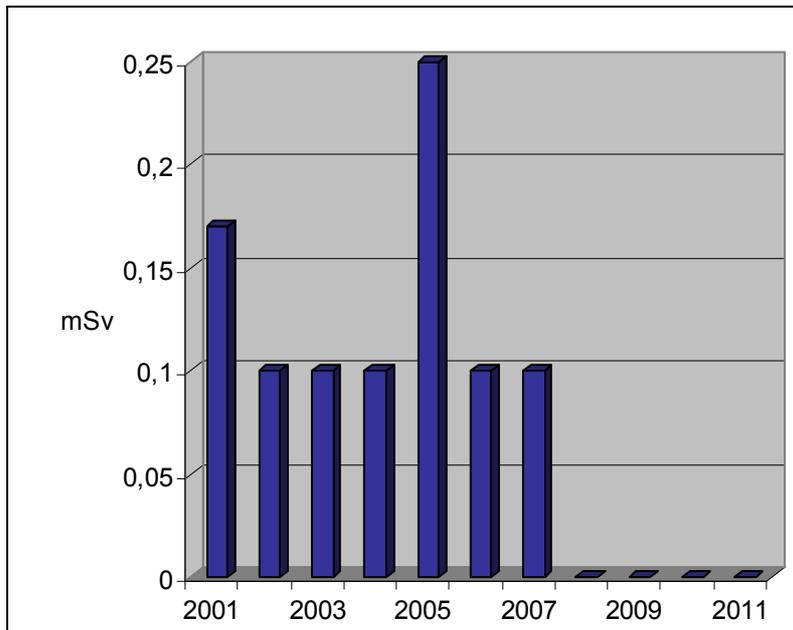


Abbildung 10: Mittlere individuelle Dosis der beruflich strahlenexponierten Personen des Endlagers Morsleben in mSv/a 2002-2011 (der Grenzwert beträgt 6 mSv/a)

Die Strahlenbelastung der einzelnen beruflich exponierten Personen im Endlager Morsleben 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 unter dem Grenzwert.

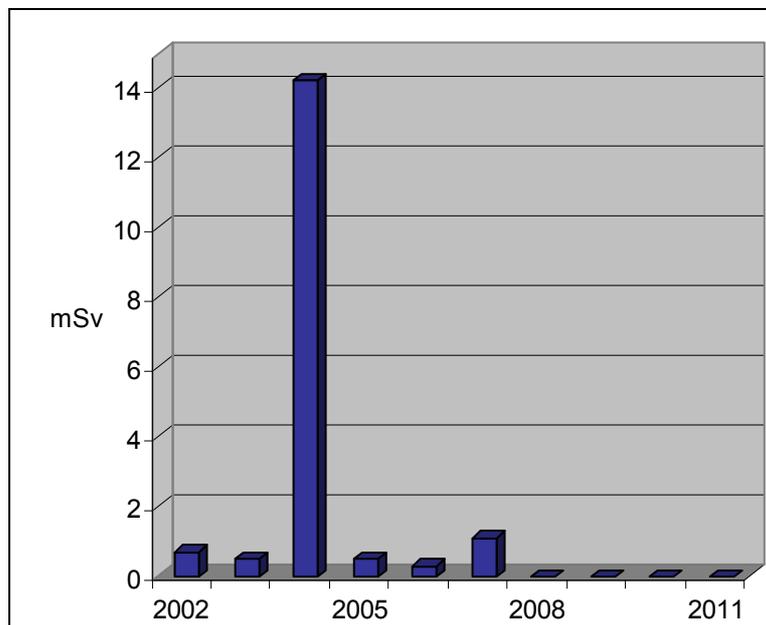


Abbildung 11: Jährliche Gesamtexposition der beruflich strahlenexponierten Personen des Endlagers Morsleben in mSv/a (2002-2011)

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 12: Messung im Ganzkörperzähler im Labor des BfS in Berlin

Im Jahr 2011 wurde eine zehn Personen umfassende Kontrollgruppe des Endlagers Morsleben am Ganzkörperzähler des BfS in Berlin untersucht. Bei allen Personen konnte 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 2011 wurden die Grenzwerte bei Personen- und Anlagenkontaminationen nicht überschritten.

Bei der Raumluftkontamination wurde an zwei Tagen der zulässige Wert von 120 Bq/m^3 für Alpha-Strahler in einer Abwetterstrecke im Kontrollbereich auf der vierten Sohle, die nur selten betreten wird, für z. T. einige Stunden überschritten. Es wurden 152 Bq/m^3 und $146,1 \text{ Bq/m}^3$ gemessen. Im Tagesmittel wurde der zulässige Wert von 120 Bq/m^3 nicht überschritten.

Diese kurzzeitigen Überschreitungen sind auf die Bewetterung von Einlagerungsräumen im Südfeld der vierten Sohle zurückzuführen. Seit dem Jahr 2009 werden dort Arbeiten zur Verfüllung der restlichen Hohlräume der Einlagerungsräume im Südfeld mit Asche durchgeführt. 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 Raumlufuntersuchungen durchgeführt werden. Diese Überschreitung ist weder radiologisch noch genehmigungsrechtlich bedenklich.

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 des Grenzwertes für den Jahresdurchschnitt von 120 Bq pro Kubikmeter.

Zur Ermittlung der Aktivitätskonzentration von langlebigen Einzelnucliden wurden Proben von Staubfiltern im Endlager Morsleben 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 CO₂) an der Luftaktivität im Endlager Morsleben gering und radiologisch unbedenklich ist. Der als Jahresgrenzwert festgelegte Durchschnittswert von 400 Bq pro Kubikmeter wurde an Arbeitsplätzen in Einlagerungsbereichen nur zu ca. 0,1 % ausgeschöpft.

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 Endlagers Morsleben erforderliche Belüftung (bergmännisch: Bewetterung) der Einlagerungsbereiche werden erhebliche Abluftmengen (bergmännisch: Abwetter) an die Umwelt abgegeben. Da mit diesem Abwetter auch radioaktive Stoffe aus dem Endlager 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 Probeentnahmemedien geleitet, die anschließend mittels spezifischer Messverfahren analysiert werden.

Das Endlager Morsleben besitzt ein Bewetterungssystem, um die einzelnen Bereiche des Grubengebäudes gezielt mit Wettern 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 gegangene Abwetterbauwerk am Schacht Marie, wurde das Bewetterungssystem optimiert. Es befindet sich zurzeit im Probebetrieb und wird im Jahr 2012 in den Dauerbetrieb übergehen.

Die vom 01.01. - 31.12.2011 über den Schacht Bartensleben abgegebene Wettermenge betrug $8,41 \cdot 10^8 \text{ m}^3$.

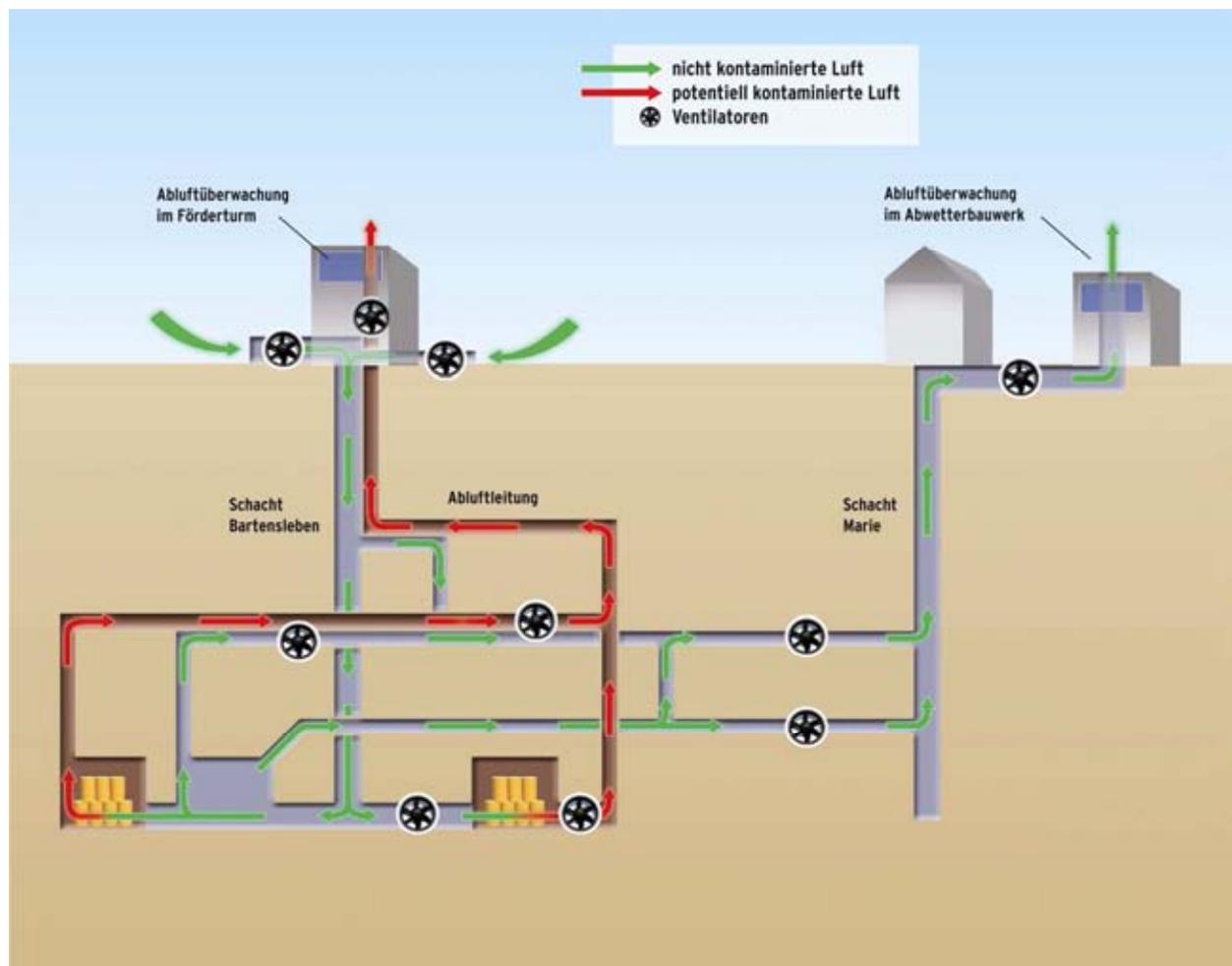


Abbildung 13: Bewetterungssystem des Endlagers Morsleben

Tabelle 13: Analyseenergebnisse der Abluftuntersuchungen des Endlagers Morsleben

Nuklid, Nuklidgruppe		Kurzlebige Aerosole	Langlebige Aerosole	Tritium H-3	Kohlenstoff C-14
Messverfahren		Festfilter- Aerosol- monitor	Messung von Festfilterproben	diskontinuier- liche Probenahme	diskontinuierliche Probenahme
Tagesableitung	Bq	max. $4,2 \cdot 10^7$	max. $1,6 \cdot 10^4$	max. $4,0 \cdot 10^7$	max. $2,9 \cdot 10^6$
zulässige Tages- ableitung	Bq	$1,2 \cdot 10^9$	$1,5 \cdot 10^8$	$4,0 \cdot 10^{10}$	$5,0 \cdot 10^9$
Jahresableitung 2011	Bq	$3,3 \cdot 10^9$	$9,0 \cdot 10^5$	$1,3 \cdot 10^{10}$	$7,0 \cdot 10^8$
Zulässige Jahresableitung	Bq	$1,2 \cdot 10^{11}$	$1,5 \cdot 10^{10}$	$4,0 \cdot 10^{12}$	$5,0 \cdot 10^{11}$
mittlere Aktivitäts- konzentration 2011	Bq/m ³	3,9	$1,1 \cdot 10^{-3}$	10	0,84
zulässige mittlere Aktivitäts- konzentration	Bq/m ³	120	15	4000	400

Die Aktivitätsableitungen mit den Abwettern aus dem Endlager Morsleben liegen unter 10 % des Grenzwertes für kurzlebige Aerosole, unter 1 % bei Tritium sowie C-14 und 0,01% des Grenzwertes für langlebige Aerosole.

Das im Bereich der Schachanlage Marie neu errichtete Abwetterbauwerk wurde im Jahr 2011 in den Probetrieb genommen.



Abbildung 14: 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 15: Waschflaschen des Tritium (H-3)-Probenahmeverfahrens

Die Tritium-Ableitungen im Gesamtjahr 2011 betragen weniger als 1 % der maximal zulässigen Aktivitätsableitungen von 4000 Bq pro Kubikmeter im Jahresdurchschnitt.

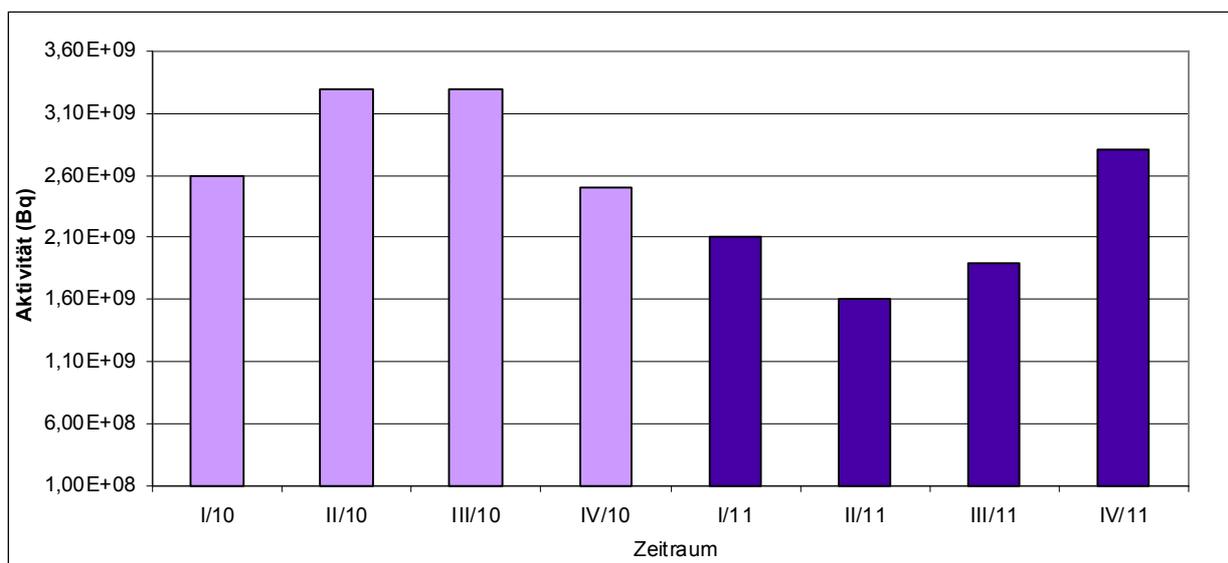


Abbildung 16: Tritium (H-3)-Ableitungen mit der Abluft 2011 im Vergleich zum Vorjahr

Kohlenstoff-14

Um die Ableitung des Radionuklids Kohlenstoff-14 zu bestimmen, wird im Endlager Morsleben ein repräsentativer Teil der Abwetter durch eine mit Natronlauge gefüllte Waschflasche geleitet. Dabei wird der als 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.

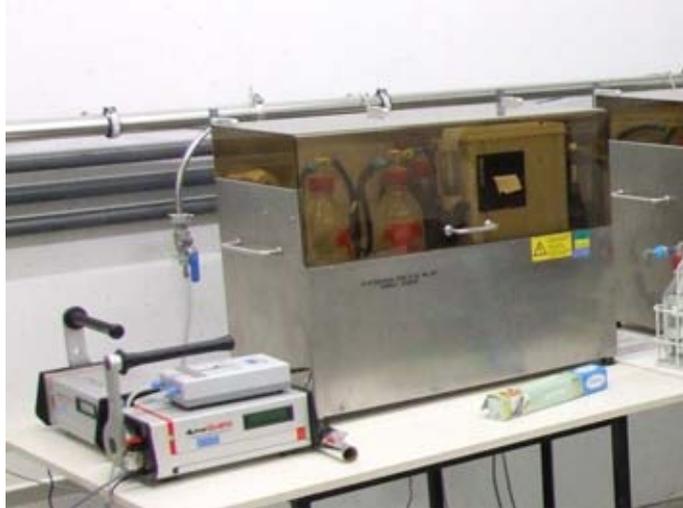


Abbildung 17: Sammeleinrichtung zur Bestimmung des Radionuklids Kohlenstoff-14

Die Ableitungen von Kohlenstoff-14 betragen im Jahr 2011 weniger als 1 % der maximal zulässigen Aktivitätsableitungen.

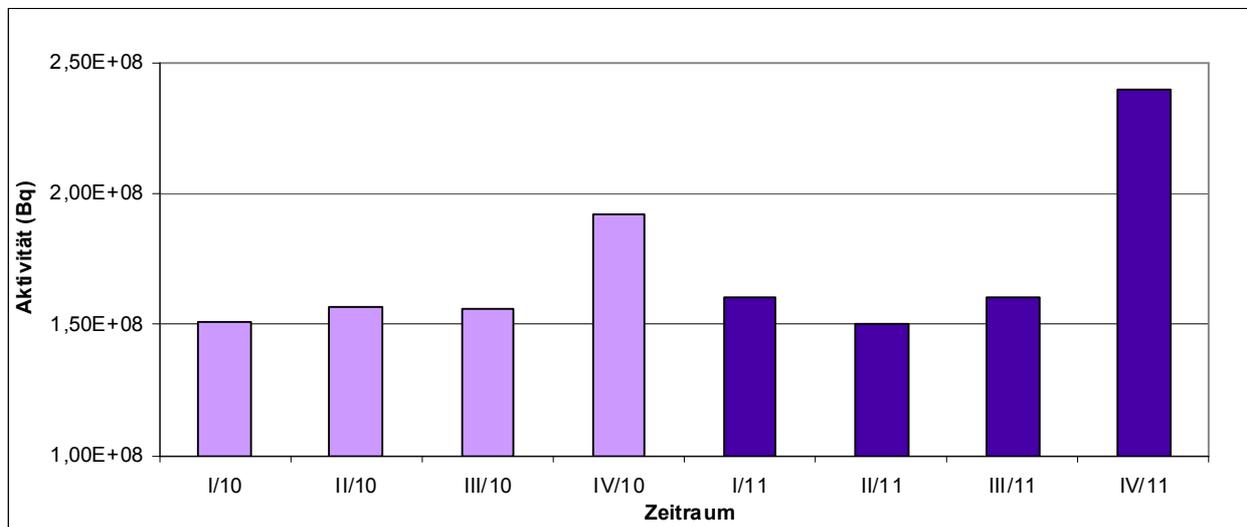


Abbildung 18: C-14-Ableitungen mit der Abluft 2011 im Vergleich zum Vorjahr

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.

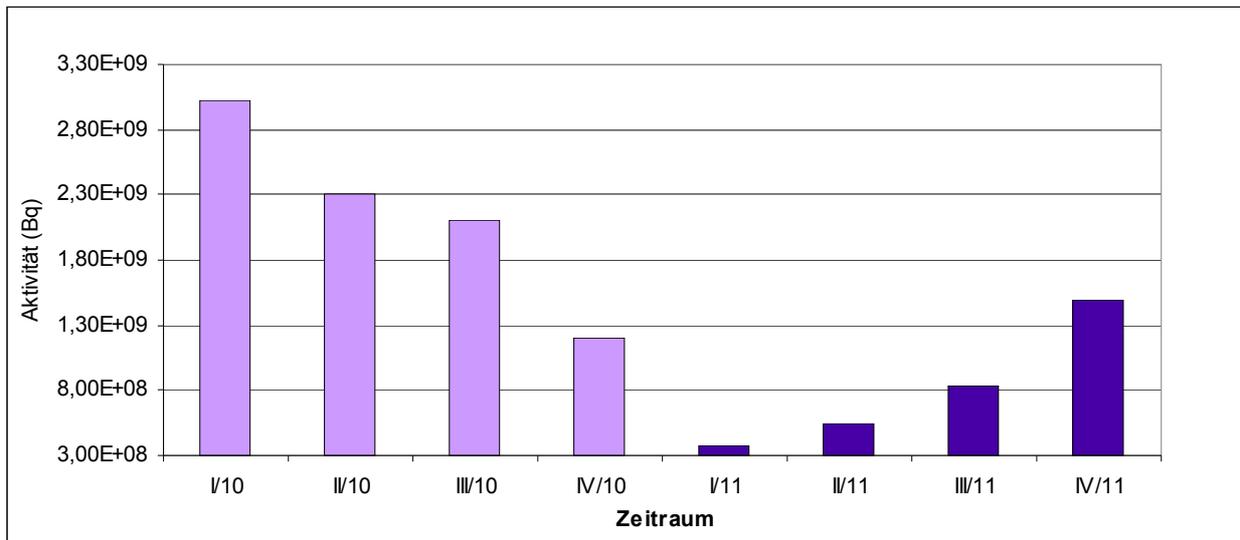


Abbildung 19: Rn-222-Ableitungen mit der Abluft 2011 im Vergleich zum Vorjahr (ermittelt durch die Messung kurzlebiger Aerosole)

Die Radon-222-Ableitungen im Jahr 2011 betragen weniger als 10 % der maximal zulässigen Aktivitätsableitungen. Die höheren Werte im Jahr 2010 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 Abwetter 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.

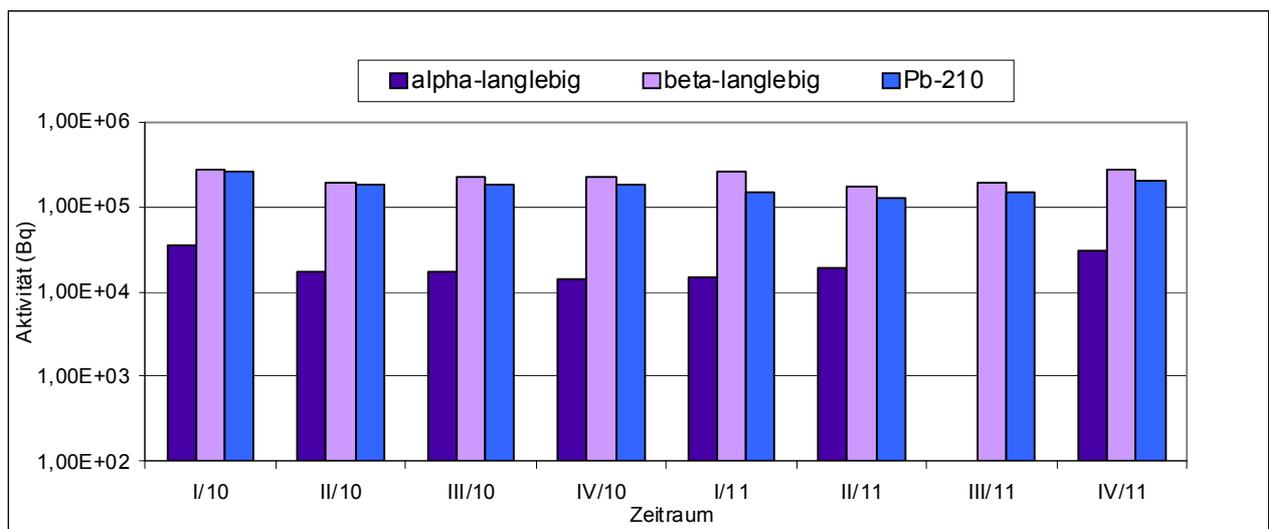


Abbildung 20: Aerosolableitungen mit der Abluft 2011 im Vergleich zum Vorjahr

Die Ableitung der Aktivität aller langlebigen Aerosole im Jahr 2011 betrug ca. 0,01 % der zulässigen Ableitungen.

5.2 Ableitung radioaktiver Stoffe mit den Abwässern

Radioaktive Stoffe aus dem Endlager Morsleben 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, Beweis sichernd überprüft.

Diese Proben aus der Personenschleuse wurden ohne weitere Probenvorbereitung gammaspektrometrisch bezüglich der Einzelnuklidaktivitätskonzentration gemessen. Die Tritium-Aktivitätskonzentration 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 2011 keine Werte oberhalb der Nachweisgrenze gemessen. Die Untersuchungen dienen lediglich der Beweissicherung.

Potentiell kontaminierte Abwässer

Potentiell kontaminierte Abwässer waren 2011 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 Einzelnuklide,
- 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	$1,3 \cdot 10^3$	0	0
Februar	0	0	0	0
März	01,5	$2,2 \cdot 10^3$	$1,3 \cdot 10^2$	0
April	0	0	0	0
Mai	0	0	0	0
Juni	0	0	0	0
Juli	1,8	$1,9 \cdot 10^3$	0	$3,1 \cdot 10^3$
August	0	0	0	0
September	3,6	$2,7 \cdot 10^3$	0	0
Oktober	0	0	0	0
November	$2,2 \cdot 10^3$, 5	$2,3 \cdot 10^3$	0	0
Dezember	0	0	0	0
Jahr 2011	9,3	$\varnothing 2,2 \cdot 10^3$	$\Sigma 1,3 \cdot 10^2$	$\Sigma 3,1 \cdot 10^4$
Grenzwert	-	$\varnothing 20,00 \cdot 10^3$	$\Sigma 5,00 \cdot 10^6$	$\Sigma 2,50 \cdot 10^9$

(\varnothing = Durchschnitt, Σ = Summe)

Die gemessene Tritium-Konzentration in den Abwässern betrug ca. 0,001 % der zulässigen Ableitung. Die Konzentration an langlebigen Gesamt-Beta-Strahlern in den abgeleiteten Wässern betrug ca. 11 % und die der Gammastrahler betrug ca. 0,003 % der zulässigen Ableitungen.

Die Tritiumableitungen stammen aus Handwaschwässern und Brauchwässern der Toilettenanlagen. Im zweiten Quartal 2011 wurden keine Wässer aus dem Kontrollbereich abgegeben.

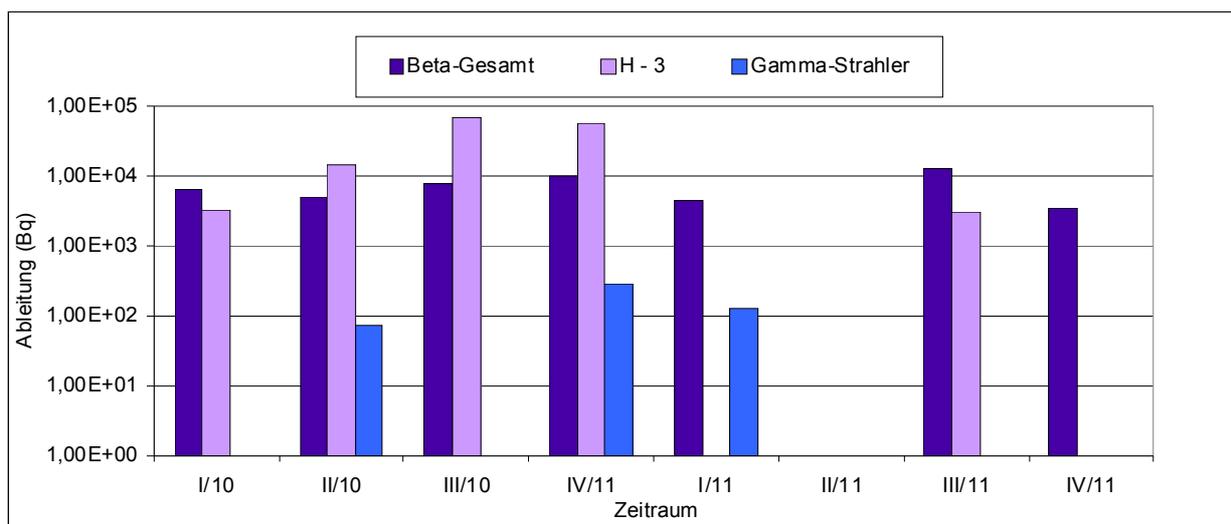


Abbildung 21: Aktivitätsableitung mit dem Abwasser 2011 im Vergleich zum Vorjahr

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 Endlager Morsleben wird messtechnisch erfasst und in Berichten dargestellt. Nach dem Jahresbericht Strahlenschutz, der für das BMU als Aufsichtsbehörde erstellt wird, wurden aus dem Endlager im Jahr 2011 folgende radioaktiven Stoffe mit der Abluft abgeleitet:

Tritium:	$8,4 \cdot 10^9$ Bq
Kohlenstoff-14:	$7,1 \cdot 10^8$ Bq
rad. Schwebstoffe:	$9,8 \cdot 10^5$ Bq
Radonfolgeprodukte:	$3,3 \cdot 10^9$ Bq

Mit dem Abwasser wurden im Jahr 2011 folgende radioaktiven Stoffe abgeleitet:

Tritium:	$3,1 \cdot 10^3$ Bq
Sonstige Radionuklide:	$1,3 \cdot 10^2$ Bq

Die aus diesen Werten errechneten Werte für die effektive Dosis im Jahr 2011 betrug für den Erwachsenen 0,11 µSv, für Kleinkinder (Altersgruppe 1 bis 2 Jahre) 0,27 µSv, und für mit Muttermilch ernährte Säuglinge 0,7 µSv; dies sind 0,03 %, 0,09 % bzw. 0,23 % des Grenzwertes von 300 µSv nach Strahlenschutzverordnung.

Die Dosis des kritischen Organs (rotes Knochenmark als das für die Leukämieinduktion relevante Organ) errechnete sich zu 0,21 µSv für Erwachsene, 0,74 µSv für Kleinkinder (Altersgruppe 1 Jahr bis unter 2 Jahre) und 2,2 µSv für mit Muttermilch ernährte Säuglinge (ca. 0,07 %, 0,25 % bzw. 0,73 % des Grenzwertes).

Der durch die Ableitung radioaktiver Stoffe im Jahr 2011 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		Abwasser
	effektive Dosis in µSv	Organdosis in µSv	effektive Dosis in µSv
Erwachsene	0,11 (0,1)	0,21 (0,3)	<0,1 (<0,1)
Kleinkinder (1- 2 a)	0,27 (0,3)	0,74 (0,9)	<0,1 (<0,1)
Säuglinge Muttermilch	0,7 (0,9)	2,2 (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 Endlagers Morsleben im bestimmungsgemäßen Betrieb und
- Maßnahmen zur Überwachung der Umgebung des Endlagers Morsleben im Störfall/Unfall sowie die regelmäßige Erprobung dieser Maßnahmen.

Auf dem Betriebsgelände des Endlagers 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 Endlagers Morsleben 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 22: 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).

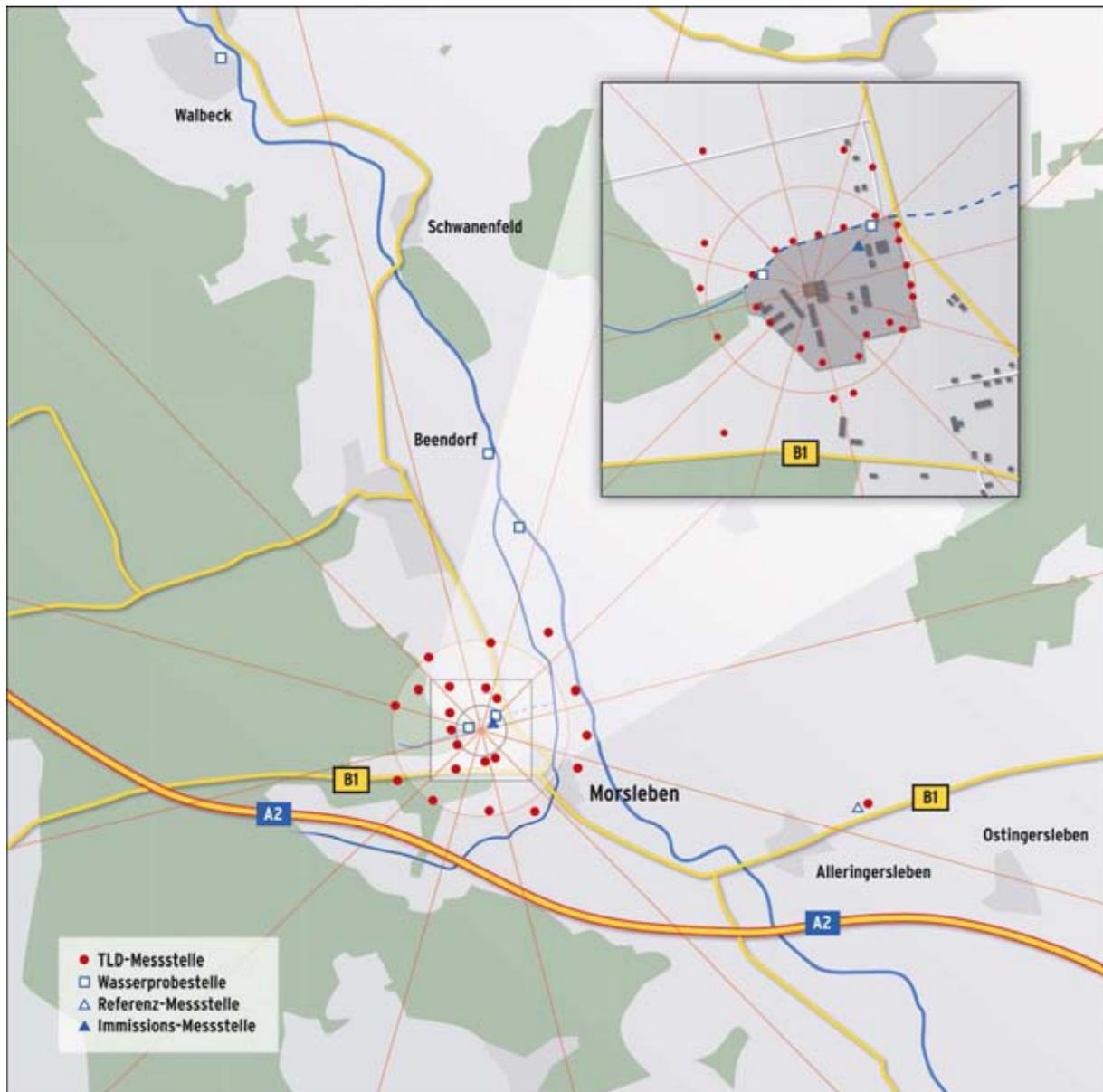


Abbildung 23: Standorte der TLD-Messstellen und Probenahmestellen

Die Auswertung der TL-Dosimeter erfolgt durch die amtliche Messstelle für Strahlendosimeter des Helmholtz Zentrums München. Beim Wechsel der TL-Dosimeter wurde der Verlust des Dosimeters von Messort 15 festgestellt, so dass für diesen Messort keine Werte vorliegen. Nur näherungsweise kann eine Aussage durch das Heranziehen der benachbarten Messstellen getroffen werden.

Die ermittelten Ortsdosismesswerte aller Messstellen im Jahr 2011 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 Endlagers Morsleben war in 2011 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 Endlagers 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 Endlager Morsleben 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 (<http://odlinfo.bfs.de>). Die Ergebnisse des IMIS werden jedes Jahr in dem Bericht "Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung" zusammengefasst.

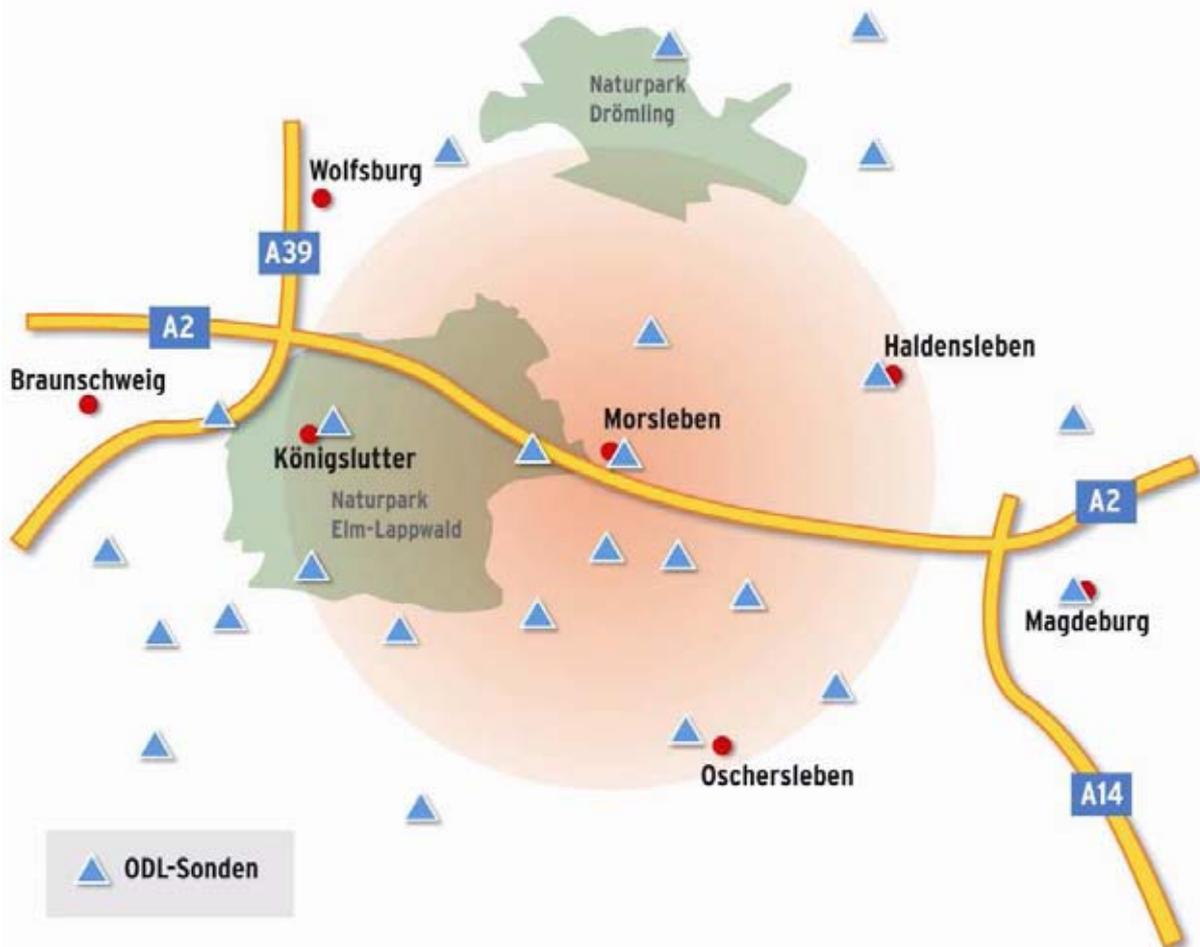


Abbildung 24: Standorte der ODL-Sonden in der Umgebung des Endlagers Morsleben

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 m³/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 Einzelnuklidaktivitätskonzentrationen gemessen.

In den Aerosolfilterproben der Immissions- bzw. Referenz-Messstelle wurde das natürlich vorkommende Radionuklid Beryllium-7 und in der Quartalsmischprobe des 1. bis 3. Quartals der Referenzmessstelle das natürlich vorkommende Kalium-40 gefunden.

Darüber hinaus sind die künstlichen Radionuklide Cäsium-134, Cäsium- 137 und Iod-131 an der Immissions- und Referenzmessstelle gemessen worden, die mit großer Wahrscheinlichkeit auf die oberirdischen Kernwaffentests, auf den Reaktorunfall von Tschernobyl und die Reaktorkatastrophe von Fukushima zurückzuführen ist.

Tabelle 16: Gemessene künstliche Isotope im Jahr 2011

Isotope	1. Quartal 2011	2. Quartal 2011
Cs-134	IM : $1,2 \cdot 10^{-5}$ Bq/m ³ RM: $9,2 \cdot 10^{-6}$ Bq/m ³	IM : $7,9 \cdot 10^{-6}$ Bq/m ³ RM : $7,3 \cdot 10^{-6}$ Bq/m ³
Cs-137	IM : $1,2 \cdot 10^{-5}$ Bq/m ³ RM: $1 \cdot 10^{-5}$ Bq/m ³	IM: $9,8 \cdot 10^{-6}$ Bq/m ³ RM: $8,4 \cdot 10^{-6}$ Bq/m ³
I-131	IM : $3,6 \cdot 10^{-3}$ Bq/m ³	

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 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 25: 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.

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).

Das künstliche Radionuklid Iod-131 konnte in den Monatsmischproben der Immissionsmessstelle vom März mit 3,6 Bq/m² und April mit 4,9 Bq/m² und in den Monatsmischproben der Referenzmessstelle vom März mit 5,0 Bq/m² und April mit 1,9 Bq/m² nachgewiesen werden. Das künstliche Radionuklid Cäsium-137 konnte in der Monatsmischproben der Referenzmessstelle vom April mit 0,13 Bq/m² nachgewiesen werden.

Das Auftreten der künstlichen Radionuklide ist mit großer Wahrscheinlichkeit auf die oberirdischen Kernwaffentests, auf den Reaktorunfall von Tschernobyl und die Reaktorkatastrophe von Fukushima zurückzuführen.

7.4 Bodenoberfläche, Pflanzen und Bewuchs

Zur Bestimmung der gammastrahlenden Nuklide werden Bodenproben entnommen. Die zur Verfügung stehenden beprobaren Flächen betragen jeweils ca. 10 m².

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 17: Analyseergebnisse der Bodenproben bezogen auf Trockenmasse (TM)

Isotope	Immissionsmessstelle (IM)	Referenzmessstelle (RM)
Strontium-90	0,25 Bq/Kg/ TM und 0,20 Bq/Kg TM	0,14 Bq/kg TM und 0,17 Bq/kg TM
Cäsium-137	5,8 Bq/kg TM und 6,1 Bq/kg TM	7,4 Bq/kg TM und 8,1 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 m². 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 4,4 kg Frischmasse.

In den Pflanzenproben der Immissions- bzw. Referenz-Messstelle konnten neben den natürlich vorkommenden Radionukliden Beryllium-7 und Kalium-40 in den Proben vom Mai auch das künstliche Isotop Iod-131 nachgewiesen werden. Das Auftreten des künstlichen Radionuklids Iod-131 ist mit großer Wahrscheinlichkeit auf die oberirdischen Kernwaffentests, auf den Reaktorunfall von Tschernobyl und die Reaktorkatastrophe von Fukushima zurückzuführen.

7.5 Maßnahmen des Betreibers zur Überwachung der Umgebung im Störfall

Genaue Angaben zu den Maßnahmen zur Überwachung der Umgebung des Endlagers Morsleben im Störfall bzw. bei einem Unfall können dem Jahresbericht Immissionsüberwachung entnommen werden.

Für die Maßnahmen zur Überwachung der Umgebung des Endlagers 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 Endlagers Morsleben 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 Endlagers Morsleben 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 gammaskopierische 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 26: 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.

Aus Sicht der Geomechanik, der Hydrologie und der Bergtechnik war ein sicherer Betrieb des Endlagers im Jahr 2011 gewährleistet.

Für das Jahr 2011 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, Strontium-90 und Iod-131 in einigen Proben der Immissions- sowie Referenzmessstelle ist auf die oberirdischen Kernwaffentests, auf den Reaktorunfall von Tschernobyl und auf die Reaktorkatastrophe von Fukushima zurückzuführen.

Der Strahlenschutz war im Endlager Morsleben auch im Jahr 2011 gewährleistet. Dies betrifft die Überwachungsmaßnahmen hinsichtlich der vorhandenen Abfälle und die Überwachung der daraus resultierenden Strahlenexpositionen sowie der Emissionen und Immissionen. Die in Punkt 4.3 aufgeführten kurzzeitigen Überschreitungen des zulässigen Wertes für kurzlebige Alpha-Aerosole mit der maximalen Konzentration von 152 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 2011
- ERA Morsleben, Jahresbericht Strahlenschutz 2011
- ERA Morsleben, Jahresbericht Betriebssicherheit 2011
- ERA Morsleben, Jahresbericht Emissionsüberwachung 2011
- ERA Morsleben, Jahresbericht Immissionsüberwachung 2011
und dem vom Landesamt für Umweltschutz des Landes Sachsen-Anhalt im Auftrag der Endlagerüberwachung zu erstellenden
- Jahresbericht 2011 der unabhängigen Messstelle, Umgebungsüberwachung des ERA Morsleben.

GLOSSAR

Abbau:	Planmäßig bergmännisch hergestellter Hohlraum.
Abfall, radioaktiver:	Radioaktive Stoffe im Sinne des § 2 Abs. 1 AtG, die nach § 9a AtG geordnet beseitigt werden müssen.
Abwetter:	Wetterstrom hinter einem untertägigen Betriebspunkt bis zur Abgabe in die Umgebung an der Tagesoberfläche.
Aerosole, radioaktive:	Schwebeteilchen, an denen sich Radionuklide angelagert haben.
Aktivität:	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 ³) in Luft. Die alleinige Angabe der Aktivität ohne Kenntnis des Radionuklids lässt keine Aussage über die Strahlenexposition zu.
Alpha-Strahlung:	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.
Äquivalentdosis:	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.
Auffahren:	Herstellung einer horizontalen oder geneigten Strecke oder eines anderen Grubenbaus.
Auslegung:	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.
Barrieren:	Geologische Gegebenheiten oder technische bzw. geotechnische Maßnahmen zur Behinderung oder Verhinderung der Freisetzung von Schadstoffen aus den Abfällen in die Biosphäre.

Becquerel:	Das Becquerel (Kurzzeichen: Bq) ist die Maßeinheit der „Aktivität“ eines radioaktiven Stoffes und gibt an, wie viele Kernzerfälle pro Sekunde stattfinden.
Bergbauliche Gefahrenabwehr im Zentralteil:	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.
Beta-Strahlung:	Beim Beta-Zerfall wird aus einem Kern eines Radionuklids ein Elektron abgegeben. Diese haben eine geringe Reichweite und lassen sich gut abschirmen.
Betrieb, bestimmungsgemäßer:	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).
Bewetterung, Wetter:	Versorgung der Grubenbaue mit frischer Luft.
Deckgebirge:	Gesamtheit der anstehenden Schichten im Hangenden (Gestein oberhalb einer betrachteten Gesteinschicht) der Salzstruktur bis zur Tagesoberfläche.
Dosimeter:	Personendosimeter; ein Messgerät zur Bestimmung der individuellen Strahlenbelastung (Exposition) durch ionisierende Strahlung oder elektromagnetische Felder.
Dosis, effektive:	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).
Dosis:	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.
Einlagerungskammer:	Planmäßig bergmännisch hergestellter Hohlraum, in den radioaktive Abfälle eingelagert sind.
Endlagerung:	Wartungsfreie, zeitlich unbefristete und sichere Beseitigung von radioaktivem Abfall ohne beabsichtigte Rückholbarkeit.
Extensometer:	Instrumente, die Längenänderungen und Dehnungen im Gestein messen.

Feinnivellement:	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.
Firste:	Obere Grenzfläche (Decke) eines Grubenbaus.
Freisetzung:	Das Entweichen radioaktiver Stoffe aus den vorgesehenen Umschließungen in die Anlage oder Umgebung.
Gamma-Strahlung:	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.
Gammaspektrometrie:	Gammaspektroskopie ist die Spektrumsmessung der Gammastrahlung einer radioaktiven Strahlungsquelle und die Bestimmung dieser Quelle durch die spezifischen, für jedes Radionuklid charakteristischen Energien.
Gesenk:	Vertikaler Grubenbau (Schacht), der nicht in Verbindung mit der Oberfläche steht (auch Blindschacht genannt).
Grenzwert:	Höchstwert, der nicht überschritten werden darf.
Hydrogeologie:	Die Hydrogeologie ist die Wissenschaft vom Wasser in der Erdkruste, wobei Wechselwirkungen mit oberirdischen Einflüssen bestehen. Sie ist eine angewandte Disziplin der geologischen Wissenschaften.
Individualdosis:	Individuelles Maß für die Strahlenexposition von Einzelpersonen durch ionisierende Strahlung.
Immission:	Immission bezeichnet die Einwirkung von unmittelbar oder mittelbar durch menschliche Tätigkeit verursachte Ableitungen von Schadstoffen auf die Umwelt.
Inkorporation:	Allgemein: Aufnahme in den Körper; speziell: Aufnahme radioaktiver Stoffe in den menschlichen Körper.
Konditionierung:	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.
Kontamination, radioaktiv:	Verunreinigung von Arbeitsflächen, Geräten, Räumen, Wasser, Luft usw. durch radioaktive Stoffe.
Kontrollbereich:	Bereiche nach StrlSchV, in denen Personen im Kalenderjahr eine effektive Dosis von mehr als 6 mSv erhalten können.

Konvergenz:	Natürlicher Prozess der Volumenreduzierung von untertägigen Hohlräumen infolge Verformung bzw. Auflockerung auf Grund des Gebirgsdrucks.
Langzeitsicherheitsnachweis:	Nachweis zum langfristig sicheren Abschluss von Abfällen von der Biosphäre.
Laugentümpel:	Vertiefung innerhalb des Streckenniveaus in der sich Lauge (salzhaltige Lösung) sammelt.
Löser:	Gesteinsbrocken, die sich von der Decke eines Grubenbaues ablösen und herunterfallen können (Löserfall) oder bereits herabgefallen sind.
Metamorphoselösung:	Diese Lösungen sind während des durch Druck- oder Temperatureinflüsse bedingten Umwandlungsprozesses des umliegenden Salzgesteins (Metamorphose) entstanden.
Mittelradioaktive Abfälle:	Radioaktive Abfälle, die bei ihrer Handhabung einer zusätzlichen Abschirmung der Behälter bedürfen.
Nuklid:	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.
Ortsdosis:	Äquivalentdosis für Weichteilgewebe, gemessen an einem bestimmten Ort.
Pascal:	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.
Radionuklid:	Ein Radionuklid ist ein instabiles Nuklid, das spontan ohne äußere Einwirkung unter Aussendung energiereicher (ionisierender) Strahlung in ein anderes Nuklid zerfällt.
Radon-222:	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.
Salinare Lösungen:	Wässrige Lösungen mit unterschiedlicher Salzkonzentration.
Salzbeton:	Ein Spezialbeton mit einem hohen Anteil an Salz als Zuschlagstoff.
Schutzgüter:	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.
Schutzziele:	Schützenswerte Ziele in Rechtsvorschriften.
Schwachradioaktive Abfälle:	Radioaktive Abfälle, die bei ihrer Handhabung keiner zusätzlichen Abschirmung der Behälter bedürfen.

Schwebe:	Horizontale Gebirgsschicht, die zwei übereinander angeordnete Grubenbaue eines Bergwerks voneinander trennt.
Sievert:	SI-Einheit der Äquivalentdosis und der effektiven Dosis 1 Sievert (Sv), 1 Sievert = 1 000 Millisievert (mSv) = 1 000 000 Mikrosievert (µSv).
Sohle:	Gesamtheit der annähernd in einem Niveau aufgefahrenen Grubenbaue; auch untere Grenzfläche eines Grubenbaus.
Steinsalz:	Salzmineral, auch Halit genannt, chemische Formel NaCl.
Steinsalz-Barriere:	Salzgestein zwischen Grubengebäude und wasserführendem Deckgebirge.
Störfall:	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.
Strahlenexposition:	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.
Strahlenschutz:	Schutz von Mensch und Umwelt vor den schädigenden Wirkungen ionisierender und nicht ionisierender Strahlung.
Strahlenschutzbereiche:	Räumlich abgetrennte Bereiche, in denen Personen ionisierender Strahlung ausgesetzt sein können, die oberhalb des Grenzwerts für das allgemeine Staatsgebiet liegt.
Strahlung, ionisierende:	Jede Strahlung, die direkt oder indirekt Materie ionisiert, d. h. Atome bzw. Moleküle elektrisch auflädt.
Strahlung, radioaktive:	Strahlung ist eine Energieform, die sich als elektromagnetische Welle – oder als Teilchenstrahlung – durch Raum und Materie bewegt.
Strecke:	Tunnelartiger Grubenbau, der nahezu horizontal aufgefahren ist.
Sumpf:	Vertiefung unterhalb des Streckenniveaus, in der sich Flüssigkeit sammelt.
Tritium:	Radioaktives Isotop des Wasserstoffs mit zwei Neutronen und einem Proton im Kern.
Verfüllen:	Einbringen von Material in Grubenbaue zur Minimierung des Hohlraumvolumens.
Verlorene Betonabschirmung:	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.
Versatz:	Material, mit dem die Hohlräume eines Bergwerks zur Stabilisierung verfüllt werden.

Verschließen:	Abtrennung von Grubenbauen gegen das übrige Grubengebäude mit speziellen Bauwerken.
Vorsorgemaßnahmen:	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.
Zutrittslösung:	Salzlösungen, die im Grubengebäude zutreten.
Zwischenlagerung:	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

BfS-12/96

Kaul, A.
Stand und Perspektive des Strahlenschutzes in Deutschland
Salzgitter, Oktober 1996

Liste der bisher erschienenen BfS-Berichte

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 Schachanlage 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

BfS-22/12

urn:nbn:de:0221-201203287842
Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM)
Betriebliche Sicherheit, Strahlenschutz und Umgebungsüberwachung
Stand: Dezember 2010
Salzgitter, März 2012

Liste der bisher erschienenen BfS-Berichte

BfS-23/12

urn:nbn:de:0221-2012102610026

Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM)

Betriebliche Sicherheit, Strahlenschutz und Umgebungsüberwachung

Stand: Dezember 2011

Salzgitter, November 2012

| 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

E-Mail: ePost@bfs.de

Gedruckt auf Recyclingpapier aus 100 % Altpapier.



Bundesamt für Strahlenschutz