

Planfeststellungsverfahren zur Stilllegung des Endlagers für radioaktive Abfälle Morsleben

Verfahrensunterlage

Titel: Stoffliche Bestandteile der radioaktiven Abfälle im Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM)

Autor: Kugel, K.

Erscheinungsjahr: 2000

Unterlagen-Nr.: P 087

Revision: 01

Unterlagenteil:



Zusammenfassung

Für die radioaktiven Abfälle, die im Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) im Zeitraum von 1971 bis 1998 eingelagert worden sind, werden die stofflichen Bestandteile charakterisiert. Die Grundlage für die Ermittlung der stofflichen Bestandteile bildeten Abfall- und Einlagerungsdokumentationen des ERAM (1971-1991) und des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) (1994-1998) sowie Recherchen bei Abfallverursachern und Konditionierern. Weiterhin wurden Plausibilitätsbetrachtungen durchgeführt. Bei den stofflichen Bestandteilen wurde eine Aufschlüsselung der Abfallgebundmassen auf die Abfallprodukte und die Abfallbehälter/Verpackungen vorgenommen. In diesem Rahmen erfolgte eine Aufteilung auf charakteristische Stoffgruppen. Die stofflichen Bestandteile wurden den verschiedenen Einlagerungshohlräumen im ERAM zugeordnet.

ERAM
Morsleben

ERA
ERA
Morsleben

Inhalt

Seite

1. Einleitung	7
2. Methodische Aspekte.....	8
3. Abfallbeschreibungen.....	13
3.1 Abfälle aus Kernkraftwerken	13
3.1.1 Flüssige Abfälle	13
3.1.2 Feste Verdampferkonzentrate	14
3.1.3 Mischabfälle	14
3.1.4 Zementierte Abfälle.....	15
3.1.5 Getrocknete Abfälle	15
3.1.6 Schrott	15
3.1.7 Bauschutt.....	16
3.1.8 Aktivkohle	16
3.1.9 Sekundärabfälle aus Verbrennung und Schmelzen	16
3.1.10 Sperrige Abfälle	16
3.2 Abfälle aus dem Staatlichen Amt für Atomsicherheit und Strahlenschutz (SAAS), Außenstelle Lohmen	18
3.3 Abfälle aus Landessammelstellen.....	18
3.3.1 Mischabfälle und Schrott	19
3.3.2 Zementierte VDK und wässrige Lösungen	19
3.3.3 Zementierte Asche	20
3.3.4 Strahlenquellen in Zement.....	20
3.4 Abfälle aus Forschungseinrichtungen und von sonstigen Ablieferungspflichtigen.....	21
3.4.1 Mischabfälle.....	22
3.4.2 Bauschutt.....	22
3.4.3 Schrott	23
3.4.4 Getrocknete Abfälle	23
3.4.5 Zementierte Abfälle.....	23
4. Stoffliche Bestandteile der Abfälle in den einzelnen Einlagerungshohlräumen.....	24
4.1 Südfeld	25
4.1.1 Abbau 1	25
4.1.2 Abbau 2	25
4.1.3 Abbau 3	27
4.2 Nordfeld.....	28
4.3 Westfeld	29
4.3.1 Abbau 4, Abbau 5 und nördliche Richtstrecke (Westfeld 1).....	29
4.3.2 Abbau 1, Abbau 2 und Abbau 3 (Westfeld 2).....	30
4.3.3 Westgesenk.....	30
4.4 Ostfeld	31
4.5 Zentralteil.....	32
4.5.1 Abbau 1a südlich und Abbau 1a nördlich	32
4.5.2 Durchsumpfungsrube (Nordstrecke)	32
4.6 Ostquerschlag/Untertagemessfeld (UMF).....	33
5. Stoffliche Bestandteile im gesamten Endlager Morsleben	34
6. Abkürzungsverzeichnis	37
7. Quellenangaben.....	38
8. Tabellenverzeichnis	39

Gesamtseitenzahl:

39

ERA
ERA
Morsleben

1. Einleitung

In Bezug auf eine umfassende und vollständige Bewertung der Sicherheit des Endlagers für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) in der Betriebsphase und in der Zeit nach der Stilllegung sind für die eingelagerten radioaktiven Abfälle Angaben bzw. Aussagen zu den stofflichen Bestandteilen einschließlich ihrer chemischen Zusammensetzung erforderlich.

Die sich im Grubengebäude des ERAM insbesondere nach der Stilllegung einstellenden chemischen Verhältnisse (Nahfeld) sind von wesentlicher Bedeutung für sicherheitsrelevante Aspekte. Sie stehen in direktem Zusammenhang mit der Ableitung bzw. Formulierung des Quellterms für Freisetzungen von Schadstoffen. So können die Gasbildung im Grubengebäude sowie Löslichkeiten und Sorptionseigenschaften der eingelagerten Stoffe bei der Ausbreitung von Radionukliden durch bestimmte, im Abfall enthaltene Bestandteile beeinflusst werden. Neben der stofflichen Beschaffenheit der radioaktiven Abfälle hat auch das Versatzmaterial Einfluss auf die chemischen Verhältnisse im Grubengebäude. Weiterhin ist für die im ERAM eingelagerten Inventare organischer und anorganischer Bestandteile der radioaktiven Abfälle die mögliche Beeinflussung des oberflächennahen Grundwassers und seiner Eigenschaften zu überprüfen.

Der Bericht enthält ausgehend von einer allgemeinen Beschreibung der radioaktiven Abfälle die Zusammenstellung der Angaben zur stofflichen Beschaffenheit für alle Abfälle, die im Zeitraum von der Versuchseinlagerung in den Jahren 1971/1972 bis zum September 1998 im ERAM endgelagert wurden. Ferner werden Betriebsabfälle des ERAM, Braunkohlenfilterasche als Fixierungsmittel bei der in-situ-Verfestigung von flüssigen radioaktiven Abfällen und als Versatzmaterial sowie zwischengelagerte radioaktive Abfälle berücksichtigt. [1]
Die zwischengelagerten radioaktiven Abfälle sollen nach Abschluss des Planfeststellungsverfahrens zur Stilllegung im ERAM endgelagert werden.

2. Methodische Aspekte

Für die Ermittlung der Daten zu den stofflichen Bestandteilen der radioaktiven Abfälle in den Einlagerungshöhlen des ERAM wurden verschiedene Informationsquellen genutzt. Insbesondere wurden folgende Unterlagen verwendet bzw. Recherchen durchgeführt:

- Abfalldokumentation des ERAM/BfS (Angaben aus Übergabe-/Übernahmeprotokollen bzw. Abfalldatenblättern)
- Angaben von Abfallverursachern und des hauptsächlichen Konditionierers (Auflistung von beispielhaften Rohabfallspektren und endgelagerten Abfallgebinden sowie prozentuale Angaben zu Abfallzusammensetzungen; Daten zu Abfallbehältern; Angaben zu Konditionierungsverfahren).

Die Aufgliederung der Abfälle in die stofflichen Bestandteile erfolgte auf der Grundlage der Abfallbeschreibungen für den Gesamtzeitraum 1971 bis 1998.

Eine methodische Voraussetzung für die Datenermittlung besteht in der Notwendigkeit einer zweckmäßigen Einteilung der stofflichen Bestandteile der endgelagerten radioaktiven Abfälle. Die Einteilung war in der Weise vorzunehmen, dass der angestrebte, möglichst hohe Detaillierungsgrad im angemessenen Verhältnis zu den noch mit hinreichender Genauigkeit ermittelbaren Daten steht. Weiterhin sollte die Einteilung einen Bezug zu sicherheitsrelevanten Gesichtspunkten aufweisen, damit die Daten bei entsprechenden Sicherheitsuntersuchungen adaptierbar sind.

Außerdem ist bei der Einteilung der Stoffe dem Tiefgang der vorliegenden bzw. ermittelbaren Daten zu den unterschiedlichen Abfallarten bzw. Abfallströmen der verschiedenartigen Herkunft der radioaktiven Abfälle Rechnung zu tragen. Aus diesem Grunde wurden die Abfallverursacher Gruppen zugeordnet, die für die Charakterisierung der stofflichen Zusammensetzung der Abfälle relevant sind. Die Einteilung der Abfallverursacher erfolgte in drei Gruppen:

- Kernkraftwerke (KKW) sowohl in Betrieb als auch abgeschaltete bzw. in Stilllegung befindliche Anlagen
- Landessammelstellen (LSSt) und ehemaliges Staatliches Amt für Atomsicherheit und Strahlenschutz (SAAS), Außenstelle Lohmen
- Forschung/Sonstige (Forschungseinrichtungen und sonstige Abfallverursacher)

Als Einteilung für die stofflichen Bestandteile der verschiedenen Abfallströme/Abfallarten, bei der die gestellten Anforderungen weitgehend berücksichtigt sind, wurden folgende Stoffgruppen gewählt, die Bezug zu Sicherheitsaspekten wie z. B. Gasbildung, Toxizität, Sorptionseigenschaften aufweisen:

- Zellulosehaltige Materialien:
z. B. Papier, Zellstoff, Pappe, Holz, Textilien aus Naturfasern.
- Kunststoffe:
z. B. Polyvinylchlorid (PVC), Polyethylen (PE), Polystyrol (PS), Acrylharzlack, Gummi, Harnstoff-Formaldehydharz
- Metalle:
Stahl, einschließlich Chrom-Nickel-Stahl (Cr-Ni-Stahl)
Nichteisen-Metalle (NE-Metalle) z. B. Kupfer, Nickel, Blei, Zink
- Silikate:
z. B. Glas, Keramik sowie Sand, Beton und Bauschutt, Zement, Aschen, Schlacken, Filterstäube

Einige Abfallströme/Abfallarten wurden auf Grund ihres hohen Massenanteils in den Abfällen bzw. wegen spezifischer Eigenschaften gesondert ausgewiesen:

- Wasser
- Borsäure/Borate
- Anorganische Salze wie z. B. Nitrate, Chloride, Sulfate
- Komplexbildner wie z. B. Ethylendiamintetraacetat (EDTA), Nitritotriacetat (NTA)
- Synthetische Polymere als Ionenaustauscherharze (IAH) z. B. Styrol-Copolymerisate
- Aktivkohle (A-Kohle)
- organische Lösungsmittel, Öle, Tierkadaver und Pflanzenreste
- Bitumen
- Braunkohlenfilterasche (BFA)

Die Abfalldokumentationen der Abfallverursacher enthalten Abfallbeschreibungen, die den Abfallstrom bzw. die Abfallart charakterisieren. Auf der Grundlage der Recherchen bei den Abfallverursachern wurden die Abfallströme/Abfallarten den o. g. Stoffgruppen in folgender Weise zugeordnet:

Getrocknete Abfälle:

Verdampferkonzentrate (VDK):

Wasser
Borsäure/Borate
Anorganische Salze
Komplexbildner

Filterkonzentrate (FK):

Silikate (Kieselgur)
Styrol-Copolymerisat
Komplexbildner
Wasser

Ionenaustauscherharze (IAH):

Styrol-Copolymerisat

Dekanterrückstände:

Borsäure
Anorganische Salze
Wasser
Sand, A-Kohle, IAH

Zementierte Abfälle:

Verdampferkonzentrate (VDK):

Wasser
Borsäure/Borate
Anorganische Salze
Komplexbildner

Filterkonzentrate (FK):

Silikate (Kieselgur)
Styrol-Copolymerisat
Komplexbildner
Wasser

Ionenaustauscherharze (IAH):

Styrol-Copolymerisat

Schlämme, Beiz- und Dekontaminationsabwässer:

Wasser
Anorganische Salze
Borsäure/Borate
Komplexbildner

Aschen:

Silikate
Anorganische Salze
Zellulosehaltige Stoffe

Fixierungsmittel Silikate (Zement/Beton)

Mischabfälle, Schrott, Bauschutt, Filter Zellulosehaltige Stoffe
Kunststoffe
Stahl
NE-Metalle
Silikate
A-Kohle

Flüssige Abfälle:
EDR_f, wässrige Abfälle:

Wasser
Borsäure/Borate
Anorganische Salze
Komplexbildner

Verfestigte organische Abfälle: Öle, Lösungsmittel, Tierkadaver, Pflanzenreste

Fixierungsmittel

Silikat (Kieselgur)
Kunststoff (Harnstoff-Formaldehydharz)
Bitumen

Zur Abschätzung der Materialmassen der Behälter, in denen die Abfälle verpackt und eingelagert wurden, kamen die in Tabelle 1 zusammengestellten Abfallbehälterdaten zur Anwendung.

Behälter	Material	Volumen ¹⁾ in m ³	Leermasse in Mg
100-l-Fässer	Stahl	0,1	0,02
200-l-Fässer	Stahl, lackiert	0,2	0,04 bis 0,055
	Stahl, verzinkt	0,2	0,04 bis 0,055
280-l-Fässer	Stahl, lackiert	0,28	0,05 bis 0,085; wenige mit 0,024
400-l-Fässer	Stahl, lackiert	0,4	0,065 bis 0,09
	Edelstahl	0,4	0,1
570-l-Fässer	Stahl, lackiert	0,57	0,12
200-l-Fässer (Innenbehälter)	Polyethylen	0,2	0,02
Hülsen für PC84	Pappe	0,5	0,05
	Stahl	0,72	0,026
Kartuschen, Knautsch- trommeln ²⁾ (Innenbehälter)	Stahl	0,2 ³⁾	0,015
Betonbehälter Typ I (BET1)	Normalbeton, Stahl- armierung	1,2	1,90 0,03
	Schwerbeton, Stahlarmierung	1,2	2,7 0,03
Betonbehälter Typ II (BET2)	Normalbeton, Stahlarmierung	1,3	1,7 0,07
	Schwerbeton, Stahlarmierung	1,3	2,4 0,07

¹⁾ Bezugsvolumen für die eingelagerten Abfälle

²⁾ 200-l-Fässer mit hochdruckverpreßten Abfällen enthalten 3 bis 5 Kartuschen bzw. Knautschtrommeln pro Faß

³⁾ Ausgangsvolumen vor der Verpressung

Tabelle 1: Abfallbehälterdaten

Den recherchierten Daten zu Volumen und Masse der einzelnen Abfallgebinde lagen Datenbanken und Unterlagen des BfS und des ERAM zugrunde.

Die Angaben zu den Abfallbehältern wie Volumen und Masse haben ihren Ursprung in Herstellerdaten und sind deshalb sehr genau. Die gleiche Bewertung gilt für den Typ und die jeweilige Anzahl der Abfallbehälter.

Für die Abschätzungen zu den einzelnen Abfallbestandteilen waren die Angaben in den Übergabe-/Übernahmeprotokollen bzw. Datenblättern Ausgangspunkt. Teilweise ließen sie detaillierte Angaben zu den Stoffbestandteilen zu; zum überwiegenden Teil mussten sie jedoch durch Nachfragen und Recherchen bei den Abfallverursachern weiter verifiziert werden. Problematisch gestaltete sich dabei, dass zu Altabfällen, die z.T. weit vor 1990 konditioniert wurden, kaum noch quantitative Angaben erhältlich waren. Weiterhin konnten einige Abfallverursacher nur sehr pauschale, qualitative Auskünfte und kaum detailliertere quantitative Angaben zu den Abfallbestandteilen erteilen. Insbesondere traf dies für die vor 1991 eingelagerten Abfälle und die als "Mischabfälle" deklarierten Abfälle zu. Für die Aufschlüsselung auf einzelne Stoffgruppen wurden deshalb die Erfahrungswerte und Auskünfte früherer Mitarbeiter des Staatlichen Amtes für Atomsicherheit und Strahlenschutz der DDR (SAAS) und einzelner Abfallverursacher herangezogen. Es wurden Analogie- und Plausibilitätsbetrachtungen durchgeführt.

Die Fehler- und Schwankungsbreiten der Massenangaben wurden aus den vorgenannten Gründen wie folgt abgeschätzt:

- | | |
|---|---------------|
| • Verpackungsmaterialien: | ± 5 bis 10 % |
| • Schrott, Sekundärabfälle aus Verbrennung und Schmelzen, getrocknete IAH, FK, VDK, zementierte VDK, FK, IAH, u.a., EDR _{fl} und wässrige Abfälle: | ± 10 bis 15 % |
| • Bauschutt, Isoliermaterial: | ± 15 bis 20 % |
| • Bestandteile der Mischabfälle: | bis zu ± 50 % |

Einen Überblick über die Vorgehensweise bei der Ermittlung der stofflichen Zusammensetzung der Abfälle vermittelt die Abb. 1. Das Vorgehen war für alle Einlagerungsbereiche gleich. Aufgrund der verschiedenen Randbedingungen und der daraus resultierenden, unterschiedlichen Vorgehensweise bei der Ermittlung der stofflichen Bestandteile war zwischen den beiden Einlagerungszeiträumen zu differenzieren.

Für den Einlagerungszeitraum 1971 bis 1991 standen mit den Übergabe-/Übernahmeprotokollen als Dokumentation zu den eingelagerten Abfällen die Volumina der Abfallgebände sowie die Art und die Anzahl der Abfallbehälter mit Bezug auf die jeweiligen Abfallverursacher und die Abfallströme/Abfallarten zur Verfügung. Unter Einbeziehung der Dichten der Abfallprodukte, die auf der Basis vergleichender Betrachtungen abgeschätzt wurden, erfolgte die Ableitung der Massen der jeweiligen Abfallströme. Für die Abfallströme/Abfallarten wurde unter Verwendung von Dokumentationen und insbesondere durch die Recherche bei den betreffenden Abfallverursachern und Konditionierern die Massenanteile der jeweiligen stofflichen Bestandteile zusammengetragen. Durch die Verbindung der Resultate aus den beiden letztgenannten Schritten konnten die Massen der stofflichen Bestandteile für den entsprechenden Einlagerungshohlraum erstellt werden.

Im Falle des Einlagerungszeitraumes von 1994 bis 1998 standen mit den Angaben in den Abfalldatenblättern neben den Volumina der Abfallgebände auch deren Massen zur Verfügung. Durch die Kombination dieser Angaben mit den Massenanteilen der stofflichen Bestandteile in den verursacherspezifischen Abfallströmen/Abfallarten wurden die Massen der stofflichen Bestandteile im entsprechenden Einlagerungshohlraum ermittelt.

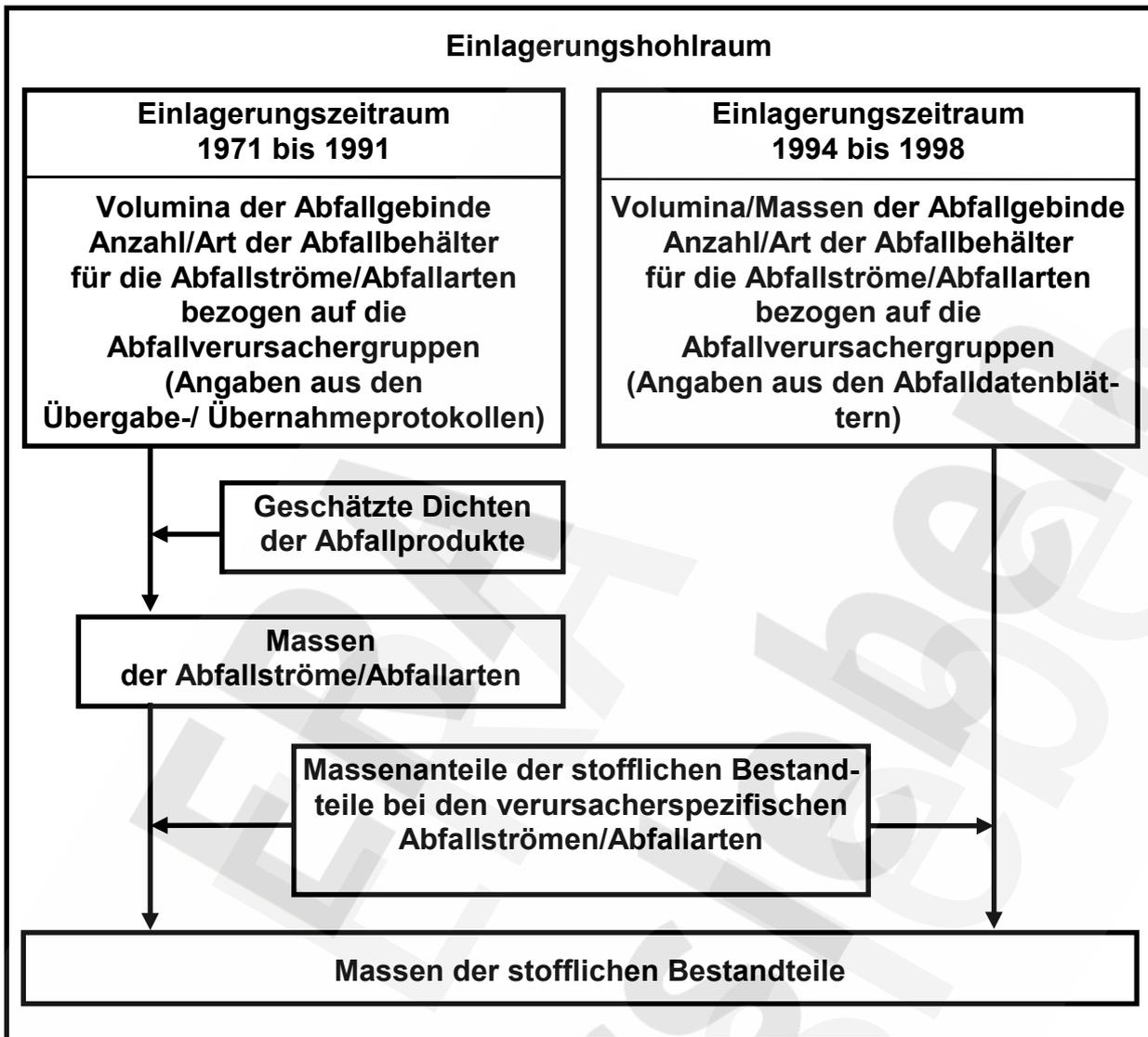


Abb. 1: Überblick über die Vorgehensweise bei der Ermittlung der stofflichen Zusammensetzung der Abfälle in einem Einlagerungshohlraum

3. Abfallbeschreibungen

Im Folgenden werden die im ERAM endgelagerten Abfälle der einzelnen Verursacherguppen näher beschrieben.

3.1 Abfälle aus Kernkraftwerken

Die radioaktiven Abfälle aus KKW, die bis 1991 in das ERAM eingelagert wurden, stammten aus den Kernkraftwerken Greifswald und Rheinsberg. Dabei handelte es sich um

2956 m ³	feste Abfälle
7597 m ³	flüssige Abfälle und
59	umschlossene Strahlenquellen.

Im Zeitraum von 1994 bis 1998 wurden

19596 m ³	feste Abfälle und
16	umschlossene Strahlenquellen

aus Kernkraftwerken der gesamten Bundesrepublik eingelagert.

Die Abfälle aus Kernkraftwerken lassen sich im Wesentlichen als flüssige Abfälle (EDR_{fl} und Abwässer) und feste Abfälle (EDR_{st} bzw. VDK, Mischabfall, Sekundärabfall, Schrott, Bauschutt, zementierte Abfälle, getrocknete Abfälle sowie Aerosolfilter und sperrige Anlagenteile und Geräte) charakterisieren. Die Strahlenquellen aus den KKW werden wegen ihres geringen Volumens und ihrer geringen Masse im Folgenden nicht berücksichtigt.

3.1.1 Flüssige Abfälle

Von 1978 bis 1990 wurden aus dem Kernkraftwerk Greifswald und von 1983 bis 1990 aus dem Kernkraftwerk Rheinsberg flüssige Verdampferkonzentrate und in geringem Maße Abwässer zur in-situ-Verfestigung ins ERAM transportiert. Die flüssigen Verdampferkonzentrate wurden in diesem Zusammenhang als flüssige Eindampfrückstände (EDR_{fl}) bezeichnet. 1990 ist diese Einlagerungstechnologie eingestellt worden. Die Einlagerung der flüssigen Verdampferkonzentrate erfolgte im Zeitraum 1978 bis 1988 ausschließlich im Abbau 3 des Südfeldes. Ab 1988 begann die Einlagerung im Abbau 2 des Südfeldes und endete 1990. Eine geringe Menge flüssiger Verdampferkonzentrate wurde im Rahmen eines Versuches in die Durchsumpfungsrinne in der Nordstrecke des Zentralteils eingebracht. Bei der in-situ-Verfestigung flüssiger Verdampferkonzentrate mit Braunkohlenfilterasche (BFA) wurden im ERAM die Abfälle direkt am Einlagerungsort verfestigt. Zur Verfestigung (hydraulisches Abbinden) der flüssigen Verdampferkonzentrate diente Braunkohlenfilterasche (BFA). Hauptbestandteile der BFA sind Silizium-, Aluminium-, Eisen-, Kalzium- und Magnesiumoxide sowie Sulfate.

Die Zusammensetzung der in-situ-verfestigten Abfälle wurde aus den Zusammensetzungen der flüssigen Verdampferkonzentrate und der eingebrachten BFA errechnet. Den Daten zur Zusammensetzung der Verdampferkonzentrate lagen den Prozess begleitende Analysenergebnisse des Kernkraftwerkes Greifswald zugrunde. Aus diesen Angaben wurde die mittlere Zusammensetzung bestimmt. Die Hauptbestandteile dieses Abfallstromes sind

Borsäure/Borate	ca. 14 Masse-%,
Salze	ca. 8 Masse-%,
Komplexbildner	ca. 1 Masse-% und
Wasser	ca. 77 Masse-%.

Als Komplexbildner kamen hierbei EDTA, NTA, Citronensäure/Citrate und Oxalsäure zum Einsatz. EDTA unterliegt während der Abfallbearbeitung weitestgehend einer thermischen Zersetzung, Oxalsäure wird chemisch abgebaut, während NTA und Citronensäure/Citrate nicht zersetzt werden und in den Abfällen im Wesentlichen als Na- und Fe-Ammonium-Salze vorliegen.

Schwankungen der Zusammensetzung bei den flüssigen Verdampferkonzentrate resultierten aus den unterschiedlich großen Anteilen der verschiedenen Ausgangswässer vor der Verdampfung. Diese Wässer hatten unterschiedliche Zusammensetzungen, da sie sich aus folgenden drei Abwasserströmen zusammensetzten:

Schmutzige Kondensate

Gullywässer (Spezialkanalisation)
Wäscherei-, Beiz- und Dekontaminationsabwässer

3.1.2 Feste Verdampferkonzentrate

Feste Verdampferkonzentrate fielen seit 1987 durch weiteres Eindampfen der flüssigen Verdampferkonzentrate in der Rotationsdünnschichtverdampferanlage (RDVA) im KKW Greifswald an. Dieser Abfallstrom wurde auch als fester Eindampfrückstand (EDR_{st}) bezeichnet. Der Feststoffgehalt betrug im Durchschnitt ca. 86 Masse-%. Der Wassergehalt lag bei ca. 14 Masse-% (kristallin gebunden). Die mittlere Konzentration der Hauptbestandteile der festen Verdampferkonzentrate stellte sich analog den Konzentrationen der Ausgangslösung (EDR_{fl}) in Abhängigkeit vom Eindampfaktor, der zwischen 3 und 5 lag, ein. Das Endprodukt stellte ein Gemisch von Borsäure, Salzen und Komplexbildnern dar. Eine weitere starke Reduzierung des Komplexbildners EDTA fand durch thermische Zersetzung in der RDVA statt.

Die mittlere Zusammensetzung der festen Verdampferkonzentrate kann wie folgt angegeben werden:

Borsäure/Borate	58 Masse-%
Salze	24 Masse-%
Komplexbildner	4 Masse-%
Wasser (kristallin gebunden)	14 Masse-%

Die Einlagerung erfolgte entweder in Verstürzhülsen aus Primärcontainern vom Typ PC 84 oder in 200-l-Fässern. Aus der mittleren Zusammensetzung und den endgelagerten Massen wurde die Masse für die einzelnen Komponenten unter Berücksichtigung einer mittleren Dichte der VDK von $1,25 \text{ kg/dm}^3$ berechnet.

3.1.3 Mischabfälle

Die Kategorie der festen Mischabfälle (MA) stellte nach den Verdampferkonzentraten den größten Anteil der Abfälle aus den Kernkraftwerken Greifswald und Rheinsberg bis 1991 dar. Für die seit 1994 aus KKW entsorgten Abfälle bilden Mischabfälle den größten Anteil. Die Mischabfälle wurden hochdruckverpresst, vorverpresst (mit geringerem Druck) oder auch unverpresst verpackt. Fässer mit hochdruckverpressten Mischabfällen enthielten 3 bis 5 Presslinge.

Als Abfallbestandteile in Mischabfällen wurden von den Abfallverursachern beispielhaft genannt:

Zellulosehaltige Abfälle:	Textilien, Papier, Holz
Kunststoffe:	PVC, PE, Gummi, Kabel, Filter, Schläuche
Metalle:	Schrott (Stahl, Edelstahl, Aluminium u.a. NE-Metalle), Bleche, Draht, Armaturen, Werkzeug
Silikate:	Strahlgut, Glas, Schlamm, Staub, Glas- und Steinwolle, Bauschutt, asbesthaltige Materialien
Aktivkohle	

Berücksichtigung fand weiterhin ein Restwassergehalt, der für ungetrocknete Abfälle mit 10 Masse-% und für getrocknete Abfälle mit 3 Masse-% angenommen wurde. Für Abfallgebinde, für die keine Aussagen zur Trocknung vorlagen, wurde von einem Durchschnittswert von 7 Masse-% Wasser ausgegangen.

Im Ergebnis der Recherchen bei den Abfallverursachern wurden für die Zusammensetzung der Mischabfälle folgende Anteile der einzelnen Bestandteile abgeschätzt:

Zellulosehaltige Abfälle:	< 5 bis 25 Masse-%
Kunststoffe:	10 bis 35 Masse-%
Metalle:	5 bis 35 Masse-%
Silikate, Bauschutt:	30 bis 50 Masse-%
Aktivkohle:	< 1 Masse-%
Restwasser:	ca. 5 Masse-%.

3.1.4 Zementierte Abfälle

Zementierte Abfälle wurden in größeren Mengen seit 1994 im ERAM endgelagert. Durch Einbinden in Zement wurden folgende Abfälle konditioniert:

flüssige Verdampferkonzentrate
 Filterkonzentrate
 Beiz- und Dekontaminationsabwässer, Schlämme

Die Zementierung wurde im Allgemeinen in einem Volumenverhältnis Wasser (hier: Abfallkonzentrat) : Zement von 1 : 1 durchgeführt, was einem Massenverhältnis von etwa 1 : 3 bzw. einem W/Z-Wert von 0,33 entsprach. Bei einem W/Z-Wert von 0,25 kann von einer vollständigen chemischen Bindung des Wassers ausgegangen werden; das zusätzlich für eine bessere Verarbeitbarkeit eingebrachte Wasser wird als Porenwasser (physikalisch gebunden) angenommen.

Bestandteile der Abfälle, die zementiert wurden, sind

VDK:	Borsäure/Borate:	10 bis 15	Masse-%
	Salze:	5 bis 25	Masse-%
	Komplexbildner:	bis 1,5	Masse-%
	Organische Bestandteile:	bis 5	Masse-%
	Wasser:	60 bis 85	Masse-%
FK:	Kieselgur:	bis 4	Masse-%
	IAH:	20 bis 30	Masse-%
	Organische Bestandteile:	5 bis 10	Masse-%
	Wasser:	60 bis 70	Masse-%

3.1.5 Getrocknete Abfälle

Eine Alternative zur Zementierung stellte die Trocknung dar, mit der diese Abfälle zu Abfallprodukten konditioniert und seit 1994 im ERAM endgelagert wurden.

Abfallbestandteile waren Pulverharze, Kieselgur, Salze, organische Bestandteile und Restwasser mit etwa folgenden Anteilen:

VDK:	Borsäure/Borate (nur aus DWR):	45 bis 55	Masse-%
	Salze:	20 bis 70	Masse-%
	Komplexbildner:	< 1 bis 4	Masse-%
	Organische Bestandteile:	bis 40	Masse-%
	Restwasser (chemisch gebunden):	10 bis 20	Masse-%
FK:	Kieselgur:	10 bis 20	Masse-%
	IAH:	40 bis 60	Masse-%
	Organische Bestandteile:	20 bis 30	Masse-%
	Restwasser (chemisch gebunden):	10 bis 20	Masse-%
Dekanterrückstand:	Borsäure:	ca. 1	Masse-%
	Salze:	ca. 7	Masse-%
	Restwasser:	ca. 50	Masse-%
	Sand, Aktivkohle, IAH:	ca. 42	Masse-%

Der Anteil an ungebundenem (freien) Wasser betrug nach der Trocknung weniger als 1 Masse-%.

3.1.6 Schrott

Von 1971 bis 1991 wurde Schrott im Wesentlichen unverpresst, in Fässern verpackt, endgelagert. Seit 1994 gelangte Schrott als hochdruckverpresster oder unverpresster Abfall (Bleche, Rohre, Armaturenteile, Turbinen

teile, Werkzeug, Stahlseile, Draht u. a.) in Fässern verpackt zur Endlagerung, sofern er nicht an eine Schmelzanlage abgegeben wurde. Bestandteile des Schrotts sind Stahl, Edelstahl, Blei, Aluminium, Kupfer u. a. Metalle.

Die Zusammensetzung wurde wie folgt abgeschätzt:

Stahl:	30 bis 80 Masse-%
Edelstahl:	10 bis 40 Masse-%
Aluminium:	1 bis 30 Masse-%
Kupfer:	1 bis 20 Masse-%
Sonstige NE-Metalle:	< 1 bis 5 Masse-%

3.1.7 Bauschutt

Bei Erneuerungsmaßnahmen fielen relativ große Mengen an Bauschutt an, die im gesamten Einlagerungszeitraum unverpresst in Abfallbehältern verpackt endgelagert wurden. Bestandteile waren im Wesentlichen Beton, Isoliermaterial (Mineralwolle, Glaswolle, Isoliermatten, asbesthaltige Stoffe), Baustahl, Strahlsand, Gips und weitere Bestandteile in geringen Anteilen.

Die Massenanteile lagen bei

Beton:	50 bis 75 Masse-%
Isoliermaterial:	20 bis 40 Masse-%
Übrige Bestandteile:	< 5 bis 10 Masse-%.

3.1.8 Aktivkohle

Aktivkohle war oftmals Bestandteil von Mischabfällen und wurde nur in Einzelfällen seit 1994 separat verpackt und deklariert.

3.1.9 Sekundärabfälle aus Verbrennung und Schmelzen

Vorsortierte Rohabfälle kamen teilweise zur Verbrennung (zellulosehaltige Stoffe, Kunststoffe) oder zum Einschmelzen (Metalle). Bei diesen Abfallbehandlungen fielen kontaminierte Sekundärabfälle an, die als radioaktiver Abfall seit 1994 in das ERAM entsorgt wurden. Solche Abfälle, die z.T. noch hochdruckverpresst oder auch zementiert wurden, bestanden aus

- Schlacken aus dem Schmelzprozess
- Filterstäuben aus Schmelz- und Verbrennungsanlagen
- Aschen aus der Verbrennung
- Ofenausmauerung aus Schmelzanlagen
- Kehricht
- Aussortierten Abfällen, die nicht für Verbrennung oder zum Einschmelzen geeignet waren (im Wesentlichen PVC).

Die Zusammensetzung der Sekundärabfälle wurde wie folgt abgeschätzt:

Schlacke:	ca. 50 bis 60 Masse-%
Filterstaub:	ca. 25 bis 35 Masse-%
Ofenausmauerung:	ca. 5 bis 15 Masse-%
Aussortierte Abfälle:	ca. 5 Masse-%

Aschen wurden in der Regel separat in Abfallbehälter gefüllt und deklariert.

3.1.10 Sperrige Abfälle

Neben den Mischabfällen wurden bis 1990 sperrige feste Abfälle als Sonderabfälle der Abfallart A 4.7 [2] endgelagert. Die Verpackung solcher Abfälle bestand aus PE-Folie oder Pappe.

Diese Abfälle setzen sich wie folgt zusammen:

Aerosolfiltereinsätze (Petrjanow-Filter):
Volumen: 0,23 m³/Stück

Gesamtmasse: 32 kg
Holz: 10 kg
Stahl: 2 kg
Plastik: 20 kg

Isoliermaterial:
Volumen: 85,3 m³

Silikate: 9 Mg

Steuer- und Schutzsystem-Antriebe (SUS-Antriebe),
Luftkühler:
Volumen: 13,5 m³

Stahl: 49,5 Mg

Rüstmaterial:
Volumen: 10 m³

Holz: 5,5 Mg
Aluminium: 2,5 Mg

Anlagenteile und Bauschutt:
Volumen: 33,2 m³

Silikate: 4 Mg
Stahl: 15,4 Mg

3.2 Abfälle aus dem Staatlichen Amt für Atomsicherheit und Strahlenschutz (SAAS), Außenstelle Lohmen

Die in der Deutschen Demokratischen Republik (DDR) im Bereich der Anwendung und Produktion von Radionukliden (APR) angefallenen radioaktiven Abfälle wurden von 1961 bis Mitte des Jahres 1982 durch das SAAS, Außenstelle Lohmen, erfasst, dort bearbeitet und zwischengelagert. Die Konditionierung dieser Abfälle erfolgte durch Zementierung (flüssig-wässrige Abfälle), Einbindung in Bitumen (organische Abfälle wie Tierkadaver, Öle, Schlämme) oder Verpressen (feste Mischabfälle) in Lohmen mit folgenden Volumenanteilen:

- ca. 50 Vol.-% verpresste Abfälle,
- ca. 35 Vol.-% zementierte Abfälle,
- ca. 15 Vol.-% bituminierte Abfälle.

Die Versuchseinlagerung von Abfällen in den Jahren 1971/72 in das ERAM umfasste ausschließlich Abfälle, die aus dem Zwischenlager Lohmen angeliefert wurden. Insgesamt betraf dies ca. 2500 Stück 200-l-Fässer und weitere 40 m³ feste Abfälle (280 Stück Filter). Bei den 1974/75 im Rahmen der Versuchseinlagerung endgelagerten 61 m³ Abfällen handelte es sich um in Plastiksäcken verpacktes Isoliermaterial aus dem Kernkraftwerk Rheinsberg. Ab 1979 begann die Auslagerung der im SAAS Lohmen zwischengelagerten Abfälle in das ERAM, die 1983 endete. Insgesamt wurden 2395 m³ (feste und flüssige) radioaktive Abfälle sowie 3834 Strahlenquellen aus Lohmen endgelagert.

Eine grobe Abschätzung der prozentualen Verteilung auf verschiedene Abfallarten erfolgte auf Grundlage von Übergabeprotokollen an das SAAS Lohmen, Transportprotokollen über die Verbringung in das ERAM, Jahresmeldungen an das SAAS Berlin und den Aussagen der wichtigsten Abfallverursacher. Danach wurden die Abfallbestandteile in folgender Weise abgeschätzt:

Abfallbestandteile	Volumen-%	Masse-%
Mischabfälle, gesamt:	40...60	bezogen auf 100 %
		Mischabfälle:
- Papier, Zellstoff, Textilien	13...18	16 ± 5
- PVC, PE u.a. Plaste	7...10	18 ± 5
- Sonstige brennbare Materialien (Holz, Harze, Aktivkohle, organische Bestandteile)	3... 5	5 ± 2
- Metalle (im Wesentlichen Stahl)	3... 6	28 ± 10
- Glas, Keramik	7...10	18 ± 5
- Sonstige mineralische Stoffe (wie Bauschutt, Sand)	3... 5	5 ± 2
- Restwasser (s. auch S. 14)	4... 6	ca. 10
Verfestigte Abfälle, gesamt:	40...60	bezogen auf 100 %
		verfestigte Abfälle:
- Wässrige Abfälle	10...15	25 ± 10
- Organische Lösungsmittel/ Öle	2... 4	5 ± 2
- Sonstige organische Stoffe (Schlamm, Tierkadaver u.a.)	2... 4	5 ± 2
als Fixierungsmittel:		
- Zement	20...25	45 ± 10
- Bitumen	4...10	15 ± 5
- Harnstoff-Formaldehydharz	1... 3	2 ± 2
- Kieselgur	1... 3	3 ± 1

Für die im Zeitraum von 1981 bis 1983 an das ERAM abgelieferten flüssig-wässrigen Abfälle (Wasch- und Dekontaminationsabwässer hauptsächlich aus eigenem Aufkommen des SAAS Lohmen) wurde ein mittlerer Salz-/Feststoffgehalt von ca. 20 g/l ± 50 % (Na⁺, Mg²⁺, Ca²⁺, Cl⁻, SO₄²⁻, NO₃⁻, Oxalat, Tensiden und sonstigen organischen und anorganischen Verunreinigungen) abgeschätzt.

3.3 Abfälle aus Landessammelstellen

Von den Landessammelstellen wurden im Zeitraum 1994 bis 1998 Abfallbehälter mit Mischabfällen, Schrott, zementierten Verdampferkonzentraten und wässrigen Abfällen, in Beton fixierten Strahlenquellen und zementierten Aschen mit einem Gesamtvolumen von ca. 720 m³ zur Endlagerung im ERAM abgeliefert. Hierbei handelte es sich um radioaktive Abfälle von Kleinverursachern wie Arztpraxen, Krankenhäuser, aus Gewerbe und Industrie sowie von Forschungseinrichtungen, die in den Landessammelstellen oder von Dienstleistungsfirmen zu endlagerfähigen Gebinden konditioniert wurden.

Die Verteilung der einzelnen Abfallströme/Abfallarten einschließlich der Behälter auf die Gesamtmasse kann wie folgt angegeben werden:

Abfallströme/Abfallarten	
Mischabfall, Schrott:	43 Masse-%
Zementierte VDK und wässrige Lösungen:	10 Masse-%
Zementierte Aschen:	18 Masse-%
Strahlenquellen in Zement fixiert:	< 1 Masse-%
Bauschutt:	4 Masse-%
Abfallbehälter/Verpackungen	
Stahl:	15 Masse-%
Beton/Sand:	10 Masse-%

Zur Zusammensetzung der einzelnen Abfallströme/Abfallarten lassen sich die nachfolgenden Aussagen treffen.

3.3.1 Mischabfälle und Schrott

Eine Abfallsortierung und Weiterbehandlung durch Verbrennen oder Einschmelzen von Schrott erfolgte im Allgemeinen nicht. Ebenfalls nur ein geringer Anteil der Mischabfälle wurde hochdruckverpresst; z. T. wurden die Mischabfälle zementiert.

Die Abfallbestandteile waren

- Zellulosehaltige Abfälle (Papier, Zellstoff, Textilien)
- Kunststoffe (Folien, Schläuche)
- Metalle (Geräteteile, Kleinschrott)
- Silikate (Glas, Keramik, Bauschutt, Erdreich, Zement).

Als durchschnittliche Zusammensetzung wurde angegeben

Zellulosehaltige Abfälle:	< 5 bis 15 Masse-%
Kunststoffe:	5 bis 20 Masse-%
Metalle:	15 bis 45 Masse-%
Silikate:	40 bis 70 Masse-%
Restwasser (s. S. 14)	3 bis 10 Masse-%.

3.3.2 Zementierte VDK und wässrige Lösungen

Verdampferkonzentrate und wässrige Lösungen wurden durch Zementierung konditioniert, wobei im Allgemeinen ein Volumenverhältnis Wasser/flüssiger Abfall von 1 : 1 vorlag.

VDK:	Feststoffanteil (Salze, organische Bestandteile):	13 bis 17 Masse-%
Wässrige Lösungen:	Feststoffanteil (Salze, organische Bestandteile):	1 bis 3 Masse-%

Bei einem Wasser/Zementwert von 0,33 wurde die Zusammensetzung des Abfallproduktes wie folgt abgeschätzt:

Wasser:	20 bis 25 Masse-%
Salze:	2 bis 5 Masse-%
Zement:	75 bis 80 Masse-%

Teilweise wurden Strahlenquellen und Metallteile in diese Abfall-Zement-Mischungen eingebunden.

3.3.3 Zementierte Asche

Asche wurde etwa im Volumenverhältnis 1 : 1 zementiert, d.h. die Zusammensetzung des Abfallproduktes war etwa

Asche:	25 Masse-%
Zement/Wasser:	75 Masse-%.

3.3.4 Strahlenquellen in Zement

In Zement fixiert wurden meist Strahlenquellen mit geringer Aktivität, die auf Grund ihrer Abmessungen oder weil sie undicht waren nicht in Strahlenschutzbehälter verpackt und als umschlossene Strahlenquellen der Abfallart A3 endgelagert werden konnten.

Die Zusammensetzung des Abfallproduktes war wie folgt:

Zement/Beton:	90 bis 95 Masse-%
Metalle (Quellenmaterial, Halterungen, Abschirmungen):	1 bis 5 Masse-%
Kunststoffe (Halterungen, Quellenverpackungen):	1 bis 5 Masse-%

3.4 Abfälle aus Forschungseinrichtungen und von sonstigen Ablieferungspflichtigen

Abfälle aus Forschungseinrichtungen und von sonstigen Abfallverursachern stammen aus Einrichtungen mit sehr unterschiedlichen Aufgabengebieten und einem sehr unterschiedlichen Abfallaufkommen. Daher unterschieden sich die Abfälle hinsichtlich Art und Menge sehr stark.

Von 1969 bis 1990 waren das Zentralinstitut für Kernforschung Rossendorf (ZfK) und das Zentralinstitut für Isotopenforschung Leipzig und Berlin-Buch die drei wichtigsten Abfallverursacher von radioaktiven Abfällen im Bereich der Anwendung und Produktion von Radionukliden. Die Entsorgung erfolgte bis Mitte 1981 über das SAAS Lohmen. Ab 1981 lieferten diese Institute ihre Abfallgebinde direkt an das ERAM. Nach der Übergabe der Erfassungsfunktion vom SAAS Lohmen an das ERAM im Jahr 1982 wurden auch die von den anderen Kleinverursachern endlagerfähig konditionierten Abfälle direkt vom ERAM übernommen.

Insgesamt wurden von dieser Verursachergruppe bis 1991 1483 m³ feste und flüssige Abfälle sowie 2330 umschlossene Strahlenquellen endgelagert.

Für die Abfallströme/Abfallarten wurden als Abfallbestandteile angegeben:

<u>Aktivkohle:</u>	Schüttung aus Filtern; ca. 220 kg/Fass
<u>Verfestigte organische Abfälle:</u>	
- Lösungsmittel:	Toluol, Dioxan, Ethanol, Methanol u.a.; Verfestigung in 100-l-Innenbehälter durch Sorption an Kieselgur, Betonschicht zwischen Innen- und Außenbehälter
- Altöl:	Pelletierung mit Zement
<u>Verfestigte wässrige Abfälle:</u>	
z. B. Chromschwefelsäure:	Verfestigung mit Zement-Kalkhydrat (3 Teile Zement, 1 Teil Säure)
<u>Ionenaustauscher (IAH):</u>	Wofatit RH oder RO (Styrol-Divinylbenzolcopolymerisat); ca. 220 kg/Fass
<u>Schlamm:</u>	aus Abwasseraufbereitung, getrocknet, mit bis zu 50 % Restwasser; z.T. mit Zementzusatz; Hauptbestandteil sind organische Stoffe (ca.30%), Rest mineralisch (ca. 20%); ca. 200 kg/Fass
<u>Filtermasse:</u>	Silber-imprägniertes Kieselgel (getrocknet); ca. 120 kg/Fass
<u>Metall:</u>	hauptsächlich Stahl, Chrom-Nickel-Stahl und Aluminium, sehr geringe Anteile anderer Nichteisen-Metalle; ca. 120 bis 250 kg/Fass
<u>Mischabfälle:</u>	nicht oder nur leicht verpresste, enthalten sind: brennbar: Zellstoff, Papier, Pappe, Holz, PVC, Textilien (hauptsäch- lich Baumwolle), Gummi nicht brennbar: Stahl, Chrom-Nickel-Stahl, Keramik, Glas, Aluminium Restwasser ca. 10% (s. S.14) ca. 100 bis 200 kg/Fass
<u>Flüssig-wässrige Abfälle:</u>	Wasch-, Spül- und Dekontaminationsabwässer mit durchschnittlichen Salz-/Feststoffgehalten von 35 g/l (ca. 90 % des Gesamtvolumens flüssig-wässriger Abfälle); Regenerat mit durchschnittlich 150 g/l Salz-/Feststoffgehalt (Na ⁺ , Mg ²⁺ , Ca ²⁺ , Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ , NO ₃ ⁻ , Oxalat, Tenside und sonstige organische und anorganische Verunreinigungen); Beizabwässer mit durchschnittlich 10 g/l Natriumoxalat.

Aus den Materialdichten und den Volumenverhältnissen ergaben sich die Massenanteile von

Brennbaren Materialien (Papier, Zellstoff, Textilien, Plastik, Gummi, Holz):	ca. 60 Masse-%
Silikate (Glas, Keramik, Sand u.a.):	ca. 20 Masse-%
Metall (Stahl, Aluminium u. a.):	ca. 10 Masse-%
Restwasser:	ca. 10 Masse-%.

Im Zeitraum 1994 bis 1998 wurden aus Forschungseinrichtungen und anderen Institutionen (z.B. Bundeswehr, Industrie) Abfälle mit einem Gesamtvolumen von 200 m³ eingelagert.

Im Wesentlichen wurden folgende Abfallströme/Abfallarten abgeliefert

Mischabfall
Bauschutt, Isoliermaterial
Schrott
Getrocknete Verdampferkonzentrate, Ionenaustauscherharze und Schlämme
Zementierte Verdampferkonzentrate, Schlämme und Abwässer.

Die Verteilung der Abfallströme/Abfallarten auf die Gesamtmasse wurde in folgender Weise abgeschätzt:

Abfallprodukte	
Mischabfall:	5 Masse-%
Bauschutt:	48 Masse-%
Schrott:	7 Masse-%
VDK, IAH, Schlämme (getrocknet):	1 Masse-%
VDK, IAH, Schlämme, Wässer, Asche (zementiert):	20 Masse-%
Abfallbehälter/Verpackung	
Stahl:	18 Masse-%
Beton/Sand:	< 1 Masse-%
PE:	< 1 Masse-%

Zur Zusammensetzung dieser Abfälle lassen sich nachfolgende Aussagen treffen.

3.4.1 Mischabfälle

Die anfallenden Mischabfälle wurden z.T. hochdruckverpresst, z.T. zementiert bzw. unbearbeitet abgeliefert. Die Bestandteile waren

- Zellulosehaltige Abfälle: Textilien, Papier, Holz
- Kunststoffe: Gummi, Plastik, PVC, Folien
- Metalle: Stahl, Edelstahl, Aluminium, Kupfer
- Silikate: Glas, Keramik, Bauschutt (Beton).
- Aktivkohle
- Restwasser.

Die Zusammensetzung wurde wie folgt abgeschätzt:

Zellulosehaltige Abfälle:	15 bis 25 Masse-%
Kunststoffe:	20 bis 30 Masse-%
Metalle:	20 bis 30 Masse-%
Silikate:	25 bis 35 Masse-%
Aktivkohle:	bis 5 Masse-%
Restwasser:	3 bis 10 Masse-%.

3.4.2 Bauschutt

Der angefallene Bauschutt bestand aus

Beton:	ca. 70 bis 80 Masse-%
Sand:	ca. 5 bis 10 Masse-%
Isoliermaterial:	5 bis 10 Masse-%
Erdreich, trockener Schlamm:	ca. 5 Masse-%
Asbesthaltigen Stoffen:	bis ca. 5 Masse-%
Stahl:	ca. 5 bis 10 Masse-%.

3.4.3 Schrott

Die Bestandteile des Schrottes teilen sich wie folgt auf:

Stahl:	ca. 70 bis 80 Masse-%
Edelstahl:	ca. 5 bis 10 Masse-%
Aluminium:	bis 5 Masse-%
Blei:	bis 5 Masse-%
Sonstige NE-Metalle:	ca. 5 bis 10 Masse-%

3.4.4 Getrocknete Abfälle

Die getrockneten Abfälle wiesen folgende Zusammensetzung auf:

VDK:	Salze:	50 bis 70 Masse-%
	Restwasser (chem. gebunden):	10 bis 20 Masse-%
	Komplexbildner und weitere organische Bestandteile:	20 bis 40 Masse-%
Schlämme:	Restwasser (chem. gebunden):	30 bis 50 Masse-%
	Organische Bestandteile:	20 bis 40 Masse-%
	Anorganische Bestandteile:	10 bis 20 Masse-%

3.4.5 Zementierte Abfälle

Die Zusammensetzung der zementierten Abfälle wurde wie folgt abgeschätzt:

VDK:	Salze:	2 bis 5 Masse-%
	Wasser:	20 bis 25 Masse-%
	Zement:	75 bis 80 Masse-%
Klärschlämme:	Restwasser:	20 bis 25 Masse-%
	Anorganische Bestandteile:	1 bis 5 Masse-%
	Organische Bestandteile:	ca. 1 Masse-%
	Zement:	70 bis 75 Masse-%

4. Stoffliche Bestandteile der Abfälle in den einzelnen Einlagerungshohlräumen

Die Endlagerung radioaktiver Abfälle erfolgte im ERAM in den in Tabelle 2 dargestellten Einlagerungshohlräumen. In dieser Tabelle ist auch das Volumen der endgelagerten radioaktiven Abfälle angegeben.

Feld	Sohle	Einlagerungshohlraum	Volumen in m ³
Nordfeld	4	Nordstrecke (Ende) und nordöstlicher Querschlag	1701
Zentralteil	4a	Abbaue 1a südlich und 1a nördlich	133
	4	Durchsumpfungsrube (Nordstrecke)	24
Südfeld	5a	Abbau 1	1013
	5a	Abbau 2	1498
	5a	Abbau 3	7608
Westfeld	4	Nördliche Richtstrecke, Abbaue 4 und 5 (Westfeld 1)	6249
	4	Westgesenk	61
	4	Abbaue 1, 2 und 3 (Westfeld 2)	12327
Ostfeld	4	Abbau 2	6139
Ostquerschlag/UMF (Zwischenlagerung)	4	Sohlenbohrlöcher	0,3

Tabelle 2: Einlagerungshohlräume und Abfallvolumina im ERAM

4.1 Südfeld

4.1.1 Abbau 1

In den Abbau 1 des Südfeldes wurden im Zeitraum von 1981 bis 1998 1013 m³ niedrig- und mittelaktive Abfälle sowie 6617 umschlossene Strahlenquellen endgelagert.

Im Zeitraum von 1981 bis 1991 wurden 200-l-Fässer mit niedrig- und mittelaktiven festen Abfällen aus Fasscontainern (FC) verstürzt. Diese Fässer enthielten feste Mischabfälle und getrocknete Verdampferkonzentrate. Weiterhin erfolgte der Versturz von unverpackten festen Abfällen sowie von Verdampferkonzentraten in Papphüllen aus Primärcontainern (PC). Weiterhin wurden umschlossene Strahlenquellen verstürzt. Die Abfälle kamen aus Kernkraftwerken, Forschungseinrichtungen und der Außenstelle des SAAS in Lohmen. Von 1994 bis 1998 wurden außer 5 Stahlhüllen mit Verdampferkonzentraten nur 200-l- und 400-l-Fässer mit zementierten VDK, IAH und Schlämmen sowie getrockneten VDK eingelagert. Abfallverursacher dieser Abfälle waren ausschließlich die Kernkraftwerke. Daneben wurden umschlossene Strahlenquellen verstürzt.

Die stofflichen Bestandteile der im Abbau 1 endgelagerten Abfälle ist in der Tabelle 3 zusammengestellt.

Abfallstrom	Stoffliche Bestandteile	Masse in Mg			
		KKW	Forschung/ Sonstige	SAAS/ LSSt	Gesamt
Abfallbehälter/Verpackungen					
200-l-, 400-l-Fässer, Kartuschen, Hüllen aus PC, Betonabschirmungen im Fass	Stahl	118,4	7,7	8,0	134,1
	NE-Metalle	0,7	<0,1	<0,1	0,8
	Kunststoffe	1,1	0,1		1,2
	zellulosehaltiges Material	0,6			0,6
	Silikate	4,0			4,0
Abfallprodukte					
IAH (getrocknet)	Styrol-Copolymerisate	21,3	3,0		24,3
VDK (getrocknet)	Wasser (chem. geb.)	90,3			90,3
	Borsäure/ Borate	362,5			362,5
	Salze	149,3			149,3
	Komplexbildner	25,1			25,1
Zementierte Abfälle (VDK, IAH, Schlamm)	Wasser (chem. geb.)	8,2		5,3	13,5
	Wasser (phys. geb.)	4,5		2,8	7,3
	Borsäure/ Borate	1,7			1,7
	Salze	2,5		4,6	7,1
	Komplexbildner	< 0,1			< 0,1
	Styrol-Copolymerisate	10,5			10,5
	Silikate	1,3			1,3
Organisches Material	0,3			0,3	
Mischabfälle, Schrott, Bauschutt	Silikate	12,7	3,0	45,2	60,9
	Stahl	14,8	2,8	3,8	21,4
	NE-Metalle	0,2	1,3	0,6	2,1
	zellulosehaltiges Material	9,3	3,2	9,0	21,5
	Kunststoffe	10,1	0,7	7,0	17,8
	A-Kohle		3,3		3,3
	Wasser (phys. geb.)	5,2	1,6	7,3	14,1
Strahlenquellen	Stahl	0,1			0,1
Fixierungsmittel	Silikate, Zement	54,0	9,0	19,8	82,8
	Bitumen			6,2	6,2
	Kunststoffe			2,8	2,8
Versatz	BFA				1220,0

Tabelle 3: Stoffliche Zusammensetzung der im Abbau 1 des Südfeldes endgelagerten Abfälle und des Versatzes

4.1.2 Abbau 2

In den Abbau 2 wurden in den Jahren von 1984 bis 1991 und von 1994 bis 1998 radioaktive Abfälle mit einem Gesamtvolumen von 1498 m³ eingebracht.

Bis 1991 wurden 200-l-Fässer mit festen Abfällen und getrockneten VDK verstürzt. Hauptsächlich erfolgte jedoch in dieser Zeit die in-situ-Verfestigung (mit BFA) von insgesamt 626 m³ flüssigen Verdampferkonzentraten und anderen wässrigen Abfällen. Ab 1994 wurden ausschließlich 200-l-Fässer mit nicht brennbaren Abfällen (getrockneten und zementierten VDK und IAH, Mischabfällen, Schrott sowie Bauschutt) verstürzt. Die Abfallversucher waren neben den KKW auch Forschungseinrichtungen und Landessammelstellen.

In der Tabelle 4 wird die Übersicht zu den Abfallinhalten dargestellt.

Abfallstrom	Stoffliche Bestandteile	Masse in Mg			
		KKW	Forschung/ Sonstige	SAAS/ LSSt	Gesamt
Abfallbehälter/Verpackungen					
Fässer, Betonabschirmung im Fass	Stahl	207,6	7,9	4,7	220,2
	NE-Metalle	0,2			0,2
	Kunststoffe	3,7	0,1	0,1	3,9
	Silikate	0,5			0,5
Abfallprodukte					
IAH (getrocknet)	Styrol-Copolymerisate	19,7			19,7
VDK (getrocknet)	Wasser (chem. geb.)	26,7			26,7
	Borsäure/ Borate	107,3			107,3
	Salze	44,2			44,2
	Komplexbildner	7,4			7,4
Zementierte Abfälle (VDK, IAH, FK, Beiz- und Dekontami- nationsabwässer)	Wasser (chem. geb.)	100,3		7,8	108,1
	Wasser (phys. geb.)	54,0		4,2	58,2
	Borsäure/Borate	26,5			26,5
	Salze	35,6		0,7	36,3
	Komplexbildner	1,1			1,1
	Stahl	53,0		0,7	53,7
	Styrol-Copolymerisate	85,0			85,0
Mischabfälle, Schrott, Bauschutt	Stahl	23,0	6,5	0,1	29,6
	NE-Metalle	1,6			1,6
	Silikate	74,6	14,9	0,3	89,8
	Zellulosehaltiges Material	0,7			0,7
	Kunststoffe	0,8			0,8
	Wasser (phys. geb.)	7,5	1,7		9,2
Flüssige Abfälle (EDR _{fl} , wässrige Abfälle)	Wasser (chem. Geb.)	453,1	53,3		506,4
	Wasser (phys. geb.)	50,4	5,9		56,3
	Borsäure/ Borate	62,4			62,4
	Salze	60,5	1,8		62,3
	Komplexbildner	8,0			8,0
Fixierungsmittel	BFA				2395,3
	Silikate, Zement	575,0		31,5	606,5
Versatz	BFA				291,2

Tabelle 4: Stoffliche Zusammensetzung der im Abbau 2 des Südfeldes endgelagerten Abfälle und des Versatzes

4.1.3 Abbau 3

Einlagerungszeitraum für den Abbau 3 waren die Jahre von 1978 bis 1988. In diesem Abbau wurden nur flüssige VDK und wässrige Abfälle mit einem Gesamtvolumen von 7608 m³ in-situ verfestigt. Als Fixierungsmittel wurde BFA eingesetzt.

Die stofflichen Bestandteile zeigt die Tabelle 5.

Abfallstrom	Stoffliche Bestandteile	Masse in Mg			
		KKW	For- schung/So nstige	SAAS/ LSSt	Gesamt
Abfallprodukte					
Flüssige Abfälle (EDR _{fl} , wässrige Abfälle)	Wasser (chem. geb.)	3425,8	285,2	40,0	3751,0
	Wasser (phys. geb.)	2802,9	233,3	32,8	3069,0
	Borsäure/Borate	1143,8			1143,8
	Salze	665,9	19,7	1,5	687,1
	Komplexbildner	82,7			82,7
Fixierungsmittel	BFA				14700,0
Versatz	BFA				1400,0

Tabelle 5: Stoffliche Zusammensetzung der im Abbau 3 des Südfeldes endgelagerten Abfälle und des Versatzes

4.2 Nordfeld

Das Nordfeld teilt sich in die Einlagerungsbereiche Nordstrecke (Ende) und nordöstlicher Querschlag. In der Nordstrecke bzw. im nordöstlichen Querschlag wurden in den Jahren 1971/1972 bzw. 1979 bis 1981 Mischabfälle in 200-l-Fässern und in Folie oder Kartons verpackte Mischabfälle endgelagert. Das Volumen der dort endgelagerten radioaktiven Abfälle beträgt 1701 m³. Weiterhin werden in der Nordstrecke Betriebsabfälle des ERAM (2 kontaminierte Behälter vom Typ LB 5700) mit einem Volumen von ca. 11,4 m³ endgelagert.

Die stoffliche Zusammensetzung enthält die Tabelle 6.

Abfallstrom	Stoffliche Bestandteile	Masse in Mg			
		KKW	Forschung/ Sonstige	SAAS/ LSSt	Gesamt
Abfallbehälter/Verpackungen					
Fässer, LB 5700, Folie, Kartons	Stahl NE-Metalle zellulosehaltiges Material Kunststoffe	53,5 0,5	4,6	146,0 3,4 3,0 3,0	204,1 3,9 3,0 3,0
Abfallprodukte					
Verfestigte Abfälle - Wässrige Abfälle	Wasser (chem. geb.) Wasser (phys. geb.) Salze			106,9 57,6 18,3	106,9 57,6 18,3
- Organische Abfälle	Öle, Lösungsmittel, organisches Material,			73,0	73,0
Mischabfälle (Filter, fester Abfall)	Stahl NE-Metalle Silikate Zellulosehaltiges Material Kunststoffe Wasser (phys. geb.)	18,3 2,0 68,7 21,1 22,0 14,7		80,0 2,1 74,0 74,0 62,2 32,5	98,3 4,1 142,7 95,1 84,2 47,2
Fixierungsmittel	Zement Bitumen			329,0 146,2	329,0 146,2

Tabelle 6: Stoffliche Zusammensetzung der im Nordfeld endgelagerten Abfälle

4.3 Westfeld

4.3.1 Abbau 4, Abbau 5 und nördliche Richtstrecke (Westfeld 1)

Die Einlagerung von Abfällen in die Abbaue 4, 5 und in die nördliche Richtstrecke des Westfeldes (Westfeld 1) erfolgte in den Jahren von 1981 bis 1991 und von 1994 bis 1996. Es wurde ein Gesamtvolumen von 6249 m³ endgelagert. Die Abfallverursacher kamen aus den Bereichen KKW, Forschung und Landessammelstellen sowie SAAS Lohmen. Die niedrigaktiven Mischabfälle und ein kleiner Anteil getrockneter Verdampferkonzentrate wurden in 200-l-Fässern gestapelt. Daneben erfolgte in geringem Maße die Einlagerung von unverpacktem Mischabfall.

Die stoffliche Zusammensetzung enthält die Tabelle 7.

Abfallstrom	Stoffliche Bestandteile	Masse in Mg			
		KKW	For- schung/So nstige	SAAS/ LSSt	Gesamt
Abfallbehälter/Verpackungen					
Fässer, Kartuschen, Verfüllmaterial	Stahl NE-Metalle Kunststoffe Silikate	1086,5 1,0 16,1 11,0	121,9 1,6 5,1	138,6 2,1 0,9 28,0	1347,0 4,7 22,1 39,0
Abfallprodukte					
Getrocknete Abfälle (IAH, VDK, FK, Schlämme)	Styrol-Copolymerisate Wasser Borsäure/Borate Salze Komplexbildner Organisches Material Silikate	25,0 0,8 2,7 1,6 0,2 0,6 2,4	4,0		29,0 0,8 2,7 1,6 0,2 0,6 2,4
Zementierte Abfälle (VDK, IAH, FK, Schlämme/Asche, Organische Stoffe)	Wasser (chem. geb.) Wasser (phys. geb.) Borsäure/Borate Salze Komplexbildner Stahl Styrol-Copolymerisate Silikate Öl/ Lösungsmittel/organi- sches Material	131,6 70,9 17,1 119,0 0,7 22,0 231,0 2,3 4,0	43,0	21,5 55,2	131,6 70,9 17,1 119,0 0,7 22,0 274,0 23,8 61,3
Mischabfall, Schrott, Bauschutt, Sekundärabfälle aus Verbrennung und Schmelzen	Stahl NE-Metalle Silikate Zellulosehaltiges Material Kunststoffe A-Kohle Wasser (phys. geb.)	470,0 72,0 930,0 385,0 694,8 4,7 237,0	40,0 13,2 100,7 60,0 40,0 26,0 30,0	102,5 10,0 200,0 89,7 93,0 41,1	612,5 95,2 1230,7 534,7 828,3 29,7 308,1
Fixierungsmittel	Zement, Beton Bitumen Kunststoffe*)	767,0	119,2	891,6 76,9 12,8	1777,8 76,9 12,8
Versatz	BFA				4082,0

*) Kunststoffe als Fixierungsmittel: Harnstoff-Formaldehydharz, Epoxidharz

Tabelle 7: Stoffliche Zusammensetzung der im Westfeld 1 endgelagerten Abfälle und des Versatzes

4.3.2 Abbau 1, Abbau 2 und Abbau 3 (Westfeld 2)

In die Einlagerungshohlräume des Westfeldes 2 wurden von 1995 bis 1998 insgesamt 12327 m³ Abfälle endgelagert. Die Abfallverursacher kamen aus allen 3 Bereichen (KKW, Forschung, LSSt). Zur Einlagerung wurden vor allem zementierte und verpresste Mischabfälle sowie getrocknete Abfälle angeliefert. Als Abfallbehälter wurden 200-l-Fässer, 280-l-Fässer, 400-l-Fässer und Betonbehälter eingesetzt.

Die stoffliche Zusammensetzung ist in Tabelle 8 dargestellt.

Abfallstrom	Stoffliche Bestandteile	Masse in Mg				
		KKW	Forschung/ Sonstige	LSSt	Gesamt	
Abfallbehälter/Verpackungen Fässer, Kartuschen, Betonbehälter, Verfüllmaterial	Stahl	3434,1	249,0	85,0	3768,1	
	NE-Metalle	5,0			5,0	
	Kunststoffe	68,7	5,6	2,0	76,3	
	Silikate	1572,1	4,5	68,0	1644,6	
Abfallprodukte Getrocknete Abfälle (Dekanterrückstände, FK, VDK, IAH)	Wasser (chem. geb.)	26,5			26,5	
	Borsäure/Borate	64,1			64,1	
	Salze	38,8			38,8	
	Komplexbildner	2,3			2,3	
	A-Kohle	2,0			2,0	
	Styrol-Copolymerisate	424,2	22,0		466,2	
	Silikate	25,5			25,5	
	Zementierte Abfälle (VDK, IAH, FK, Beizabwässer, Asche, Schlämme)	Wasser (chem. geb.)	271,4	10,4	2,6	284,4
		Wasser (phys. geb.)	146,2	5,6	1,4	153,2
		Borsäure/Borate	61,0			61,0
Salze		57,1	2,0	0,5	59,6	
EDTA		1,3			1,3	
Zellulosehaltige Stoffe		20,5			20,5	
Styrol-Copolymerisate		139,5	0,5		140,0	
Silikate		41,0	70,5	25,5	137,0	
Mischabfälle, Schrott, Bauschutt	Stahl	45,0			45,0	
	Zellulosehaltige Stoffe	799,0	3,5	25,1	827,6	
	Kunststoffe	1438,1	3,3	38,3	1479,7	
	Stahl	1824,2	82,4	94,7	2001,3	
	NE-Metalle	185,4	6,5		191,9	
	Silikate	3042,5	620,2	127,0	3789,7	
	A-Kohle	69,2	5,0		74,2	
	Wasser (phys. geb.)	370,0	37,3	14,4	421,7	
	Fixierungsmittel	Zement / Beton	1707,0	390,0	85,5	2182,5
	Versatz	BFA				9761,0

Tabelle 8: Stoffliche Zusammensetzung der im Westfeld 2 endgelagerten Abfälle und des Versatzes

4.3.3 Westgesenk

Im Westgesenk des Westfeldes wurde in den Jahren 1974 und 1975 61 m³ in Folie verpacktes Isoliermaterial endgelagert.

Die stoffliche Zusammensetzung ist in der Tabelle 9 zusammengestellt.

Abfallstrom	Stoffliche Bestandteile	Masse in Mg			
		KKW	Forschung/ Sonstige	SAAS/ LSSt	Gesamt
Verpackungen					
Folie	Kunststoffe	0,3			0,3
Abfallprodukt					
Mischabfall	Silikate	34,3			34,3
	Wasser (phys. geb.)	3,8			3,8

Tabelle 9: Stoffliche Zusammensetzung des endgelagerten Abfalls im Westgesenk

4.4 Ostfeld

Im Ostfeld, Abbau 2, wurden 1997 und 1998 Abfallgebände mit Mischabfall aus den Bereichen KKW, Forschung und LSSt endgelagert. Als Abfallbehälter kamen 200-l-, 280-l-, 400-l- und 570-l-Fässer sowie Betonbehälter vom Typ I und II zum Einsatz. In der Tabelle 10 sind die stofflichen Anteile der Abfälle zusammengestellt.

Abfallstrom	Stoffliche Bestandteile	Masse in Mg			
		KKW	Forschung/ Sonstige	LSSt	Gesamt
Abfallbehälter/Verpackungen Fässer, Kartuschen, Betonbehälter, Verfüllmaterial	Stahl	1436,8	26,1	203,6	1666,5
	Kunststoffe	10,6	0,4	1,3	12,3
	Silikate	1949,4	21,8	2,0	1973,2
Abfallprodukte Getrocknete Abfälle (VDK, FK, IAH)	Wasser (chem. geb.)	53,0		0,8	53,8
	Borsäure/Borate	146,2			146,2
	Salze	90,2		0,6	90,8
	Styrol-Copolymerisate	191,5		6,0	197,5
	Komplexbildner	4,8			4,8
	Silikate	43,8			43,8
	A-Kohle	1,2			1,2
Zementierte Abfälle (VDK, IAH, FK, Asche, Schlamm)	Wasser (chem. geb.)	16,6	0,8	1,3	13,3
	Wasser (phys. geb.)	6,0	0,5	0,7	7,2
	Borsäure/Borate	24,2			24,2
	Salze	24,5	0,2	0,6	25,3
	Komplexbildner	0,1			0,1
	Styrol-Copolymerisate	93,5			93,5
	Stahl	1,0	0,5		1,5
Mischabfälle, Schrott, Bauschutt (z.T. hochdruckverpresst z.T. zementiert)	Silikate	20,1	23,1	5,2	48,4
	Zellulosehaltige Stoffe	204,1	4,2	22,7	231,0
	Kunststoffe	218,2	2,5	45,6	266,3
	Stahl	841,2	12,0	169,5	1022,7
	NE-Metalle	182,7	1,7	22,0	206,4
	Silikate	1450,7	50,6	549,8	2051,1
	A-Kohle	8,0		0,5	8,5
Wasser (phys. geb.)	163,5	4,0	45,6	213,1	
Fixierungsmittel	Zement / Beton	361,1	28,3	27,2	416,6

Tabelle 10: Stoffliche Zusammensetzung der im Abbau 2 des Ostfeldes endgelagerten Abfälle

4.5 Zentralteil

4.5.1 Abbau 1a südlich und Abbau 1a nördlich

Im Zeitraum 1983 bis 1990 wurden in der Sohle 4a, Abbau 1a südlich und Abbau 1a nördlich, Mischabfälle, verpackt in Kartons oder Plastikfolie, endgelagert. Abfallverursacher waren die KKW, Forschungseinrichtungen und das SAAS Lohmen. Weiterhin wurden vier Strahlerköpfe bzw. Strahlenquellencontainer mit Co-60-Strahlenquellen eingelagert.

Die stofflichen Anteile sind der Tabelle 11 zu entnehmen.

Abfallstrom	Stoffliche Bestandteile	Masse in Mg			
		KKW	Forschung/ Sonstige	SAAS/ LSSt	Gesamt
Verpackungen					
Folie, Karton	Kunststoffe Zellulosehaltiges Material		0,1 1,5	0,2	0,3 1,5
Abfallprodukt					
Mischabfall	Stahl Silikate Zellulosehaltiges Material Kunststoffe Wasser (phys. geb.)	49,3 7,3 0,2 0,4 0,9	2,7 0,6 0,5 0,2 0,2	11,8 9,1 0,5	63,8 17,0 0,7 1,1 2,2

Tabelle 11: Stoffliche Zusammensetzung der im Zentralteil, Abbau 1a südlich und Abbau 1a nördlich endgelagerten Abfälle

4.5.2 Durchsumpfungsrube (Nordstrecke)

Im Zentralteil, Durchsumpfungsrube der Nordstrecke, wurden nur 1984 im Rahmen eines Versuches flüssige Verdampferkonzentrate (EDR_{fl}) mit einem Volumen von 24 m³ eingebracht und mit Braunkohlenfilterasche gebunden.

Die stoffliche Zusammensetzung enthält die Tabelle 12.

Abfallstrom	Stoffliche Bestandteile	Masse in Mg			
		KKW	Forschung/ Sonstige	SAAS/ LSSt	Gesamt
Abfallprodukt					
Flüssige Abfälle (EDR_{fl})	Wasser (chem. geb.) Wasser (phys. geb.) Borsäure/Borate Salze Komplexbildner	9,5 11,7 4,0 2,2 0,3			9,5 11,7 4,0 2,2 0,3
Fixierungsmittel	BFA	36,0			36,0
Versatz	BFA				114,0

Tabelle 12: Stoffliche Zusammensetzung der in der Durchsumpfungsrube (Nordstrecke) endgelagerten Abfälle und des Versatzes

4.6 Ostquerschlag/Untertagemessfeld (UMF)

Die im Folgenden aufgeführten radioaktiven Abfälle sind z. Z. im ERAM zwischengelagert und sollen nach Abschluss des Planfeststellungsverfahrens zur Stilllegung im ERAM endgelagert werden.

Im Rahmen von Versuchen zur Endlagerung von Abfällen mit höheren Aktivitäten kurzlebiger Radionuklide (S5/S6) wurden im Ostquerschlag, Untertagemessfeld (UMF), vertikale Bohrungen in das Steinsalz geführt. Diese wurden mit Stahl verrohrt und anschließend wurden darin Spezialcontainer (SC) mit Strahlenquellen und festen Abfällen eingebracht.

Weiterhin werden im Ostquerschlag/UMF Betriebsabfälle des ERAM (22 Altbehälter vom Typ PC 55) sowie ein 200-l-Fass mit konditionierten Radium-Strahlenquellen gelagert. Das 200-l-Fass enthält insgesamt acht verschweißte Spezialcontainer (SC) mit Aluminium-, Kupfer- oder Stahlbehältern, in die die Radium-Strahlenquellen verpackt wurden. Die verbliebenen Zwischenräume im Fass wurden mit Aktivkohle aufgefüllt und das 200-l-Fass in ein 280-l-Fass eingestellt. Im Weiteren soll dieses 280-l-Fass in einen Betonbehälter Typ II eingestellt und in ein Sohlenloch eingebracht werden.

Die Zusammenstellung der im Ostquerschlag befindlichen Materialmengen und -arten enthält die Tabelle 13.

Abfallbestandteile	Stoffliche Bestandteile	Masse in Mg
Abfallbehälter/Verpackungen Primärcontainer Typ PC 55 Bohrlochverrohrungen Spezialcontainer, Fässer	Stahl	128,0
	Stahl	0,1
	Stahl	0,3
Betonbehälter mit Stahlarmierung	Silikate	1,7
	Stahl	0,07
Abfallprodukte Strahlenquellen	NE-Metalle	< 0,1
	Stahl	< 0,1
Verfüllmaterial	Zement/Beton	0,1
	Aktivkohle	0,1

Tabelle 13: Stoffliche Zusammensetzung der im Ostquerschlag/UMF eingelagerten Abfälle einschließlich der Betriebsabfälle

5. Stoffliche Bestandteile im gesamten Endlager Morsleben

Von 1971 bis 1991 wurden ausschließlich Abfälle von Abfallverursachern aus der Deutschen Demokratischen Republik (DDR) im ERAM endgelagert. Nach der Wiederaufnahme des Einlagerungsbetriebes im Januar 1994 konnten radioaktive Abfälle aus dem gesamten Gebiet der Bundesrepublik Deutschland entsorgt werden.

Tabelle 14 enthält die Volumina der endgelagerten radioaktiven Abfälle, aufgeschlüsselt auf die Einlagerungshohlräume und die Zeiträume 1971 bis 1991 (Abfälle aus der DDR) und 1994 bis 1998 (Abfälle aus dem gesamten Bundesgebiet) sowie die Aufteilung der radioaktiven Abfälle auf die Abfallarten A1(feste Abfälle), A2 (flüssige Abfälle) und A3 (umschlossene Strahlenquellen).

Für die beiden Zeiträume, 1971 bis 1991 und 1994 bis 1998, wurden die stoffliche Zusammensetzung und die entsprechenden Massenanteile ermittelt. Alle endgelagerten Abfälle wurden zuerst in die Abfallbestandteile Abfallbehälter/Verpackung, Abfallprodukte und Fixierungsmittel untergliedert. Die Abfallprodukte wurden entsprechend den von den Ablieferungspflichtigen/Abführungspflichtigen deklarierten Abfallarten wie folgt untersetzt (siehe Kap. 2 zur stofflichen Zusammensetzung der Abfälle):

- Getrocknete Abfälle (IAH, VDK, FK)
- Zementierte Abfälle (IAH, VDK, FK, wässrige Abfälle u.a.)
- Mischabfälle (einschließlich Bauschutt, Schrott, Sekundärabfälle aus Verbrennung und Schmelzen)
- Umschlossene Strahlenquellen
- Flüssige Abfälle (EDR_{fl}, flüssig-wässrige Abfälle)
- Organische Stoffe

Die ermittelten stofflichen Bestandteile der Abfallbehälter/Verpackungen, Abfallarten und Fixierungsmittel wurden weiter zu Stoffgruppen zusammengefasst (siehe Kap. 2). Bei dieser Zusammenfassung zu Stoffgruppen wurde von den Eigenschaften und dem möglichen Gefährdungspotential der einzelnen Stoffe ausgegangen (z. B. Gasbildung, Toxizität, Sorptionseigenschaften). Alle Stoffe mit vergleichbarem Verhalten wurden folgendermaßen eingeordnet:

- Zellulosehaltiges Material (Papier, Zellstoff, Pappe, Holz, Textilien u.a.)
- Kunststoffe (PVC, PE, PS, Alkydharzlack, Gummi u.a.)
- Metalle als
 - Stahl (alle eisenhaltigen Stoffe)
 - NE-Metalle (Zink, Aluminium, Blei u.a.)
- Silikate (Beton, Sand, Bauschutt, Glas, Keramik, Zement, Kieselgur u.a.)

Auf Grund besonders großer Massenanteile oder besonderer Eigenschaften wurden bei der Einordnung folgende Stoffe extra ausgewiesen:

- Aktivkohle
- Organische Stoffe (Lösungsmittel, Öle, Kadaver, Pflanzenreste)
- Bitumen
- Bestandteile getrockneter oder zementierter VDK, FK, IAH, wässriger Lösungen usw.
 - Styrol-Copolymerisat
 - Borsäure/ Borate
 - Salze
 - Komplexbildner
 - Wasseranteile
- BFA als Fixierungsmittel bzw. Versatz

Einlagerungsfeld	Einlagerungshohlraum	Volumen Feste Abfälle A1 in m ³			Volumen Flüssige Abfälle A2 in m ³			Umschlossene Strahlenquellen A3 Anzahl		
		bis 1991	1994 bis 1998	Gesamt	bis 1991	1994 bis 1998	Gesamt	bis 1991	1994 bis 1998	Gesamt
Südfeld	Abbau 1	763,4	249,8	1013,2				6223	394	6617
	Abbau 2	85,2	786,8	872,0	625,6		625,6			
	Abbau 3				7608,5		7608,5			
Nordfeld	Nordstrecke, nord-östlicher Querschlag	1701,1	11,4 ^{*)}	1712,5						
Westfeld	Abbau 4, 5, nördliche Richtstrecke (Westfeld 1)	3430,4	2818,0	6248,4						
	Abbau 1, 2, 3 (Westfeld 2)		12326,9	12326,9						
	Westgesenk	61,0		61,0						
Ostfeld	Abbau 2		6138,7	6138,7						
Zentralteil	Abbau 1a nördl. u. südl.	133,2		133,2				4		4
	Durchsumpfungsrube				24,0		24,0			
Ostquer-schlag/UMF			81,0 ^{*)}	81,0 ^{*)}						
Summe		6174,3	22411,6	28585,9	8258,1	0	8258,1	6227	394	6621

^{*)} betriebliche Abfälle des ERAM, geplant

Tabelle 14: Aufteilung der Volumina der endgelagerten Abfälle auf die einzelnen Einlagerungshohlräume und auf die Abfallarten A1, A2 und A3 (fest, flüssig, umschlossene Strahlenquellen)

Nach der Ermittlung der Massen der stofflichen Bestandteile für die einzelnen Einlagerungshohlräume wurden sie anschließend für das gesamte ERAM bestimmt. Insgesamt wurden folgende Massen der o. a. Stoffe in den radioaktiven Abfällen von der Versuchseinlagerung im Jahr 1971 beginnend bis zur Unterbrechung der Einlagerung im September 1998 sowie in den betrieblichen Abfällen des ERAM eingelagert:

Zellulosehaltige Stoffe:	1737 Mg
Kunststoffe:	2814 Mg
Metalle:	11958 Mg
Silikate/Zement:	16757 Mg
Aktivkohle:	119 Mg
Organische Stoffe:	135 Mg
Bitumen:	229 Mg
Styrol-Copolymerisate (IAH):	1319 Mg
Borsäure/Borate:	2023 Mg
Salze:	1342 Mg
Komplexbildner:	133 Mg
Wasser (chem. gebunden):	5123 Mg
Wasser (physikalisch gebunden):	4511 Mg
BFA:	34000 Mg

Aufgeschlüsselt auf die fünf Einlagerungsfelder des ERAM ergibt sich die in Tabelle 15 dargestellte Verteilung der entsprechenden Stoffe:

Stoffliche Bestandteile	Masse in Mg						
	Südfeld	Nordfeld	Westfeld	Ostfeld	Zentralteil	Ostquerschlag/UMF	Gesamt
Zellulosehaltige Stoffe	23	98	1383	231	2		1737
Metalle	464	311	8093	2897	64	129	11958
Kunststoffe	27	87	2420	279	1		2814
Silikate	846	472	10887	4533	17	2	16757
Aktivkohle	3		106	10		< 1	119
Organische Stoffe	< 1	73	62				135
Bitumen	6	146	77				229
IAH (Styrol-Copolymerisate)	139		889	291			1319
Borsäure/Borate	1704		145	170	4		2023
Salze	987	18	219	116	2		1342
EDTA/NTA	124		4	5	< 1		133
Wasser (chem. gebunden)	4496	107	443	67	10		5123
Wasser (phys. gebunden)	3214	105	958	220	14		4511
BFA	20007		13843		150		34000

Tabelle 15: Verteilung der stofflichen Bestandteile der radioaktiven Abfälle auf die Einlagerungsfelder des ERAM

6. Abkürzungsverzeichnis

A-Kohle	Aktivkohle
APR	Anwendung und Produktion von Radionukliden
BFA	Braunkohlenfilterasche
BfS	Bundesamt für Strahlenschutz
DWR	Druckwasserreaktor
EDTA	Ethylendiamintetraacetat (Komplexbildner)
ERAM	Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben
FC	Faßcontainer
FK	Filterkonzentrate
IAH	Ionenaustauscherharz
KKW	Kernkraftwerk
LSSt	Landessammelstellen
NE-Metall	Nichteisen-Metall
PC	Primärcontainer
PE	Polyethylen
PP	Polypropylen
PS	Polystyrol
PVC	Polyvinylchlorid
RDVA	Rotationsdünnschichtverdampferanlage
SAAS	Staatliches Amt für Atomsicherheit und Strahlenschutz
SC	Spezialcontainer
UMF	Untertagemessfeld
VDK	Verdampferkonzentrat
ZfK	Zentralinstitut für Kernforschung Rossendorf, jetzt: VKTA

7. Quellenangaben

- [1] C. Herzog, L. Schneider, V. Simm, Stoffliche Bestandteile in den Einlagerungshohlräumen des ERAM, Dresden, 27.04.2000
- [2] Anordnung über die Allgemeinen Leistungsbedingungen für die zentrale Erfassung und Endlagerung radioaktiver Abfälle vom 4. September 1981, GBl. Sonderdruck Nr. 1073

8. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Abfallbehälterdaten	10
Tabelle 2: Einlagerungshohlräume und Abfallvolumina im ERAM.....	24
Tabelle 3: Stoffliche Zusammensetzung der im Abbau 1 des Südfeldes endgelagerten Abfälle und des Versatzes	25
Tabelle 4: Stoffliche Zusammensetzung der im Abbau 2 des Südfeldes endgelagerten Abfälle und des Versatzes	26
Tabelle 5: Stoffliche Zusammensetzung der im Abbau 3 des Südfeldes endgelagerten Abfälle und des Versatzes	27
Tabelle 6: Stoffliche Zusammensetzung der im Nordfeld endgelagerten Abfälle	28
Tabelle 7: Stoffliche Zusammensetzung der im Westfeld 1 endgelagerten Abfälle und des Versatzes.....	29
Tabelle 8: Stoffliche Zusammensetzung der im Westfeld 2 endgelagerten Abfälle und des Versatzes.....	30
Tabelle 9: Stoffliche Zusammensetzung des endgelagerten Abfalls im Westgesenk	31
Tabelle 10: Stoffliche Zusammensetzung der im Abbau 2 des Ostfeldes endgelagerten Abfälle	31
Tabelle 11: Stoffliche Zusammensetzung der im Zentralteil, Abbau 1a südlich und Abbau 1a nördlich endgelagerten Abfälle	32
Tabelle 12: Stoffliche Zusammensetzung der in der Durchsumpfungsrube (Nordstrecke) endgelagerten Abfälle und des Versatzes.....	32
Tabelle 13: Stoffliche Zusammensetzung der im Ostquerschlag/UMF eingelagerten Abfälle einschließlich der Betriebsabfälle	33
Tabelle 14: Aufteilung der Volumina der endgelagerten Abfälle auf die einzelnen Einlagerungshohlräume und auf die Abfallarten A1, A2 und A3 (fest, flüssig, umschlossene Strahlenquellen)	35
Tabelle 15: Verteilung der stofflichen Bestandteile der radioaktiven Abfälle auf die Einlagerungsfelder des ERAM	36