



Bundesamt für Strahlenschutz

Deckblatt

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd.Nr.	Rev.	B144529900U	Seite: I
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 15.07.2011
9A	25100000	M	RE	0002	00		

Titel der Unterlage:

ERKENNTNISSE DES BFS ZUM ABFALLINVENTAR DER SCHACHTANLAGE ASSE II
STAND: JULI 2011

Ersteller:

SE 4.1/SE 4.2/SE 4.3/SE 2.2

Stempelfeld:

Freigabe durch bergrechtlich verantwortliche Person:

22.09.2011, i.H. Schleicher
Datum und Unterschrift

Freigabe durch atomrechtlich verantwortliche Person:

22.09.2011 W. Haxel
Datum und Unterschrift

Freigabe im Projekt/Betrieb:

22.09.11 [Signature]
Datum und Unterschrift

Diese Unterlage unterliegt samt Inhalt dem Schutz des Urheberrechts sowie der Pflicht zur vertraulichen Behandlung auch bei Beförderung und Vernichtung und darf vom Empfänger nur auftragsbezogen genutzt, vervielfältigt und Dritten zugänglich gemacht werden. Eine andere Verwendung und Weitergabe bedarf der ausdrücklichen Zustimmung des BFS.



Bundesamt für Strahlenschutz

Revisionsblatt

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B144529900U	Seite: II
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 15.07.2011
9A	25100000	M	RE	0002	00		

Titel der Unterlage:

ERKENNTNISSE DES BFS ZUM ABFALLINVENTAR DER SCHACHTANLAGE ASSE II
STAND: JULI 2011

Rev.	Rev.-Stand Datum	UVST	Prüfer (Zeichn.)	Rev. Seite	Kat. (*)	Erläuterung der Revision

*) Kategorie R = redaktionelle Korrektur
Kategorie V = verdeutlichende Verbesserung
Kategorie S = substantielle Revision
mindestens bei der Kategorie S müssen Erläuterungen angegeben werden

Erkenntnisse des BfS zum Abfallinventar der Schachtanlage Asse II

Stand: Juli 2011

Fachbereich
Sicherheit nuklearer Entsorgung



Bundesamt für Strahlenschutz

KURZFASSUNG

Verfasser: [REDACTED]

Titel: Untersuchungen und Erkenntnisse des BfS zum Abfallinventar der Schachtanlage Asse II

Stand: 15.07.2011

Stichworte: Abfallinventar , Radionuklid, Recherche, chemotoxisch

Der vorliegende Bericht beschreibt den Sachstand zur Dokumentation und zum Inventar der radioaktiven Abfälle in der Schachtanlage Asse II Stand 07/2011. Die dargestellten Sachverhalte stützen sich in Teilen auf die Daten aus den Inventarberichten des ehemaligen Betreibers. Sie werden durch BfS-eigene Recherchen an den vorliegenden Primärdaten, den am 31.08.2010 von der AG Asse Inventar des HMGU vorgelegten Abschlussbericht und Untersuchungsergebnissen die im Auftrag des BfS durch den TÜV SÜD April 2011 erarbeitet wurden ergänzt. Zudem werden die dem BfS nach einer Archivsichtung vorliegenden Abfallunterlagen beschrieben. Zielstellung ist es genauere Kenntnisse über das Abfallinventar zu erlangen.

INHALTSVERZEICHNIS

KURZFASSUNG	2
INHALTSVERZEICHNIS	3
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	5
TABELLENVERZEICHNIS	6
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	7
1 VERANLASSUNG UND ZIELSTELLUNG	10
2 UNTERLAGEN ZUM ABFALLINVENTAR DER SCHACHTANLAGE ASSE II	11
3 GENEHMIGUNGEN / ANNAHMEBEDINGUNGEN	13
3.1 PHASEN 1 – 4 DER EINLAGERUNGEN (04/1967 – 7/1971)	13
3.2 „LANGZEITVERSUCHSEINLAGERUNGEN“ (11/1971 – 12/1978).....	15
3.3 MAW-EINLAGERUNGEN AUF DER 511-M-SOHLLE (8/1972 – 12/1977)	19
3.3.1 MAW-Annahmebedingungen der GSF	22
3.4 AUFBEWAHRUNGSGENEHMIGUNGEN FÜR KERNBRENNSTOFFE (§ 6 ATG)	23
4 SONDERBETRIEBSPLÄNE ZUR EINLAGERUNG RADIOAKTIVER ABFÄLLE	25
5 EINLAGERUNGSDOKUMENTE	27
5.1 FASSBÜCHER	28
5.2 FASSKARTEN.....	30
5.3 BEGLEITSCHNEINE	32
5.4 FRAGEBÖGEN	33
5.5 BEGLEITLISTEN	34
5.6 FRACHTBRIEFE	36
5.7 KERNBRENNSTOFFMELDUNGEN	37
6 KENNZEICHNUNGEN DER ABFALLGEBINDE	41

7	ABFALLDOKUMENTATIONEN BEI DEN ABFALLVERURSACHERN	42
8	ZEITLICHER ABLAUF DER EINLAGERUNG	43
9	ERKENNTNISSE AUS DEN RECHERCHEN	45
9.1	KLASSIFIZIERUNG RADIOAKTIVER ABFÄLLE	46
9.2	KAMMERSPEZIFISCHES INVENTAR.....	48
9.3	HERKUNFT DER ABFÄLLE.....	49
9.3.1	KKW-Abfälle	49
9.3.2	FZK-Abfälle.....	50
9.3.3	Abfälle aus Sammelstellen	50
9.4	MAW-INVENTAR	53
9.4.1	Erkenntnisse aus den TÜV-Untersuchungen 2008.....	53
9.4.2	Überprüfung der MAW-Einlagerungen im Hinblick auf Einhaltung der genehmigten Grenzwerte anhand des MAW-Fassbuches	54
9.4.3	MAW auf der 750-m-Sohle	57
9.5	KERNBRENNSTOFFE.....	57
9.5.1	Kernbrennstoffmeldungen	58
9.5.2	Vergleich von in der Schachanlage Asse II eingelagerten radioaktiven Abfällen mit der Kernbrennstoff- bzw. Kernmaterialdefinition gemäß AtG bzw. Euratom-Verordnung.....	61
9.5.3	Einzelbinde mit hohem Plutoniumgehalt.....	63
9.5.4	Ergebnisse der Überprüfung des Kernbrennstoffinventars.....	63
9.6	HOCHRADIOAKTIVE ABFÄLLE	64
9.7	INVENTAR IN DER KAMMER 4/750	66
10	SPEZIELLE ABFÄLLE	71
10.1	GRAPHITKUGELN - H-3- UND C-14-INVENTAR.....	71
10.2	TIERKADAVER	72
10.3	ASCHE AUS MENSCHLICHEN LEICHENTEILEN	72
10.4	BUNDESWEHRABFÄLLE.....	73
10.5	GEBINDE OHNE AKTIVITÄTSANGABEN / SÄUREHALTIGE ABFÄLLE.....	73
10.6	FLÜSSIGKEITEN IN ABFÄLLEN	74
10.7	ABFÄLLE MIT KRYPTON 85	74
11	SPEZIELLE VERPACKUNGEN.....	75

11.1	SONDERVERPACKUNGEN UND BLEIABSCHIRMUNGEN	75
11.2	SCHWERBETONABSCHIRMUNGEN (VBA-SB)	78
12	DATENBANK ASSEKAT	79
13	SCHLUSSFOLGERUNGEN / DISKUSSION	80
14	AUSBLICK (NOCH AUSZUGLEICHENDE KENNTNISDEFIZITE).....	84
14.1	MAW.....	84
14.2	LAW.....	84
14.3	FAKTENERHEBUNG.....	85
	LITERATUR.....	86

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1:	Behälter mit Kennung e) und f) aus den Annahmebedingungen für LAW von 1975.....	17
Abb. 2:	Abfalldokumente aus der Einlagerungszeit 1967 – 1978.	27
Abb. 3:	Auszug aus MAW-Fassbuch.....	29
Abb. 4:	Fasskarte KFK und Fasskarte des betrieblichen Strahlenschutzes der GSF zum selben Fass.....	31
Abb. 5:	Beispiel eines KFK-Begleitscheines für Einzelbinde und Auszug aus der Transportliste.	32
Abb. 6:	Beispiel eines Fragebogens.....	34
Abb. 7:	Beispiel für Begleitliste für schwachradioaktive Abfälle aus Annahmebedingungen von 1971	35
Abb. 8:	Frachtbrief	37
Abb. 9:	Kernbrennstoffmeldung und zugehöriger Materialbegleitschein.....	39
Abb. 10:	Die ersten vier Einlagerungsphasen	43
Abb. 11:	Einlagerungsphasen in die einzelnen Kammern.....	44
Abb. 12:	Anzahl der jährlich eingelagerten Abfallbinde.....	44
Abb. 13:	Klassifizierung radioaktiver Abfälle (Quelle: ODOJ 2009)	47
Abb. 14:	Abfallinventar, kammerspezifische Aktivitäten (logarithmisch skaliert)	48

Abb. 15: Abfallinventar, kammerspezifische Aktivitäten (linear skaliert)	49
Abb. 16: Interpretationsmöglichkeiten der Genehmigungssituation MAW	55

TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 1: Abfälle aus Sammelstellen.....	51
Tab. 2: Überschreitungen der zulässigen Maximalwerte (Aktivität und Dosisleistung am unabgeschirmten Behälter) lt. MAW Fassbucheintragung.....	56
Tab. 3: Kernbrennstoffmeldungen der KFA Jülich und der KWU	59
Tab. 4: Kernbrennstoffmeldungen (KBM) und Materialbegleitscheine (MBS) der GKF/KfK.	59
Tab. 5: Kernbrennstoffhaltige Abfallgebände.....	62
Tab. 6: Zusammensetzung der Abfälle in der Kammer 4/750	67
Tab. 7: Radionuklidspezifisches Aktivitätsinventar in Kammer 4/750.....	68
Tab. 8: Verteilung der eingelagerten AVR-Graphitkugeln auf die Einlagerungskammern	72
Tab. 9: Gebinde mit Zusatzabschirmungen aus Blei oder Stahl.....	76
Tab. 10: Sonderverpackungen und unverpackte Komponenten.....	77
Gesamtseitenzahl: 87	

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AB	Amersham Buchler
ADB	Abteilung Dekontaminationsbetriebe im Forschungszentrum Karlsruhe
AG	Aktiengesellschaft
AG-Asse	Arbeitsgruppe Asse
AGO	Arbeitsgruppe Optionenvergleich
Alkem	Alpha-Chemie und -Metallurgie
AtG	Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz)
AVK	Abfallflussverfolgungs- und Produktkontrollsystem
AVR	Arbeitsgemeinschaft Versuchsreaktor
BE	Brennelemente
BfS	Bundesamt für Strahlenschutz
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
Bq	Becquerel (Maßeinheit für Aktivität; Zerfall pro Sekunde)
Ci	Curie (alte Maßeinheit für Aktivität) (1 Ci = $37 \cdot 10^{10}$ Bq)
DIN	Deutsches Institut für Normung
DWR	Druckwasserreaktor
ERAM	Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben
ESK	Endlagersicherheitskommission
Euratom	Europäische Atomgemeinschaft
EVU	Energieversorgungsunternehmen
FRF	Forschungsreaktor Frankfurt
FZJ	Forschungszentrum Jülich
FZK	Forschungszentrum Karlsruhe (heute Karlsruher Institut für Technologie; KIT)
GFK	Gesellschaft für Kernforschung Karlsruhe (später KFK bzw. FZK)
GKSS	Gesellschaft für Kernenergieverwertung in Schiffbau und Schifffahrt mbH (heute Helmholtz-Zentrum Geesthacht (HZG))
GNS	Gesellschaft für Nuklearservice mbH

GSF	Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH (heute: Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt)
HAW	hochradioaktiver Abfall
HDB	Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe der WAK GmbH (früher ADB bei GFK/KFK)
HMGU	Helmholtz Zentrum München - Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt (früher GSF)
HMI	Hahn-Meitner-Institut Berlin (heute: Helmholtz Zentrum Berlin)
HZB	Helmholtz Zentrum Berlin (früher: HMI)
IAEA	International Atomic Energy Agency
ID-Nr.	Identifikationsnummer
ISS	Institut für Strahlenschutz der GSF mbH
ISTec	Institut für Sicherheitstechnik GmbH
KBM	Kernbrennstoffmeldung
KFA	Kernforschungsanlage Jülich (heute: FZJ)
KFK	Kernforschungsanlage Karlsruhe (später FZK heute KIT)
KKS	Kernkraftwerk Stade
KKW	Kernkraftwerk
KRB	Kernkraftwerk Gundremmingen
KRT	Kernreaktorteile GmbH, Großwelzheim
KWU	Kraftwerk Union
KWW	Kernkraftwerk Würgassen
LAW	schwachradioaktiver Abfall
LBEG	Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie
MAW	mittelradioaktiver Abfall
MBS	Materialbegleitschein
MP	Mess- und Prüfstelle Kassel
NB	Normalbeton
NMU	Niedersächsisches Ministerium für Umwelt und Klimaschutz
ODL	Ortsdosisleistung (Einheit Sv/h)
PB	Präsidialbereich des BfS
PE	Polyethylen

PFV	Planfeststellungsverfahren
PG	Projektgruppe
PTB	Physikalisch-Technische Bundesanstalt
PUA	Parlamentarischer Untersuchungsausschuss
RBU	Reaktor-Brennelemente Union
rem	Frühere Maßeinheit der Äquivalenzdosis für biologische Wirkung (1 Rem = 0,01 Sv)
RN	Radionuklid
SB	Schwerbeton
SBPL	Sonderbetriebsplan
SSB	Strahlenschutzbeauftragter
SSK	Strahlenschutzkommission
SSV	Strahlenschutzverantwortlicher
StrlSchV	Strahlenschutzverordnung
Sv	Sievert: Maßeinheit der Äquivalenzdosis für biologische Wirkung
SWR	Siedewasserreaktor
Th-nat	Thorium mit natürlicher Isotopenzusammensetzung
TN	Transnuklear
TU	Technische Universität
TÜV NORD EnSys	Technischer Überwachungsverein Abteilung Energie- und Systemtechnik Hannover
TÜV SÜD	TÜV SÜD Industrie Service GmbH München
U-nat	Uran mit natürlicher Isotopenzusammensetzung
VAK	Versuchsatomkraftwerk Kahl
VBA	Verlorene Betonabschirmung
VDK	Verdampferkonzentrat
WAK	Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe

1 VERANLASSUNG UND ZIELSTELLUNG

Seit 01.01.2009 ist das BfS verantwortlich für den Betrieb und die Stilllegung der Schachtanlage Asse II. Nach § 57b AtG ist die Schachtanlage Asse II unverzüglich stillzulegen. Die in Frage kommenden Stilllegungsoptionen wurden untersucht. Als Ergebnis des 2009 durchgeführten Optionenvergleichs wurde entschieden, die Planungen für die Rückholung der gesamten Abfälle aus der Schachtanlage Asse II bis zur Ausführungsreife voranzutreiben. Im Hinblick auf den zu erstellenden Langzeitsicherheitsnachweis und die mögliche Rückholung aller oder eines Teiles der Abfälle ist die möglichst genaue Kenntnis über das Abfallinventar notwendig.

Eine Überarbeitung der Datenbank ASSEKAT mit den bis Ende 2009 vorliegenden neuen Erkenntnissen zum Abfallinventar wurde im Auftrag des BfS am 28.02.2010 fertig gestellt (GERSTMANN 2010).

Einen weiteren Beitrag über die radioaktiven Abfälle in der Schachtanlage Asse II liefert der Abschlussbericht der AG Asse Inventar, der von HMGU am 31.08.2010 fertig gestellt wurde (HMGU 2010).

Zwischenzeitlich wurden und werden weitere Recherchen durch das BfS zum Abfallinventar der Schachtanlage Asse II durchgeführt. Zielstellung ist einen für die Arbeiten des BfS ausreichenden und möglichst vollständigen Überblick über die eingelagerten radionuklidspezifischen Inventare, die stoffliche Zusammensetzung des Abfalls, die Verteilung des Abfalls auf die Einlagerungskammern und eingelagerte Begleitstoffe zu erhalten. Erste Ergebnisse von Inventarüberprüfungen zum Thema Kernbrennstoffe wurden vom TÜV SÜD im April 2011 vorgelegt (TÜV-SÜD 2011).

Im vorliegenden Bericht sind die bis dahin vorliegenden und die mittlerweile erlangten Kenntnisse des BfS zusammengetragen worden.

Die Einlagerung der radioaktiven Abfälle in die Schachtanlage Asse II erfolgte von 1967 bis 1978. Die Angaben aus den Einlagerungsdokumenten, die der GSF vorlagen, entsprechen in keiner Weise den heutigen Anforderungen. Es ist anzumerken, dass eine Nachdeklaration von Radionukliden allein auf der Grundlage von Recherchen bei heute noch existierenden Abfallverursachern, Literaturrecherchen und Plausibilitätsprüfungen schwierig und kompliziert ist.

Aus diesem Grund soll im vorliegenden Bericht auch dargestellt werden, auf welchen Grundlagen und wie die Abfalldokumentation der eingelagerten radioaktiven Abfälle erfolgte. Die Genehmigungsunterlagen, die Annahmebedingungen und die Einlagerungsdokumente werden näher beschrieben.

2 UNTERLAGEN ZUM ABFALLINVENTAR DER SCHACHTANLAGE ASSE II

Im Hinblick auf die Erarbeitung eines Sicherheitsberichtes zur Stilllegung der Schachtanlage Asse II hat der ehemalige Betreiber bereits Inventarermittlungen durchgeführt und Abfalldaten zusammengetragen. Diese Daten sind im Wesentlichen in folgenden Berichten enthalten:

- GSF (2000): Erstellung einer Datenbank zur Aktualisierung des Radionuklidinventars im Forschungsbergwerk Asse [REDACTED]
- GSF (2001): Bestimmung der stofflichen Hauptbestandteile [REDACTED]
- GSF (2002a): Inventar chemischer und chemotoxischer Stoffe von radioaktiven Abfällen in der Schachtanlage Asse II [REDACTED]
- GSF (2002b): Bestimmung des nuklidspezifischen Aktivitätsinventars [REDACTED]
- GSF (2003): Abschätzung der Massen von in der Schachtanlage Asse II außerhalb der Einlagerungskammern verbleibenden Baustoffe und Materialien [REDACTED]
- GSF (2004): Bestimmung des Inventars an chemischen und chemotoxischen Stoffen in den eingelagerten radioaktiven Abfällen [REDACTED]
- GSF (2005): Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle [REDACTED]

Der zuletzt genannte Bericht (GSF 2005) wurde 2009 von der Asse GmbH im Auftrag des BfS überarbeitet. Der Bericht ist in der überarbeiteten Form (BfS 2009) als Genehmigungsunterlage in die Genehmigung nach §7 StrlSchV eingegangen, die im Juli 2010 dem BfS durch das NMU erteilt wurde.

Zwei Berichte haben eine Prüfung der vorliegenden Inventarangaben zum Thema. Im Rahmen einer Statusüberprüfung durch das niedersächsische Ministerium für Umwelt und Klimaschutz (NMU) wurden 2008 folgende Berichte erstellt.

- TÜV (2008): Gutachtliche Stellungnahme zum Ist-Zustand des Betriebes hinsichtlich der strahlenschutzrelevanten Aspekte und zum vorhandenen radioaktiven Inventar
- NMU (2008): 1. Statusbericht des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt und Klimaschutz über die Schachtanlage Asse II vom 01.09.2008

Eine Überarbeitung der Datenbank ASSEKAT mit Berücksichtigung der neuen Erkenntnisse aus dem Jahr 2009 im Auftrag des BfS wurde im Februar 2010 fertig gestellt.

- GERSTMANN (2010): Beratung und Unterstützung bei der Fortentwicklung und Programmdokumentation der Datenbank ASSEKAT

Einen weiteren Beitrag über die radioaktiven Abfälle in der Schachtanlage Asse II liefert der Abschlussbericht der AG-Asse Inventar, der von HMGU am 31.08.2010 fertig gestellt wurde.

- HMGU (2010): AG Asse Inventar – Abschlussbericht

Der TÜV SÜD führt im Auftrag des BfS eine Überprüfung des Abfallinventars durch. Erste Ergebnisse zum Kernbrennstoffinventar lagen im April 2011 vor:

- TÜV-SÜD (2011): Bericht zur Überprüfung des Abfallinventars Überprüfung der Kernbrennstoffdaten Teil A und B

Im Rahmen der Arbeiten zum Abfallinventar hat das BfS Recherchen in den verschiedenen Archiven der Schachanlage Asse durchführen lassen. Ein großer Teil der originalen Abfallunterlagen insbesondere aus dem Hauptarchiv der Schachanlage Asse II wurde im September 2009 von der Asse GmbH dem Parlamentarischen Untersuchungsausschuss des Landes Niedersachsen (PUA Niedersachsen) zur Verfügung gestellt. Für die Recherchearbeiten standen digitale Datensätze dieser Unterlagen zur Verfügung.

Ein wesentliches Ergebnis der Recherche war, dass die wichtigsten Unterlagen zur Dokumentation über die Einlagerung der radioaktiven Abfälle im Hauptarchiv der Schachanlage Asse II aufbewahrt werden.

Die Unterlagen lassen sich in drei Kategorien unterscheiden:

1. Genehmigungsanträge und Genehmigungen sowie Annahmebedingungen.
2. Die Einlagerungsdokumente, die als Begleitpapiere mit den Abfällen angeliefert wurden, und die Fassbücher der Schachanlage Asse.
3. Sonderbetriebspläne, die zum Zeitpunkt der Einlagerungen und danach die Maßnahmen in und an den Einlagerungskammern beschreiben.

In der Zeit nach den Einlagerungen erfolgten vom Betreiber regelmäßige Bestandsmeldungen über das Radionuklidinventar an das Bergamt. Grundlage ist die Strahlenschutzverordnung, in der geregelt ist, dass der Bestand an radioaktiven Stoffen mit Halbwertszeiten von mehr als 100 Tagen am Ende jedes Kalenderjahres innerhalb eines Monats der Genehmigungsbehörde mitzuteilen ist. Im Rahmen der hierfür erforderlichen Bestandsermittlungen wurde am 05.11.1979 eine erste Inventarermittlung durchgeführt (STIPPLER 1979).

3 GENEHMIGUNGEN / ANNAHMEBEDINGUNGEN

3.1 PHASEN 1 – 4 DER EINLAGERUNGEN (04/1967 – 7/1971)

Die Annahmebedingungen für die einzulagernden radioaktiven Abfälle in der Anfangszeit der Einlagerung gehen aus den jeweiligen Genehmigungen des Bergamtes hervor (s. Anlagen 1 – 4). Eine Beschreibung der Abfälle deren Einlagerung geplant wurde ist in den jeweiligen Anträgen der GSF an das Bergamt enthalten. Folgende Anträge bzw. Genehmigungen aus dieser Zeit liegen beim BfS vor:

- Antrag der GSF an das Bergamt Wolfenbüttel vom 18.11.1966; Genehmigung des Bergamtes vom 22.03.1967 über die Einlagerung von max. 1.700 Gebinden mit einer Gesamtaktivität von ca. 20 Ci ($7,4 \cdot 10^{11}$ Bq).
- Antrag der GSF an das Bergamt Wolfenbüttel vom 21.06.1967 (2. Phase „Versuchseinlagerung“); Genehmigung des Bergamtes vom 21.09.1967 (2. Phase) zur Einlagerung von 3.000 Gebinden (ohne Angabe einer Gesamtaktivität).
- Antrag der GSF an das Bergamt Wolfenbüttel vom 31.07.1967 (3. Phase „Versuchseinlagerung“); Genehmigung des Bergamtes vom 24.04.1969 (3. Phase) zur Einlagerung von 3.000 Gebinden (ohne Angabe einer Gesamtaktivität).
- Antrag der GSF an das Bergamt Goslar vom 08.06.1970 (4. Phase „Versuchseinlagerung“); Genehmigung des Bergamtes vom 28.10.1970 (4. Phase) zur Einlagerung von 4.000 Gebinden (ohne Angabe einer Gesamtaktivität).

Abfallkategorisierung

In den Abfallbeschreibungen der von der GSF zwischen November 1966 und Juni 1970 gestellten Anträge für die ersten Einlagerungsgenehmigungen werden immer drei verschiedene Abfallkategorien unterschieden. Es handelt sich um betonierete bzw. bitumenfixierte Verdampferkonzentrate (A), paketierte feste Abfälle (B) und Fällschlämme oder betonierete feste Abfälle (C). Diese wurden als Abfallarten A, B und C in den entsprechenden ersten vier Genehmigungen des Bergamtes aufgenommen.

Die Verdampferkonzentrate (A) werden als schwach alkalische Konzentrate von Laborwässern und Regenerierwässern von Ionenaustauschern beschrieben, die in Beton bzw. Bitumen fixiert sind.

Bei den paketierten Abfällen (B) handelt es sich laut Beschreibung um Gebrauchsgegenstände aus Stahlblech, Kunststoffrohre und kontaminierte Blechteile, die in Stahlblechtonnen verpackt und mit Zementbrei fixiert sind.

Die Fällschlämme (C) werden als filtrierte Fällschlämme aus der chemischen Wasseraufbereitung bezeichnet. Erst im 2. und 3. Antrag vom 21.06.1967 und 31.07.1967 werden die Fällschlämme als betonfixiert beschrieben. Für die vierte Einlagerungsphase werden als dritte Abfallkategorie (C) betonierete feste Abfälle aus Bauschutt von Dekontaminationseinsätzen angegeben.

Genauere Angaben über die chemische bzw. radiochemische Zusammensetzung der Abfälle werden nicht gemacht. In den Genehmigungen werden jedoch Grundanforderungen an die radioaktiven Abfälle gestellt: Die Abfälle sollten nicht gär- und faulfähig sein, keine heftigen chemischen Reaktionen erwarten lassen und frei von selbstentzündlichen Stoffen sein. Zudem sollte der Inhalt der Gebinde keine Korrosion von innen her bewirken und frei von flüchtigen Nukliden sein.

Behälter

Als Behälter wurden in den ersten vier Genehmigungen 200-l-Rollreifenfässer und 200-l-Blechtrommeln vorgeschrieben. Die erste Genehmigung vom 22.03.1967 legt zudem konkret fest, welche Abfallkategorien in welchen Behältern anzuliefern sind (fixierte Verdampferkonzentrate bzw. Fällschlämme (Abfälle der Kategorie A und C) in Rollreifenfässern und paketierte Abfälle (B) in Blechtrommeln).

Aktivität und Dosisleistung

In allen Einlagerungsgenehmigungen des Bergamtes sind Einschränkungen hinsichtlich der Aktivität, der Dosisleistung und der Fassanzahl der einzulagernden Abfälle enthalten.

Die Aktivität wurde in der ersten Einlagerungsgenehmigung vom 22.03.1967 für die beton- und bitumenfixierten Verdampferkonzentrate auf 20 – 25 mCi ($7,4 \cdot 10^8$ – $9,25 \cdot 10^8$ Bq) je Gebinde beschränkt. Paketierte Abfälle durften eine Aktivität von 10 mCi ($3,7 \cdot 10^8$ Bq) je Fass nicht überschreiten, wohingegen die Fällschlämme auf 1 mCi ($3,7 \cdot 10^7$ Bq) je Gebinde beschränkt waren. In den späteren Genehmigungen wurden die maximalen Aktivitäten für fixierte Abfälle auf 20 mCi ($7,4 \cdot 10^8$ Bq) je Gebinde begrenzt.

Die Dosisleistung wurde in den ersten vier Genehmigungen für die Abfallkategorien A und B (fixierte Verdampferkonzentrate bzw. paketierte Abfälle) auf maximal 200 mR/h (2 mSv/h) in 10 cm Abstand festgelegt. Für die Kategorie C, die zunächst für Fällschlämme und später für betonfixierte feste Abfälle galt, wurde die Dosisleistung zunächst auf 5 mR/h (0,05 mSv/h) für Fällschlämme festgelegt und in der 4. Genehmigung vom 28.10.1970 auf 200 mR/h (2 mSv/h) für die betonfixierten festen Abfälle angehoben.

In der 4. Einlagerungsgenehmigung vom 28.10.1970 war der Zusatz enthalten, dass für sogenannte „Einzelfälle“ eine Dosisleistung von maximal 1000 mR/h (10 mSv/h) zulässig sei. Der Anteil dieser Gebinde durfte jedoch 10% nicht überschreiten.

Nebenbestimmungen in den Genehmigungen

Unter Punkt C werden in allen vier Genehmigungen umfangreiche Nebenbestimmungen zum Einlagerungsvorgang genannt.

In den ersten drei Genehmigungen erging die Auflage, dass von jedem einzulagernden Gebinde eine Kartei zu führen ist. In der vierten Genehmigung von 28.10.1970 wird stattdessen die Vorlage eines Sonderbetriebsplanes gefordert, der Angaben über den Einlagerungsvorgang und die Bewetterung enthält.

Jedes Gebinde war bei Anlieferung mittels Wischtest auf Dichtigkeit zu prüfen und bei Undichtigkeit waren entsprechende Erstmaßnahmen (Einstellen in einen immer bereitstehenden wasserdichten Behälter) zu treffen. Gemäß den beiden ersten Genehmigungen vom 22.03.1967 und 21.09.1967 waren zudem 2 Jahre nach dem Aufstellen 50% aller Gebinde einem nochmaligen Wischtest zu unterziehen. Der nach 2 Jahren zu wiederholende Wischtest entfiel in den Genehmigungen für die 3. und 4. Phase. Mit Beginn der liegenden Einlagerung in Kammer 1/750, die ohne begehbare Zwischenräume zwischen den Fassstapeln erfolgte, war diese Bestimmung ab 1969 nicht mehr realisierbar.

Weitere Nebenbestimmungen betrafen u. a. die Wetterführung (Sonderbewetterung der Einlagerungskammer), die Umgebungsüberwachung (Boden- und Grundwasseruntersuchungen), Dosimeterpflicht und Kontaminationskontrollen des Personals zu Beginn und zum Ende einer Schicht.

3.2 „LANGZEITVERSUCHSEINLAGERUNGEN“ (11/1971 – 12/1978)

Im Rahmen der „Langzeitversuchseinlagerungen“ sind von der GSF insgesamt zwei Genehmigungen beantragt worden. Diese hatten je vier Nachträge (Anlagen 5 – 14):

- Antrag der GSF an das Bergamt Goslar vom 05.04.1971. Genehmigung des Bergamtes Goslar vom 27.07.1971 über die Einlagerung von 31.000 Gebinden mit max. 40.000 Ci ($1,48 \cdot 10^{15}$ Bq) Gesamtaktivität im jüngeren Steinsalz auf der 750-m-Sohle (Befristet bis 31.12.1975).
 - GSF-Antrag zum ersten Nachtrag vom 09.04.1973. Erster Nachtrag des Bergamtes Goslar vom 17.05.1973 zur Genehmigung vom 27.07.1971 (Erhöhung der Gesamtaktivität auf 52.000 Ci ($1,924 \cdot 10^{15}$ Bq) zur Einlagerung von 600 Gebinden mit verlorenen Betonabschirmungen auf der 750m-Sohle)
 - GSF-Antrag zum zweiten Nachtrag vom 11.12.1973. Zweiter Nachtrag des Bergamtes Goslar vom 18.04.1974 zur Genehmigung vom 27.07.1971 (Erhöhung der Gesamtzahl von 31.000 auf 56.000 Gebinde ohne weitere Erhöhung der Gesamtaktivität)
 - GSF-Antrag vom 28.04.1975. Irrtümlich als erster Nachtrag bezeichneter dritter Nachtrag des Bergamtes Goslar vom 4.10.1975 zur Genehmigung vom 27.07.1971 (Genehmigung zur Einlagerung im älteren Steinsalz auf der 725m-Sohle)
 - GSF-Antrag vom 06.11.1975. Irrtümlich als dritter Nachtrag bezeichneter vierter Nachtrag des Bergamtes Goslar vom 17.11.1975 zur Genehmigung vom 27.07.1971 (Genehmigung zur Einlagerung von 750 Gebinden mit Polystyrol-Polydivinyl als Fixierungsstoff auf der 725m- und der 750m-Sohle)
- Antrag der GSF an das Bergamt Goslar vom 17.11.1975. Genehmigung des Bergamtes Goslar vom 29.12.1975 über die Einlagerung von weiteren 100.000 Gebinden mit einer Gesamtaktivität von 250.000 Ci ($9,25 \cdot 10^{15}$ Bq) in der 750m-Sohle im jüngeren Steinsalz und der 725m-Sohle im älteren Steinsalz (Gültig bis 31.12.1978).
 - Erster Nachtrag des Bergamtes Goslar vom 09.07.1976 zur Genehmigung vom 29.12.1975 anlässlich eines GSF-Antrages vom 01.06.1976 (Einlagerung von 109 VBA-Gebinden mit älteren GFK-Abfällen mit erhöhten Ortsdosisleistungen an der Oberfläche der Verlorenen Betonabschirmungen. Es wurden 44 hiervon genehmigt.)
 - Zweiter Nachtrag des Bergamtes Goslar vom 30.08.1976 zur Genehmigung vom 29.12.1975 ohne Bezug auf einen bestimmten Antrag (Einlagerung von radioaktiven Abfällen in Sonderverpackungen und Zulassung der Überschreitung der festgelegten Ortsdosisleistungen an der Oberfläche von Abfallgebinden mit Verlorenen Betonabschirmungen in unabweisbar erscheinenden Einzelfällen nach Zustimmung des Bergamtes.)
 - GSF-Antrag zum dritten Nachtrag vom 17.09.1976 und dritter Nachtrag des Bergamtes Goslar vom 24.09.1976 zur Genehmigung vom 29.12.1975 (Ausdehnung der Einlagerungen auf Kammern im älteren Steinsalz auf der 750m-Sohle)
 - Vierter Nachtrag des Bergamtes Goslar vom 27.02.1978 zur Genehmigung vom 29.12.1975 anlässlich eines GSF-Schreibens vom 25.07.1977 (Erhöhung der Deckungsvorsorge auf 100 Mio. DM)

Die Spezifizierungen von Abfallgruppen, Behältern und Aktivität sowie Ortsdosisleistung an der Ober-

fläche der Gebinde in den Antragsschreiben zu den beiden Hauptgenehmigungen für die „Langzeitversuchseinlagerungen“ wurden Bestandteil der jeweiligen Genehmigungen. Sie sind in den im Juli 1971 formulierten und 1975 in nochmals geänderten Annahmebedingungen für die Lagerung von schwachaktiven Abfällen in Salzbergwerk Asse beschrieben (GSF 1971, 1975). Die Annahmebedingungen von 1975 wurden als Anlage I zum GSF-Antrag vom 17.11.1975 in die Genehmigung vom 29.12.1975 (Anlage 10) aufgenommen.

Abfallkategorisierung

1971 wurde eine Kategorisierung in drei Abfallgruppen vorgenommen, die sich von denen aus den ersten vier Einlagerungsphasen unterschied und die zudem 1975 nochmals modifiziert wurde.

Bei den Kategorien A und B wurde 1971 zwischen festen trockenen Abfällen mit lose anhaftender Aktivität wie Papier aber auch getrocknete Verdampferrückstände (Kategorie A) und trockenen Abfällen mit fest anhaftender Aktivität wie beispielsweise aktivierte Metallteile (Kategorie B) unterschieden.

In den Annahmebedingungen von 1975 wird demgegenüber bei den ersten beiden Kategorien zwischen festen trockenen Abfällen ohne Behandlung in beliebiger Form (Kategorie A) und festen trockenen Abfällen in dicht schließenden formstabilen Innenbehältern aus Blech oder Kunststoff mit einem Maximalvolumen von 30 l (Kategorie B) unterschieden. Für die Kategorie A galt die Einschränkung, dass es sich bei den Abfällen nicht um Pulver, Granulate oder lösliche Produkte aus der Abwasserdekontamination handelt. Die formstabilen Innenbehälter der Abfälle aus Kategorie B waren lt. Annahmebedingungen von 1975 mit einem Bindemittel (z.B. Beton oder Bitumen) zu fixieren.

Bei Abfällen der Kategorie C gab es in den Annahmebedingungen von 1971 und 1975 keine Unterscheidungen. Bei diesen handelte es sich um Pulver, Granulate, Verdampferrückstände sowie formbeständige Abfälle mit fest anhaftender Aktivität, die in einem geeigneten Bindemittel (Bitumen oder Beton) fixiert wurden.

Behälter

In den Annahmebedingungen für LAW von 1971 wurden fünf verschiedene 200 l-Fässer mit den Bezeichnungen a) bis e) unterschieden. Behälter der Bezeichnung a) bestanden aus einfachen Blechtrommeln ohne Wandungsstruktur, wohingegen für den Behälter b) das Rollsickenfass nach DIN 6637 definiert wurde. Als Behälter c) wurden Blechtrommeln mit innerer Betonauskleidung (Betonstärke mind. 5 cm) vorgegeben. Mit d) und e) sind Rollreifentässer nach DIN 6635 und 6636 definiert, die entsprechend der Bedingungen als e) in der schweren Ausführung mit abschraubbarem Deckel und Winkelring zu Einsatz kommen sollten. In Ausnahmefällen wurden Behälter mit einem Volumen von 400 l zugelassen.

Die Annahmebedingungen für LAW von 1975 unterschieden zwischen sechs Behälterausführungen a) bis f). Mit dem Kennbuchstaben a) wurden Rollsickenfässer und Blechtrommeln in der 200-l-Ausführung zusammengefasst. Die 400-l-Ausführungen der vorgenannten Fässer wurden als Behälter mit Kennbuchstaben b) bezeichnet. Mit den Kennbuchstaben c) und d) waren Blechtrommeln und Rollsickenfässer mit innerer Betonauskleidung (5 cm bei 200 l und 7,5 cm bei 400 l Volumen) oder Rollreifentässer mit einer Wandstärke von mind. 1,5 mm bezeichnet. Abgesehen von dem 400-l-Fass, das 1975 als Regelfall aufgenommen wurde, entsprachen die o.b. Behälter auch denen der Genehmigung für LAW von 1971.

Darüber hinaus wurden in den Annahmebedingungen von 1975 Behälter mit verstärkter Abschirmung aufgenommen: Der Kennbuchstabe e) steht für eine Abschirmung die dadurch erreicht wurde, dass ein 200-l-Fass zentrisch in einem 400-l-Fass eingesetzt und der Ringraum mit Beton vergossen war. Mit der Behälterkennung f) wurden armierte Betonabschirmungen bezeichnet, in die ein 200-l-Stahlfass

eingesetzt wurde (Verlorene Betonabschirmung VBA). Den Aufbau derartiger Behälter zeigt die Abbildung 1.

Die Masse der Behälter mit der Kennung a) bis e) war auf 1,25 t und die der VBA (Kennung f)) auf 5 t begrenzt.

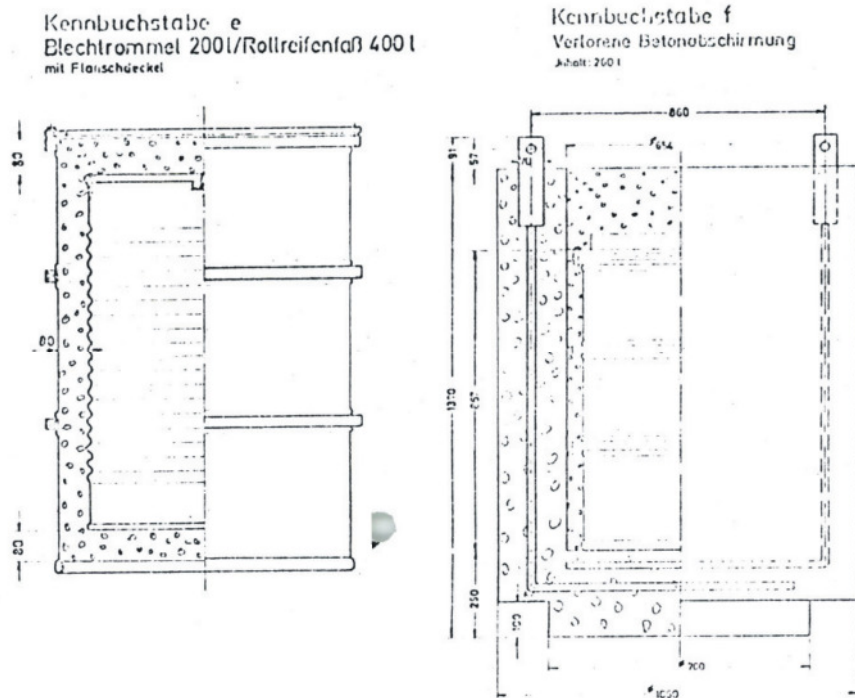


Abb. 1: Behälter mit Kennung e) und f) aus den Annahmebedingungen für LAW von 1975.

Sperrige Abfälle in Sonderverpackungen, die nicht in das Maximalvolumen von 400 l passten, waren nach vorheriger Rücksprache zulässig. Die Größe war jedoch auf 2x1x3,5 m und das Gewicht auf max. 9,8 t begrenzt.

Die noch nach Annahmebedingungen von 1971 zulässige Einlagerung von radioaktiven Abfällen in einfachen Blechtrommeln mit verschraubten Spannringen wurde 1975 für Abfälle der Kategorie A (feste trockene Abfälle ohne Behandlung) und der Kategorie B (trockene Abfälle in dicht verschließbaren Innenbehältern) untersagt. Es durften nur noch mit geeigneten Bindemitteln (Bitumen oder Beton) fixierte Abfälle in Fässern mit verschraubtem Spannringdeckel eingelagert werden.

Aktivität und Dosisleistung

Die Aktivität wurde in den Annahmebedingungen für LAW von 1971 auf max. 5 Ci ($1,85 \cdot 10^{11}$ Bq) je Gebinde beschränkt. Die Anlieferung von radioaktiven Abfällen ohne Behandlung bzw. fixierte radioaktive Abfälle der Kategorien A – C in einfachen Blechtrommeln oder Rollreifenfässern die mit Material konditioniert wurden, das in Wasser oder in Lauge löslich ist, war offensichtlich nicht zulässig. In den Annahmebedingungen für LAW von 1971 wird als zulässige Aktivität in der Tabelle für entsprechende Abfälle „0 Ci“ aufgeführt.

Für unbehandelte Abfälle der Kategorie A (feste Abfälle mit lose anhaftender Aktivität), die in Blechtrommeln bzw. Rollreifensässern mit Betonauskleidung oder in einfachen Behältern in Beton eingebettet angeliefert wurden, waren geringe Aktivitäten von 0,2 Ci ($7,4 \cdot 10^9$ Bq) zugelassen. Bemerkenswert ist, dass die Einlagerung von radioaktiven Abfällen, die mit in Wasser oder Salzlauge löslichen Materialien fixiert waren, in Blechtrommeln bzw. Rollreifensässern mit Betonauskleidung bis zu einer Aktivität von 1 Ci ($3,7 \cdot 10^{10}$ Bq) zulässig war (Abfallkategorie C, Gruppe 1).

In den Annahmebedingungen für LAW von 1975 wurde bei den Aktivitätsbegrenzungen zwischen alpha-Aktivität und beta- bzw. gamma-Aktivität unterschieden. Die alpha-Aktivität wurde zwischen 0,001 Ci ($3,7 \cdot 10^7$ Bq) für feste trockene Abfälle (Kat A) in Fässern mit Betonauskleidung oder einfachen Fässern mit Flanschdeckel und max. 10 Ci ($3,7 \cdot 10^{11}$ Bq) für fixierte Schlämme oder Verdampferkonzentrate (Kat. C) in VBA-Gebinden beschränkt. Die Begrenzung der beta/gamma-Aktivität lag in den vorgenannten Gebinden zwischen 0,1 Ci ($3,7 \cdot 10^9$ Bq; Kat. A Fässer mit Auskleidung oder Flanschdeckel) und max. 25 Ci ($9,25 \cdot 10^{11}$ Bq; Kat. C in den VBA-Gebinden).

Die in der Genehmigung vom 29.12.1975 zulässigen Aktivitätskonzentration der alpha-Aktivitäten in den beton/bitumenfixierten Abfällen der Kategorie C galten nur bis zum 30.06.1977. Es wurden vom Betreiber u.a. Vorschläge über die Begrenzung der alpha-Aktivitäten in den einzelnen Gebinden und im Asse-Bergwerk insgesamt gefordert.

Für die Ortsdosisleistung an der Oberfläche der Gebinde galten in beiden Annahmebedingungen für LAW von 1971 und 1975 wie bereits in der 4. Versuchsphase Beschränkungen bis 1000 mrem/h (10 mSv/h). Gemäß den Genehmigungen des Bergamtes war der Maximalwert jedoch nur bei 10% der Gebinde zulässig.

Bereits in den Annahmebedingungen für LAW von 1971 wurden Dosisleistungskategorien eingeführt, nach denen die Gebinde zu kennzeichnen waren. Für eine ODL bis zu 100 mrem/h (1 mSv/h) war keine, für > 100 bis zu 200 mrem/h (> 1 - 2 mSv/h) eine gelbe und für > 200 – 1000 mrem/h (> 2 - 10 mSv/h) eine rote Kennzeichnung vorgeschrieben. Die maximal zulässige Dosisleistung in 1 m Abstand war für die niedrigen Kategorien (bis 200 mrem/h ODL) auf 10 mrem/h (0,1 mSv/h) und für die höheren Kategorien auf 50 mrem/h (0,5 mSv/h) festgelegt. Die Festlegungen erfolgten in Anlehnung an den damaligen neuen Entwurf der IAEA-Transportrichtlinien.

In den Annahmebedingungen für LAW von 1975 wurden die Dosisleistungskategorien auf vier Stufen verfeinert. Hierbei war bei einer ODL bis 100 mrem/h (1 mSv/h) keine, > 100 bis 200 mrem/h (> 1 – 2 mSv/h) eine grüne, > 200 bis 500 mrem/h (> 2 - 5 mSv/h) eine blaue und > 500 bis 1000 mrem/h (> 5 - 10 mSv/h) eine rote Kennzeichnung vorgeschrieben. Die Dosisleistung in 1 m Abstand zum Gebinde war auf 10 mrem/h (0,1 mSv/h) für die beiden niedrigeren und auf 50 mrem/h (0,5 mSv/h) für die beiden höheren Kategorien beschränkt.

In den Annahmebedingungen für LAW von 1971 und 1975 gab es eine Sonderregelung für umschlossene Strahlenquellen, die eine Überschreitung der zulässigen Aktivitäten je Gebinde zuließ, sofern die Dosisleistungswerte an der Oberfläche der Gebinde eingehalten werden.

Begrenzungen für bestimmte Radionuklide

In den Annahmebedingungen für LAW von 1971 und 1975 sind Begrenzungen für bestimmte Radionuklide enthalten, die auch in die Genehmigungen aufgenommen wurden.

So wurde der Gehalt an Kernbrennstoffen (U-235, U-233, Pu-239 und Pu-241) je 200 l-Gebinde auf kleiner 15 g festgelegt.

Die Einlagerung von radiumhaltigen Abfallstoffen (Ra-226 und Ra-228) wurde nur zusammen mit geeigneten Adsorptionsmitteln (Aktivkohle oder Torf) in einem geeigneten Rollreifensässer zugelassen. Ab

0,01 Ci ($3,7 \cdot 10^8$ Bq) pro Fass war das Ra-haltige Material in dicht verlöteten Metallinnenbehältern mit Adsorptionsmittel umgeben einzulagern. Radiumhaltige Abfälle waren auf dem äußeren Behälter mit "Ra" zu kennzeichnen.

Tritiumhaltige Abfälle durften nur bis zu einer Aktivität von 0,01 Ci ($3,7 \cdot 10^8$ Bq) je Gebinde angeliefert werden. Die Einlagerung von Abfällen mit höherem Tritiumgehalt durfte lt. Annahmebedingungen für LAW von 1971 nur im Einvernehmen mit dem Bergamt und mit entsprechender Aufschrift erfolgen. Diese Regelung bzgl. eines höheren Tritiumgehaltes ist in den Annahmebedingungen von 1975 nicht mehr enthalten.

Ab 1975 wurden demgegenüber die Bedingungen für die Annahme von thoriumhaltigen Abfällen geregelt. Diese waren wie die radiumhaltigen Abfälle zusammen mit Adsorptionsmittel einzulagern. Die Gebinde waren außen mit "Th" zu kennzeichnen.

Nebenbestimmungen in den Genehmigungen

In den Nebenbestimmungen der Genehmigungen für die Langzeitversuchseinlagerungen wurden neben den üblichen Belangen, die den betrieblichen Strahlenschutz betrafen (Sonderbewetterung der Einlagerungskammer, Dosimeterpflicht und Kontaminationskontrollen zu Beginn und zum Ende einer Schicht etc.), Auflagen zum Einlagerungsvorgang gemacht.

So war lt. Genehmigung vom 27.07.1971 ein Sonderbetriebsplan vorzulegen, in dem neben der Beschreibung des Einlagerungsvorganges und der Bewetterung zusätzlich Angaben über die Ausrüstung der Gruben- und Strahlenschutzwehr zu treffen waren. Die Herrichtung jeder Einlagerungskammer war anzuzeigen.

Die Genehmigung vom 29.12.1975 enthält unter den Punkten 6.1 – 6.3 Auflagen die den Abschluss der Einlagerungsvorgänge betreffen. So waren die Einlagerungskammern ab 1975 bis unter die Firste mit Salz zu verfüllen und die Kammerzugänge nach Füllung qualifiziert zu verschließen. Einzelheiten zu den Kammerverschlüssen waren betriebsplanmäßig zu regeln, d.h. in Sonderbetriebsplänen darzustellen und zu beantragen.

In den Nebenbestimmungen beider Genehmigungen wurden stichprobenartige Wischtests vorgeschrieben. Es waren 10% der Gebinde zu erfassen. Bei Feststellung einer Kontamination waren solche Gebinde zu kennzeichnen und „mit der geringst möglichen Sekundärkontamination an betrieblichen Einrichtungen in einen einlagerungsfähigen Zustand“ zu bringen.

Die Dosisleistung der einzelnen Gebinde war ebenfalls stichprobenartig zu messen und die Übereinstimmung mit der Markierung des Gebindes zu überprüfen.

3.3 MAW-EINLAGERUNGEN AUF DER 511-M-SOHL (8/1972 – 12/1977)

Im Rahmen der Versuchseinlagerung von MAW auf der 511m-Sohle wurden von der GSF eine Genehmigung und drei Nachträge beantragt (Anlagen 15 – 18).

- Antrag der GSF an das Bergamt Goslar vom 22.02.1971. Genehmigung des Bergamtes Goslar vom 27.07.1971 über die Einlagerung von 2.500 Rollreifentässern mit einer Gesamtaktivität von 500.000 Ci ($1,85 \cdot 10^{16}$ Bq) in Kammer 8a/511 (Gültigkeitsdauer bis zum 31.12.1973).
 - GSF-Antrag zum ersten Nachtrag vom 11.12.1973. Erster Nachtrag des Bergamtes Goslar vom 18.04.1974 zur MAW-Genehmigung vom 27.07.1971 (Verlängerung bis 31.12.1975; u.a. Wegfall der Kontaminationsmessung nach Ankunft der Fässer zur Verminderung der Personendosis des Messpersonals).

- GSF-Antrag zum zweiten Nachtrag vom 12.12.1975. Zweiter Nachtrag des Bergamtes Goslar vom 22.12.1975 zur MAW-Genehmigung vom 27.07.1971 (Verlängerung der Gültigkeitsdauer bis zum 30.06.1976. Nach Vorlage von entsprechenden Neuschätzungen der GSF Beschränkung der MAW-Gebindeanzahl auf 1.700 und der Gesamtaktivität auf 401.250 Ci ($1,48 \cdot 10^{16}$ Bq).
- GSF-Antrag zum dritten Nachtrag vom 21.06.1976. Dritter Nachtrag des Bergamtes Goslar vom 29.06.1976 zur MAW-Genehmigung vom 27.07.1971 (Verlängerung der Gültigkeitsdauer bis zum 31.03.1977 und Beschränkung der gesamten Fassanzahl auf 1.254 mit einer Gesamtaktivität von 271.900 Ci ($1,0 \cdot 10^{16}$ Bq). Ab dem Genehmigungszeitpunkt durften nur noch 900 weitere MAW-Gebinde mit einer Gesamtaktivität von 200.000 Ci ($7,4 \cdot 10^{15}$ Bq) eingelagert werden).

Nach Genehmigungserteilung wurden von der GSF im September 1972 vorläufige Bedingungen für die Versuchseinlagerung mittelradioaktiver Abfälle im Salzbergwerk Asse formuliert. Im Dezember 1976 wurden von der GSF überarbeitete Bedingungen für die Versuchseinlagerung von mittelradioaktiven Abfällen herausgegeben. Diese sollten Grundlage für einen geplanten neuen Genehmigungsantrag werden, der jedoch nicht mehr gestellt wurde.

Abfallkategorisierung

Entsprechend der Genehmigung vom 27.07.1971 war die Einlagerung von 4 verschiedenen Arten mittelradioaktiver Abfälle in Kammer 8a/511 zulässig. Es wurden beton- oder bitumenfixierte Verdampferkonzentrate, bitumenfixierte und/oder aktivierte Abfälle, kontaminierte oder aktivierte Abfälle aus Heißen Zellen und Brennelementehülsen unterschieden.

In den vorläufigen Annahmebedingungen von 1972 wurden statt bitumenfixierte und/oder aktivierte Abfälle sonstige radioaktive feste Abfälle aufgeführt, die aus kleinen Metallteilen, Luftfiltern, Glasstücken, Aschen und trockenen Ionenaustauschern bestehen.

Im Entwurf der Annahmebedingungen von 1976 wird nur zwischen Spaltproduktgemischen mit unterschiedlichen Anteilen an Aktivierungsprodukten (5 – 95%), Aktivierungsprodukten, aktivierten Strukturteilen und Strahlenquellen unterschieden. Diesen wurden verschiedene Kennbuchstaben für die Abfallherkunft zugeordnet. Bei der Herkunft wurde zwischen Abfällen aus der Wiederaufarbeitung (G und H), Abfälle aus KKW mit Hüllrohrschäden (I und K; für starke Hüllrohrschäden L und M), Abfälle aus dem Betrieb von KKW ohne Hüllrohrschäden (N und Q) und aktivierten Teilen bzw. Strahlenquellen mit vernachlässigbarer Spaltproduktaktivität (P und Q) unterschieden.

Behälter

Für die MAW-Einlagerung wurde eine Sonderkonstruktion von 200 I- Rollreifentässern (DIN 6635) vorgeschrieben, deren Abmessungen und Ausführungen in den Annahmebedingungen näher beschrieben sind. Die Handhabung und der Transport der MAW-Gebinde war nur in wieder verwendbaren Abschirmbehältern von Typ E1, E2 (für ein bzw. zwei Einzelfässer) und 7V (Transportbehälter für 7 Gebinde) zulässig. Daher durften die Rollreifentässer bestimmte Maße (Maximaldurchmesser 630 mm) nicht überschreiten.

Als Abschirmbehälter wurde bis zum 30.08.1973 ausschließlich der Einzelbehälter E1 eingesetzt, in denen ein Fass transportiert wurde. Danach wurde für den Transport von Karlsruhe zur Schachanlage Asse überwiegend der 7V-Behälter eingesetzt, in dem 7 Gebinde gleichzeitig transportiert wurden. Dieser Behälter hatte den Nachteil, dass in der Schachthalle eine Umladung in einen E1-Behälter erfolgen musste, da nur mit einem solchen die Beschickung unter Tage mit der Krananlage möglich war. Ab dem 30.08.1975 wurde zusätzlich der E2-Behälter eingesetzt. Mit diesem konnten 2 MAW-

Rollreifenfässer auch unter Tage gehandhabt werden. Um den E2-Behälter zu testen, wurden im Juli/August 1975 insgesamt 8 LAW Gebinde aus der Kammer 8/750 in die Kammer 8a/511 umgelagert (s. auch Kap. 5.1 Abschnitt Fassbuch LAW 2. Teil).

Aktivität und Dosisleistung

Gemäß der Genehmigung vom 27.07.1971 wurden für die verschiedenen Abfallarten unterschiedliche mittlere Aktivitäten festgelegt. Die maximale Aktivität durfte für fixierte Verdampferkonzentrate 10 Ci pro 200 l-Gebinde (50 Ci/m^3) betragen. Dies entspricht $3,7 \cdot 10^{11} \text{ Bq}$ bzw. $1,85 \cdot 10^{12} \text{ Bq/m}^3$. Ein 200 l-Gebinde mit Brennelementehülsen konnte demgegenüber eine Aktivität von maximal 2.000 Ci (10.000 Ci/m^3) aufweisen. Dies entspricht $7,4 \cdot 10^{13} \text{ Bq}$ bzw. $3,7 \cdot 10^{14} \text{ Bq/m}^3$. Im dritten Nachtrag vom 22.12.1975 wurden die maximalen Aktivitäten auf 500 Ci/Fass ($1,85 \cdot 10^{13} \text{ Bq/Fass}$) begrenzt.

In den vorläufigen Annahmebedingungen für MAW von 1972 werden höhere Aktivitäten zwischen 50 Ci/Fass ($1,85 \cdot 10^{12} \text{ Bq/Fass}$) für trockene Ionenaustauscher bis zu „einigen“ 10.000 Ci/Fass (einige $3,7 \cdot 10^{14} \text{ Bq/Fass}$) für Brennelementehülsen aufgeführt. Die Angaben in den vorläufigen Annahmebedingungen der GSF weichen demnach von den genehmigten Werten ab.

Angaben zur maximal zulässigen Dosisleistung sind in der Genehmigung des Bergamtes Goslar vom 27.07.1971 und dem entsprechenden Antrag der GSF vom 22.02.1971 und im 3. Nachtrag des Bergamtes vom 22.12.1975 zu finden. Diese liegen lt. Genehmigung vom 27.07.1971 zwischen 10 rem/h (0,1 Sv/h) für Gebinde mit fixierten Verdampferkonzentraten und 1.000 rem/h (10 Sv/h) für Gebinde mit Brennelementehülsen. Im dritten Nachtrag vom 22.12.1976 wurde die Dosisleistung für Brennelementehülsen auf max. 5.000 rem/h (50 Sv/h) angehoben. Demgegenüber werden in den vorläufigen Annahmebedingungen von 1972 abweichend von den o.g. genehmigten Werten maximal zulässige Werte für die Dosisleistung an der Außenseite eines Fasses von 100.000 rem/h (1000 Sv/h) angegeben.

In allen Unterlagen – dem Antrag, der Genehmigung sowie den beiden vorläufigen Annahmebedingungen – ist für die Außenseite des Abschirmbehälters eine maximal zulässige ODL von 200 mrem/h (2 mSv/h) vorgegeben, die nicht überschritten werden durfte.

Nebenbestimmungen der MAW-Genehmigung

In der Mehrzahl der Belange ähnelten die Nebenbestimmungen der MAW-Genehmigungen denen der LAW-Genehmigungen. So wurden bezüglich des betrieblichen Strahlenschutzes die üblichen Auflagen (Sonderbewetterung der Einlagerungskammer, Dosimeterpflicht und Kontaminationskontrollen zu Beginn und zum Ende einer Schicht etc.) erlassen.

Ebenso wird die Vorlage eines Sonderbetriebsplanes über die Durchführung der MAW-Einlagerung vorgeschrieben. In diesem sollten Angaben über die Organisation einschließlich Bedienungsmannschaft und ein Normzeitenplan enthalten sein.

Die angelieferten MAW-Fässer waren mittels Wischtests von der Oberfläche des Abschirmbehälters auf Einhaltung von Kontaminationsfreigrenzen zu prüfen. Angaben über die Kontaminationsfreigrenzen waren der Genehmigung nicht zu entnehmen, sind aber in den vorläufigen Annahmebedingungen von 1972 unter Punkt 3.5 näher beschrieben (max. $0,0001 \mu\text{Ci/cm}^2 = 3,7 \text{ Bq/m}^2$ für beta/gamma- bzw. max. $0,00001 \mu\text{Ci/cm}^2 = 0,37 \text{ Bq/m}^2$ für alpha-Strahler). Diese Nebenbestimmung wurde im ersten Nachtrag von 18.04.1974 aufgehoben, nachdem die GSF dem Bergamt mitgeteilt hat, dass durch Wegfall dieser Nebenbestimmung die Personendosis des Messpersonals reduziert werden könnte.

3.3.1 MAW-Annahmebedingungen der GSF

Die in den vorläufigen Annahmebedingungen von 1972 genannten Obergrenzen der maximal zulässigen Aktivitäten und Dosisleistungen an der Oberfläche eines Fasses sind z.T. deutlich höher als die in der Genehmigung des Bergamtes Goslar vom 27.07.1971 angegebenen Werte für maximale Dosisleistungen.

Aufgrund dieses Widerspruches ergab sich die Veranlassung die dem BfS vorliegenden Dokumente im Hinblick auf den o.g. Sachverhalt auszuwerten.

Im Ergebnis der Auswertung des Schriftgutes ist festzustellen, dass nach Einführung im September 1972 die vorläufigen Annahmebedingungen der GSF vom Bergamt zunächst geduldet wurden. Dies wird an einem Schreiben des Bergamtes an die GSF vom 30.10.1972 deutlich, in dem vorgegeben wird, dass die vorläufigen Annahmebedingungen in allen Punkten einzuhalten seien (Anlage 44).

Eine zunehmend kritische Haltung des Bergamtes zeigt sich jedoch bereits 1973 anhand der Annahme in einem Schreiben vom 19.12.1973, die vorläufigen Annahmebedingungen möglichst bald durch langfristig geltende zu ersetzen (Anlage 45). Die kritische Haltung gipfelt offensichtlich in der Forderung des Bergamtes das Papier zurückzuziehen. Dies zeigt eine Notiz in einem Vermerk des Bergamtes vom 09.12.1974 zu einer Besprechung mit der GSF (Anlage 46). Es wurde festgestellt, dass ein von der Genehmigung des Bergamtes abweichendes Papier in der Industrie verteilt wurde und dass dieses zurückgezogen wird.

Die Kritik des Bergamtes bezog sich hierbei auf die Tabelle mit den maximal zulässigen Obergrenzen Aktivitäten und Dosisleistungen an der Oberfläche eines Fasses im Anhang der vorläufigen Annahmebedingungen. Daher wurde vom Bergamt eine Überarbeitung dieser Tabelle gefordert (s. GSF-Aktennotiz, Anlage 47).

Da 1975 von der GSF eine Novellierung der Annahmebedingungen für MAW geplant war, wurde das vorläufige Papier durch die GSF nicht zurückgezogen. Stattdessen wurde im Juni 1975 mit dem Bergamt vereinbart, die Gültigkeit der vorläufigen Annahmebedingungen um ein Jahr zu verlängern (s. GSF-Aktennotiz, Anlage 48).

Mit dem zweiten Nachtrag des Bergamtes zur MAW-Genehmigung vom 22.12.1975 werden die Werte aus einer tabellarischen Aufstellung des für 1976 und 1977 erwarteten Aufkommens an mittelradioaktiven Abfällen der GFK aufgenommen. Die ab diesem Zeitpunkt geltenden maximalen Aktivitäten und Dosisleistungen liegen mit 500 Ci/Fass und 5.000 Rem/h deutlich unter denen der vorläufigen Annahmebedingungen (> 10.000 Ci/Fass und 100.000 rem/h).

Spätestens Anfang April 1976 wurde die GFK- Karlsruhe von der GSF über die zu diesem Zeitpunkt geltenden niedrigeren Maximalwerte informiert. In dem Schriftverkehr (Schreiben vom 30.04.1976 der GSF an Karlsruhe, Anlage 49) wird mit 1000 Ci/Fass der Einzelfall einer Überschreitung der maximal zulässigen Aktivität nach dem Zeitpunkt der Änderungsmitteilung (500 Ci/Fass) aktenkundig.

Am 25.06.1976 hat eine Besprechung zwischen dem BMFT, dem Bergamt, der GSF und den Abfallanlieferern über die Novellierung der MAW-Annahmebedingungen stattgefunden (Anlage 50). Die Novellierung wurde im Dezember 1976 fertig gestellt, kam jedoch nie zur Anwendung, da die MAW-Einlagerungen bereits einen Monat später im Januar 1977 eingestellt wurden.

3.4 AUFBEWAHRUNGSGENEHMIGUNGEN FÜR KERNBRENNSTOFFE (§ 6 ATG)

In den Jahren 1968 bis 1976 wurden insgesamt 5 Aufbewahrungsgenehmigungen für Kernbrennstoffe nach §6 AtG erteilt. Diese galten für die Einlagerung von kernbrennstoffhaltigen radioaktiven Abfällen (Anlagen 19 – 23):

- Genehmigung Nr. 138 PTB 1968 für die Aufbewahrung unbestrahlten Uranoxids in Abbau 4 auf der 750 m-Sohle vom 04.01.1968
- Genehmigung Nr. 755 PTB 1971 für die Aufbewahrung von LAW in Kammern im jüngeren Steinsalz auf der 750 m-Sohle vom 02.11.1971
- Genehmigung Nr. 756 PTB 1971 für die Aufbewahrung von mittelradioaktiven Abfällen in Kammer 8a auf der 511 m-Sohle vom 02.11.1971
- Genehmigung Nr. 1462 PTB 1975 für die Aufbewahrung von Kernbrennstoffen in LAW vom 22.12.1975
- Genehmigung Nr. 1161 PTB 1976 für die Aufbewahrung von 100.000 bestrahlten AVR-BE-Kugeln in vier Bohrlöchern der 750 m-Sohle vom 04.03.1976

In der Genehmigung Nr. 138 PTB vom 04.01.1968 wird die Einlagerung von unbestrahltem Uranoxid mit insgesamt 2000 g U-235 bei einem Anreicherungsgrad von bis zu 10 % in Abfällen und auf kontaminierten Gegenständen in Kammer 4/750 genehmigt. Als Behälter wurden Rollreifentässer nach DIN 6635 und DIN 6636 oder Rollsickenfässer amerikanischer Herkunft genehmigt. Der U-235-Gehalt durfte 50 g pro Fass nicht überschreiten. Für die Einlagerung der kernbrennstoffhaltigen Gebinde galten die in der Genehmigung des Bergamtes Wolfenbüttel vom 21.09.1967 (2. Phase der Versuchseinlagerung) geltenden Bestimmungen. Die Gültigkeit der Aufbewahrungsgenehmigung wurde gemäß Änderung der Genehmigung Nr. 168 PTB vom 24.06.1968 auf den 31.12.1978 befristet.

Als Aufbewahrungsort für die Kernbrennstoffe werden in der Genehmigung Nr. 755 PTB vom 02.11.1971 die „Kammern im jüngeren Steinsalz auf der 750 m-Sohle“ benannt. Genehmigt wurde die Aufbewahrung von höchstens 31 kg Kernbrennstoff in bis zu 31.000 Gebinden. Die Gebindezahl wurde in der 1. Änderung vom 10.06.1974 auf 56.000 erhöht. Je Gebinde waren max. 200 g U-235, 15 g U-233 und max. 15 g Pu genehmigt. Die in der LAW-Genehmigung des Bergamtes Goslar vom 27.07.1971 genannten Aktivitätsgrenzen waren zu beachten. Als Behälter waren Blechtrommeln, Rollreifentässer nach DIN 6635 und DIN 6636 oder Rollsickenfässer nach DIN 6637 vorgeschrieben. In der 1. Änderung der Genehmigung Nr. 755 PTB vom 10.06.1974 wurde die Gültigkeit auf den 31.12.1975 befristet.

Für die Aufbewahrung von Kernbrennstoffen in der MAW-Kammer 8a/511 wurde am 02.11.1971 die Genehmigung Nr. 756 PTB 1971 erteilt. Die Kernbrennstoffmenge wurde auf 37,5 kg in max. 2.500 Gebinden begrenzt. Die zulässigen Maximalgehalte der einzelnen Kernbrennstoffe je Gebinde entsprachen mit max. 200 g U-235, 15 g U-233 und max. 15 g Pu denen in der Genehmigung Nr. 755 PTB für die Kernbrennstofflagerung in den Kammern der 750m-Sohle. Die in der MAW-Genehmigung des Bergamtes Goslar vom 27.07.71 vorgegebenen Voraussetzungen, Bedingungen und Auflagen waren einzuhalten. Sie wurde als Bestandteil in die Aufbewahrungsgenehmigung aufgenommen. Als Behälter wurde das entsprechende Rollreifentfass (DIN 6635) Sonderkonstruktion vorgegeben. Mit der 3. Änderung vom 29.06.1976 erfolgte die letzte Verlängerung der Aufbewahrungsgenehmigung bis zum 31.03.1977.

In der Aufbewahrungsgenehmigung Nr. 1462 PTB 1975 vom 22.12.1975 wird als Aufbewahrungsort allgemein das ehemalige Steinsalzbergwerk Asse II in Remlingen benannt. Die Mengenbegrenzung betrug max. 50 kg in ca. 100.000 Gebinden. Die pro Gebinde zugelassenen Kernbrennstoffmengen waren mit 15 g für U-233 + U-235 + Pu-238 + Pu-239 + Pu-241 festgelegt. Hierbei wurden im Vergleich zu den §6-Genehmigungen von 1971 die Mengen je Gebinde für U-235 wesentlich verringert. Die zu-

lässigen Behälter entsprechen denen aus den Annahmebedingungen für LAW von 1975 (Blechtrommeln, Rollreifen-, Rollsickenfässer in 200 l- und 400 l-Ausführung, in 400 l-Fässer eingesetzte 200 l-Fässer, VBA und Sonderverpackungen). Die Gültigkeit der Aufbewahrungsgenehmigung Nr. 1462 PTB 1975 war bis zum 31.12.1978 beschränkt.

Die Aufbewahrungsgenehmigung Nr. 1161 PTB 1976 vom 04.03.1976 galt für die versuchsweise vorübergehende Einlagerung von 100.000 bestrahlten AVR-Brennelementenkugeln in vier 35 m tiefen Bohrlöchern (650 mm Durchmesser) in einer Beschickungskammer auf der 750m-Sohle. Jede AVR-BE-Kugel weist vor Bestrahlung lt. Aufbewahrungsgenehmigung eine U-235-Masse von 1,0001 g auf. Als Behälter wurden 25 stapelbare Kannen mit 56 cm Durchmesser, 0,6 cm Wandstärke und 100 cm Höhe vorgeschrieben. Die Gültigkeit der Genehmigung für den Einlagerungsvorgang wurde auf den 30.06.1978 begrenzt. Von dieser Genehmigung wurde jedoch Gebrauch gemacht. Es wurde zwar bereits am 06.10.1975 ein Genehmigungsantrag zur Einlagerung der AVR-Brennelementekugeln an das Bergamt gestellt. Im Laufe des Verfahrens war die mögliche Einlagerung der AVR-Brennelementekugeln jedoch Gegenstand einer Klage von Anwohnern und wurde im Kreistag des Landkreises Wolfenbüttel diskutiert. Ein Genehmigungsbescheid des Bergamtes wurde schließlich im Zeitraum der Einlagerungen von radioaktiven Abfällen in die Schachanlage Asse II nicht mehr ausgestellt.

4 SONDERBETRIEBSPLÄNE ZUR EINLAGERUNG RADIOAKTIVER ABFÄLLE

Aus den Nebenbestimmungen der Genehmigungen des Bergamtes Goslar geht hervor, dass die Einzelheiten der Einlagerungsvorgänge der radioaktiven Abfälle in Sonderbetriebsplänen darzustellen sind.

In der Zeit vom 23.03.1967 bis zum 15.05.2009 wurden dem zuständigen Bergamt (zurzeit: LBEG Clausthal-Zellerfeld) im Zusammenhang mit der Einlagerung radioaktiver Abfälle 36 Sonderbetriebspläne und 6 Nachträge zu Sonderbetriebsplänen vorgelegt

Demnach wurde der erste Sonderbetriebsplan mit der Nr. 2/2 unter dem Titel „Versuchsweise Einlagerung niedrigaktiver Rückstände“ am 13.03.1967 beim zuständigen Bergamt eingereicht und vor Beginn der Einlagerungen am 23.03.1967 zugelassen. Mit den Sonderbetriebsplänen 7/2 vom 26.09.1967, 38/2 vom 14.10.1969 und 43/2 vom 24.11.1970 wurden die darauf folgenden drei Versuchsphasen der Einlagerungen beantragt.

Der erste Sonderbetriebsplan im Zusammenhang mit der Einlagerung von MAW auf der 511m-Sohle wurde bereits am 15.11.1967 (14/2 Vorrichtungsarbeiten für Einlagerungsversuche im Abbau 8a/511) während der ersten Versuchsphase gestellt. Dieser beschreibt u.a. die Herrichtung der Beschickungskammer mit Befüllloch über der eigentlichen Einlagerungskammer 8a/511 in der Form wie die MAW-Kammer ab August 1972 mit Abseiltechnik auch betrieben wurde.

Noch im Zeitraum der 4. Versuchsphase am 29.04.1971 wurde die Vorversuchseinlagerung von radium- und tritiumhaltigen Abfällen (SBPL 1/71) beantragt. In einer Nische nahe des Hauptgrubenlüfters auf der 490m-Sohle war hier die Versuchseinlagerung von zunächst je 2 Fässern mit radium- und tritiumhaltigen Abfällen vorgesehen. Insgesamt sollten für den Versuch 25 Fässer mit radium- und tritiumhaltigen Abfällen versuchsweise gelagert und überwacht werden. Es ist bekannt, dass Einlagerungsversuche mit gasbildenden Radionukliden auf der 490m-Sohle stattgefunden haben. Ob diese in der Form wie im SBPL 1/71 beschrieben erfolgt sind ist offen.

Vor Beginn der „Langzeitversuchseinlagerung“ wurde am 06.10.1971 der Sonderbetriebsplan 4/71 „Langfristige Einlagerung schwachradioaktiver Abfälle in das Salzbergwerk Asse II“ eingereicht. Weitere Betriebspläne beschreiben technische Einlagerungsvorrichtungen (z.B. Krananlagen an den Fülllöchern 490m- und 750m-Sohle) und den Einsatz von bestimmten Fahrzeugen und Maschinen, die zur Einlagerung der Abfälle gebraucht wurden. Auch die Ausdehnung der Einlagerungen in das ältere Steinsalz auf der 725m-Sohle (16/74 vom 15.10.1975) und die am 29.12.1975 genehmigte weitere Fortführung der Langzeitversuchseinlagerung (4/75 vom 11.03.1976) wird in entsprechenden Sonderbetriebsplänen beschrieben.

Der Sonderbetriebsplan zur Einlagerung der mittelradioaktiven Abfälle wurde am 22.02.1973 eingereicht. Folgeanträge hierzu betrafen den Einsatz der verschiedenen Abschirmbehälter (7V, E2) die für den Transport und die Einlagerung der MAW verwendet wurden.

Im Zusammenhang mit der geplanten Einlagerung von AVR-Brennelementekugeln aus Jülich wurde am 23.03.1976 ein Sonderbetriebsplan erstellt, in dem die Schleusanlage für den Einlagerungsvorgang beschrieben wird. Der Sonderbetriebsplan wurde am 03.05.1976 vom Bergamt genehmigt. Der bereits am 06.10.1975 gestellte Genehmigungsantrag zur eigentlichen Einlagerung der AVR-Brennelementekugeln wurde vom Bergamt jedoch nie beschieden.

Der erste Sonderbetriebsplan zum Abschluss einer Einlagerung wurde bereits am 24.05.1971 mit dem SBPL 2/71 „Verschließen der Kammer 4/750-m-Sohle“ zum Ende der 4. Versuchseinlagerungsphase eingereicht. Der Verschluss der übrigen Einlagerungskammern auf der 750m-Sohle wird in dem Sonderbetriebsplan 10/80 dargestellt, der erst nach Abschluss der Einlagerungen und Umlagerungen am

07.10.1980 eingereicht wurde. Auch in den weiteren nach 1980 datierten Sonderbetriebsplänen werden Maßnahmen zum Einschluss der Abfälle (Verschließen eines Querschlages auf der 750m-Sohle, Bau eines Steckenverschlusses) beschrieben.

Zur gebirgsmechanischen Sicherung der mittelradioaktiven Abfälle wird mit dem Sonderbetriebsplan 15/83 von 01.06.1983 die Verfüllung der Kammer 8a/532 unter der MAW-Kammer beschrieben. Ein Nachtrag zu diesem SBPL vom 12.07.2000 beschreibt die Verfüllung des Firstspaltes im Abbau 8a/532 und die geotechnische Untersuchung im Versatz und den angrenzenden Pfeilern.

Die jüngsten im Zusammenhang mit den radioaktiven Abfällen recherchierten Sonderbetriebspläne wurden am 20.01.2009 und 15.05.2009 nach der Übernahme der Betreiberschaft durch das BfS erstellt. Sie beschreiben die Verstärkung bzw. Herstellung der Verschlüsse der Kammern 4/750 und 5/750 im Rahmen von Sofortmaßnahmen zur Verhinderung der Verbreitung von Kontaminationen.

5 EINLAGERUNGSDOKUMENTE

Die Abfalldokumente aus der Einlagerungszeit bestehen aus Fassbüchern, Fasskarten, Fragebögen Begleitscheinen, Begleitlisten, Kernbrennstoffmeldungen, Frachtbriefen und Schriftverkehr (s. Abb. 2).

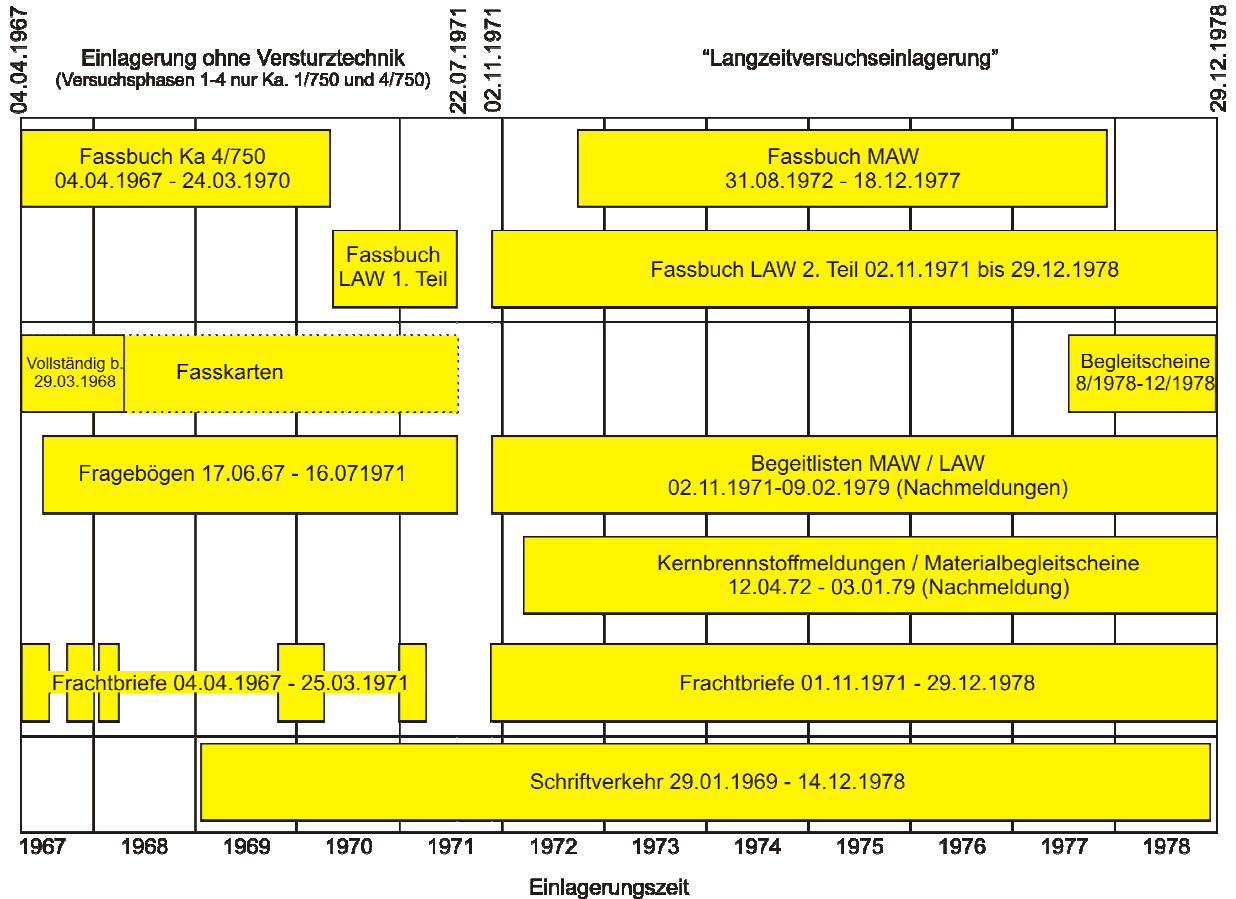


Abb. 2: Abfalldokumente aus der Einlagerungszeit 1967 – 1978.

Informationen über **einzelne Gebinde** enthalten die Fasskarten aus den Versuchsphasen 1 – 4, die Begleitscheine (für Transport) aus der Schlussphase der Einlagerungen, ein Teil der Fassbücher (im Wesentlichen Fassbuch Kammer 4/750 und das MAW-Fassbuch bis zum 30.08.1973), die zum Zeitpunkt der Einlagerung geführt wurden, die Begleitlisten für die MAW und die Kernbrennstoffmeldungen der KFK ab Februar 1978.

Im LAW-Fassbuch Teil 2, den Fragebögen aus der Anfangszeit der Einlagerungen (Versuchsphasen 1 – 4 von 1967 bis 1971), den Begleitlisten für die LAW aus der „Langzeitversuchseinlagerung“ von 1971 bis 1978, den Kernbrennstoffmeldungen der KFK bis 2/1978 und den Frachtbriefen sind Informationen über **Chargen von Gebinden bzw. Transporten** zu entnehmen. Chargen bzw. Transporte können aus bis zu 144 Gebinden bestehen.

Allgemeine Informationen über die Abfälle, über den Inhalt und die Beschaffenheit von Abfällen sind im Schriftverkehr enthalten. Der Schriftverkehr aus dem Zeitraum vom 29.01.1969 – 14.12.1978 ist in 8 Ordnern aufbewahrt. Ein kleiner Teil des Schriftverkehrs wird zusammen mit den Fragebögen aus den Versuchsphasen 1 – 4 aufbewahrt.

5.1 FASSBÜCHER

Den Fassbüchern kommt in der Abfalldokumentation eine besondere Bedeutung zu, da sie die einzige Informationsquelle über den Einlagerungsort der radioaktiven Abfälle sind. Die Hauptverknüpfung zu den erläuternden Einlagerungsdokumenten (Fasskarten, Begleitscheine, Fragebögen, Begleitlisten und Kernbrennstoffmeldungen) kann über das Anlieferungsdatum und den Abfallablieferer hergestellt werden. Bei den frühen Einlagerungsdokumenten (Fasskarten) sind zusätzliche Verknüpfungsmöglichkeiten über die Kartenummer und die Koordinatenangabe gegeben.

Fassbuch Kammer 4/750 / Fassbuch LAW 1. Teil

Im Fassbuch für Kammer 4/750 und dem ersten Teil des LAW-Fassbuches sind Eintragungen über Einzelgebände enthalten, die in Kammer 4/750 und in Kammer 1/750 eingelagert wurden. Diese betreffen den Zeitraum vom 04.04.1967 bis zum 22.07.1971. In den insgesamt 10.328 Eintragungen aus den Versuchseinlagerungsphasen 1 – 4 sind Informationen über Oberflächendosisleistung, Gebindeherkunft und z. T. über Gebindeinhalt enthalten. Bei kernbrennstoffhaltigen Gebinden werden allgemeine Angaben über den Kernbrennstoffgehalt (z.B. als UO_2 -Gehalt in Gramm) gemacht. Bis zum 20.11.1969 (Ende der 3. Versuchphase in Kammer 4/750) enthalten die Eintragungen für Kammer 4/750 Angaben über den Einlagerungsort des Gebindes (Reihe, Stapelhöhe etc.). Diese sind auch auf den GSF-Fasskarten wiederzufinden. Mit Wegfall der Genehmigungsaufgabe, eine Kartei über die eingelagerten Abfälle zu führen, wurde die Angabe über den Stapelplatz mit Beginn der 4. Versuchsphase nicht mehr fortgeführt. Angaben über den Stapelplatz sind für 4.866 Gebinde in Kammer 4/750 vorhanden

Fassbuch MAW

Die Eintragungen in dem MAW-Fassbuch reichen vom 31.08.1972 bis zum 18.01.1977 und betreffen nur die Gebindeeinlagerungen in Kammer 8a/511. Die Eintragungen beginnen mit der Lfd. Nr. 1 und enden bei Lfd. Nr. 1.293. In den Spalten sind Eintragungen über Anlieferungsdatum, Abliefererfirma, Abschirmbehältertyp (E1, E2 oder 7V), Aktivität je Gebinde, ODL an der Außenseite des Rollreifenfasses und an der Außenseite des Abschirmbehälters zu finden. In der Spalte „Bemerkungen“ sind die angelieferten Kernbrennstoffmengen aufgelistet. Bei den Angaben über Aktivität und ODL wurden immer der jeweils niedrigste und höchste Wert und der Mittelwert eines Transportes angegeben (s. Abb. 3).

Bis zur Einlagerung mit der Lfd. Nr. 142 am 30.08.1973 stand nur der Abschirmbehälter E1 zur Verfügung, in dem nur Einzelgebände transportiert werden konnten. In der Folgezeit kam der Abschirmbehälter 7V zum Einsatz in dem je Transport 7 Rollreifenfässer mit MAW angeliefert wurden. Die MAW-Gebinde mussten hierbei in der Schachthalle in den E1 Abschirmbehälter umgelagert werden, da der 7V-Behälter für den Transport unter Tage nicht geeignet war (Abmessungen/Handhabung). Mit den Gebinden der laufenden Nummern 556 und 557 kam ab 30.08.1975 der E2-Behälter zum Einsatz. Dieser war einerseits mit einer stärkeren Abschirmung als der E1-Behälter versehen und konnte im Unterschied zum 7V-Behälter auch unter Tage gehandhabt werden. Die Eintragungen im MAW Fassbuch gelten daher für einen jeweiligen Transport, wobei dieser je nach Behältertyp aus mind. zwei (zwei E1 oder ein E2 Behälter) bis zu sieben Gebinden (7V-Behälter) bestand.

Aus dem MAW-Fassbuch wird ersichtlich, dass es ab Oktober 1975 häufiger zur Einlagerung von Fässern mit hoher Dosisleistung >1000 rem/h kam, wobei das Fass mit der insgesamt höchsten ODL von 7000 rem/h mit dem letzten Transport am 18.01.1977 eingelagert wurde.

Laufende Nr.	Anlieferdatum	Abliefer-Firma	Absch.-Behälter Typ	Aktivität [Ci/Fass]			DL an der Außen des Fasses [mrem/h]			DL an der Außen d. Absch.-Beh. [mrem/h]			Bemerk.
				Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel	
325-331	20.2.74	JGFK, Karlsruhe	S 7V	7,5	25,0	17,1	30	100	64	7	70	37	
332-338	23.8.	✓	"	10,0	30,0	29,8	40	120	87	3	100	28	
339-345	27.8.	✓	"	2,5	33,75	16,75	10	135	76	3	700	134	von GFK angeliefert: Vid. Nr. 1: 1,212 kg
345-352	17.9.	✓	"	10,0	15,0	12,5	40	60	50	10	180	44	U-235 : 80,58 kg Pu-239 : 92,86 kg Pu-241 : 1,32 kg
353-359	17.1.75	✓	"	12,5	2,5	19,6	5	10	18	3	5	4	
360-366	29.1.	✓	"	2,5	8,75	4,82	10	35	19	2	80	21	von GFK angeliefert: Vid. Nr. 1: 1,212 kg
367-373	21.2.	✓	"	12,5	25,0	7,25	5	100	29	3	300	8	U-235 : 57,5 g Pu-239 : 44,38 kg Pu-241 : 4,93 kg
374-380	25.2.	✓	"	7,5	7,5	7,0	30	30	30	25	110	46	
381-387	28.2.	✓	"	2,0	17,5	7,5	8	70	31	2	250	44	
420-436	2.3.	"	"	2,0	7,5	4,1	8	30	18	2	120	23	von GFK angeliefert: Vid. Nr. 1: 1,212 kg Pu-239 : 1,776 kg Pu-241 : 1,32 kg
437-443	1.4.	✓	"	2,0	15,0	9,59	8	60	38	5	110	62	U-235 : 80,320 g Pu-239 : 80,320 g Pu-241 : 1,92 kg
444-450	4.4.	✓	"	3,75	15,0	7,68	15	60	31	5	40	12	
451-457	8.4.	✓	"	10,0	17,5	15,36	40	70	61	30	500	116	
458-464	11.4.	✓	"	3,75	15,0	9,46	15	60	38	7	130	40	von GFK angeliefert: Vid. Nr. 1: 1,212 kg
465-471	15.4.	✓	"	3,25	17,75	10,19	13	70	41	5	100	21	

Abb. 3: Auszug aus MAW-Fassbuch

Fassbuch LAW 2. Teil

Der 2. Teil des LAW-Fassbuches beginnt mit dem Eintrag „Langzeitversuchseinlagerung“. Die erste Betriebsnummer lautet 10.329 und wurde am 02.11.1971 notiert. Die Eintragungen, die immer Chargen aus mehreren Gebinden und damit mehreren Gebindenummern zusammenfassten, enden mit der laufenden Nummer 124.497 am 29.12.1978. Meist wurden je Transport mehr als 10 bis zu maximal 144 Gebinde angeliefert. In den Spalten des LAW-Fassbuches sind Anlieferungsdatum, Ablieferfirma, Anzahl der Gebinde je Dosisleistungskategorie, Anzahl der Gebinde je Behälterart und die Einlagerungskammer aufgelistet. Ein Transport wurde teilweise in bis zu drei Einlagerungskammern aufgeteilt.

Bei den Dosisleistungen waren zu Beginn die in den LAW-Annahmebedingungen von 1971 aufgeführten drei Kategorien (0 – 100 mrem/h, > 100 – 200 mrem/h und > 200 – 1000 mrem/h) aufgelistet. Die Einteilung in vier Kategorien entsprechend den LAW-Bedingungen von 1975 wurde ab dem 22.01.1976 in die Eintragungen aufgenommen.

Unter der Spalte „Bemerkungen“ wurden in roter Farbe die von der GFK angelieferten Kernbrennstoffe U, Th und Pu notiert. Bei den Eintragungen handelt es sich jedoch um Gesamtmengen, die in bestimmten Zeiträumen angeliefert wurden. Sie entsprechen den Eintragungen in den Materialbegleitscheinen, die von der SchachanlageASSE als Bestätigung der Kernbrennstoffmeldung an die GFK zurückgesendet wurden. Eine Zuordnung zu bestimmten Transporten bzw. einzelnen Gebinden ist durch diese Eintragungen nicht möglich.

Weitere Eintragungen betreffen Beschädigungen von Gebinden, Oberflächenkontaminationen die im Verlauf der Einlagerungen festgestellt wurden, Gebinde, die mit ungenügend verfestigtem Inhalt eingelagert wurden und Gebinde die an die Anlieferfirma zurückgeschickt wurden. Auf diesen Informationen basiert ein Teil der Störfallliste in der radiologischen Sachstandserhebung, die im Auftrag des BfS im Jahr 2009 für die Umgangsgenehmigung nach §7 StrlSchV erstellt wurde (ISTec 2009b).

Das LAW-Fassbuch Teil 2 ist nach bisherigen Kenntnissen die einzige Unterlage, in der nachträgliche Umlagerungen von radioaktiven Abfällen dokumentiert sind.

Die Umlagerungen von 8 LAW-Fässern aus Kammer 8/750 in Kammer 8a/511 fand gemäß Eintragung in der Spalte Bemerkungen des LAW-Fassbuches am 01.07.1975, 08.08.1975, 12.08.1975 und 15.08.1975 statt. Sie erfolgte zur Erprobung eines neuen Abschirmbehälters (E2). Es wurden je zwei aus Karlsruhe stammende Fässer umgelagert.

Weitere Eintragungen über nachträgliche Umlagerungen wurden seit dem 13.06.1978 gemacht. So erfolgte noch während des Einlagerungsbetriebes am 12.06.1978 die Umlagerung von 16 Gebinden aus Kammer 5/750 in Kammer 7/750. Die Mehrzahl der Eintragungen über Umlagerungen stammt aus dem Jahr 1980. Bei den Arbeiten, die zwei Jahre nach Abschluss der Einlagerungen von April bis Oktober 1980 stattfanden, wurden Abfälle überwiegend aus den Kammern 7/750 und 10/750, die in der Schlussphase der Einlagerungen seit Juni 1978 dort deponiert waren, in die Kammern 6/750 und 2/750 umgelagert.

Weiterhin sind im Fassbuch auch Sonderverpackungen und Gebinde mit besonderem Inhalt aufgeführt.

Einlagerungen von 603 VBA-Gebinden mit Abfällen die in Polystyrol fixiert wurden, sind den Eintragungen zufolge zwischen dem 21.11.1975 und 14.10.1976 erfolgt. Die Abfälle stammen von der Firma Steag und wurden überwiegend in Kammer 11/750 und in Kammer 5/750 deponiert. Eine weitere Einlagerung von 49 VBA-Gebinden mit Polystyrol fand am 14.12.1978 statt. Die zuletzt genannten Polystyrol-Gebinde hatten Schwerbetonabschirmungen und wurden in Kammer 6/750 eingelagert. Sie stammten von der GNS in Essen.

5.2 FASSKARTEN

Zu Beginn der Einlagerungen wurden Fasskarten angefertigt, die Informationen über die Einzelgebinde enthielten. Diese wurden außen an den Gebinden angebracht. Daher wurden sie im Schriftverkehr auch als „Paketanhänger“ bezeichnet. Die Fasskarten werden in 8 Karteikästen aufbewahrt. Im Rahmen der Archivsichtung war es erforderlich diese chronologisch zu sortieren. Abgesehen von 362 Fasskarten der Nukem und 182 Fasskarten aus Jülich stammen alle in den Unterlagen vorgefundenen Fasskarten aus Karlsruhe (KFK, später GFK).


Die chronologische Sortierung hat ergeben, dass Fasskarten nur aus den ersten vier Einlagerungsphasen (Versuchsphasen 1 – 4) in der Zeit vom 04.04.1967 bis zum 22.07.1971 erhalten sind. Es gibt jedoch Hinweise auf die Existenz weiterer Fasskarten aus der Anfangszeit der „Langzeitversuchseinlagerung“.

In den Annahmebedingungen für LAW von 1971 für die „Langzeitversuchseinlagerung“ wurde vorgeschrieben, dass die Gebinde mit sogenannten Paketanhängern zu versehen sind. Diese gleichen den Fasskarten der ersten vier Versuchseinlagerungsphasen. Im Schriftverkehr sind zwei Paketanhänger aus einer Anlieferung vom 07.09.1972 in der Anlage eines Schreibens der GSF vom 11.09.1972 an die GFK (vorher KFK) erwähnt. In den späteren Annahmebedingungen für LAW von 1975 waren die Gebinde durch dauerhaft befestigte Gefahrentettel entsprechend der Vorschriften für die Beförderung gefährlicher Güter der Bundesbahn zu kennzeichnen. Da diese dauerhaft befestigt waren, wurden sie offensichtlich zusammen mit den Gebinden eingelagert. Paketanhänger waren nicht mehr vorge-

schrieben.

Von 4.152 Fässern des Einlagerungszeitraums vom 04.04.1967 bis zum 29.03.1968 sind pro Fass zwei Fasskarten (eine von KFK und eine von der GSF) vorhanden.

Fasskarte KFK

	628 - F - 194 Lfd. Nr. 3635/65 Radioaktive Abfälle 501
1. Art der Verpackung (PE-Beutel, etc.)	200 Lt.-Blechtrommel (schwarz)
2. Herkunft (Abtlg.)	Einengung
3. Inhalt (Papier etc.)	paketierte Filter
4. Radionuklide	Mischnuklide
5. Dosisleistung a. d. Oberfläche	90 μr/h Aktivität
6. Bemerkungen	
7. Datum der Ablieferung	8.10.65 Lieferdatum Zwischenlager Karlsruhe
8. Unterschrift (Absender)	Unterschrift (Abholer)

Entsprechende Fasskarte GSF betrieblicher Strahlenschutz

Vorderseite

	RADIOAKTIVER ABFALL
	HWZ <input type="checkbox"/> a. B. y
	Nucl. Id. M. Aktivität
	Chem. Form Filter
	Dosisleistungen Außenfläche: 23,0
	Bem.:
	Dat. d. Anlieferung: 28.4.67
	Dat.:
	Unterschrift

Nr. **501**

2141226 = Koordinatenangabe

Rückseite mit Wischtestergebnis

Nr. 501		
Dat. 28.4.67	Spinn 5	Unterschrift
25.67	8	

Abb. 4: Fasskarte KFK und Fasskarte des betrieblichen Strahlenschutzes der GSF zum selben Fass

Eine Karte wurde vom Ablieferer (KFK) ausgefüllt und vom Strahlenschutzbeauftragten der GSF bei der Lieferung entgegengenommen. Diese Karte enthält u.a. das Datum der Einlagerung in das Zwischenlager Karlsruhe. Eine weitere Fasskarte wurde als Abschrift der vom Ablieferer ausgefüllten Karte vom Strahlenschutzbeauftragten der GSF ausgefüllt. Von den zuletzt genannten Karten, auf deren Rückseite z. T. Wischtestergebnisse verzeichnet sind, waren 4.866 Stück vorhanden Sie wurden im Zeitraum vom Beginn der Einlagerungen bis zum 20.11.1969 (3. Einlagerungsphase) angefertigt.

Eine vollständige Dokumentation über Fasskarten vom KFK und der GSF liegt lediglich bis zum 29.03.1968 vor.

Bei den übrigen Fasskarten für die keine Zuordnung zu einer Fassnummer möglich war, handelt es sich um 713 Karten des KFK aus den Jahren 1961 – 1971, 362 DIN A5-Karten der Nukem aus den Jahren 1967 – 1968 sowie 182 undatierte Karten der Kernforschungsanlage Jülich.

Die in den Fasskarten enthaltenen Informationen über die Art und Beschaffenheit der Abfälle sind gering und allgemein gehalten (z.B. paketierte Filter; s. Abb. 4). Über die Aktivität der Einzelnuclide in den Abfällen sind keine Informationen vorhanden. In der Beschreibung findet sich überwiegend lediglich die Bezeichnung „Mischnuclide“.

5.3 BEGLEITSCHNEINE

Begleitscheine für Einzelfässer wurden nur von der KFK vorgefunden. In den Einlagerungsdokumenten sind Begleitscheine für den Zeitraum vom August 1977 bis zum 29.12.1978 erhalten. Diese bestehen aus DIN A4-Bögen, die in Dokumentenhüllen an der Außenseite des Fasses befestigt waren. Die Begleitscheine dienten u.a. als Einlagerungsbestätigung für die KFK. Sie enthalten ein Feld in dem die Unterschrift des Empfängers (Schachanlage Asse) vorgesehen ist. Die Originale müssten demnach unterschrieben an die KFK zurückgegangen sein. In den Beständen der Schachanlage Asse lagern lediglich die Durchschläge der Materialbegleitscheine.

angehört am 9.1.78
Traung. 2178
AIC

An Gesellschaft für Kernforschung m.b.H.
Abteilung Dekontaminationsbetriebe
75 Karlsruhe, Weberstraße 5

24.11.77 Datum

Begleitschein
für radioaktive Stoffe

1 Inst./Abt./Firma: ADB-Z

2 Volumen: 0,2 m³ Beschreibung: beton. Verd. austrag. No. 40824

3 Abfallart (bitte ankreuzen):

Abfallart	ROHABFALL		MITTELAKTIV		SCHWACHAKTIV	
	fest	flüssig	fest	flüssig	fest	flüssig
zerkleinerbar	<input checked="" type="checkbox"/>					
brennbar	<input type="checkbox"/>					
fixierbar	<input type="checkbox"/>					
fest	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
flüssig		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
fixierbar		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
ENDABFALL	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	

4 Dekontaminationsziel: Gesamtdoko Demontieren Optisch sauber Wischtest frei...
 Aussendeko Reparieren Grob dekontam. Frei
 Innendeko Remontieren Rückgabetermin: _____

5 Oberflächenkontamination: α-Akt.: schwach mittel stark
 β-Akt.: schwach mittel stark
Dosisleistung am Gerät: im Kontakt: 30 mRem/h im Abstand: 3 mRem/h

6 Inventar-Nr. Gesamtwert Stückgewicht Anzahl Werkstoff

α-Akt.	0,25	Ci	H-3		Pu-239	g
β-Akt.	15,0	Ci	J-129		Pu gesamt	5 g
		Ci	J-131		U-235	g
		Ci	Th gesamt	kg	U gesamt	kg

7 Bemerkung:

8 Fass R-200 Fass R-400 Fass T-400
 Tankwagen Rohrbrücke Gefriertruhe
 NB BB FK GB TB
Behälternummer: 2162106

9 Kostenstelle: 628 Gebäudenummer: 534 Telefon: 2185
Inst./Abt./Firma: ADB-Z Empfänger: _____

10 Datum/Uhrzeit: 24.11.77 Unterschrift: _____

1. Ausfertigung verbleibt bis zur Entleerung und Transportbehälter und anschließend beim verarbeitenden Betrieb.

KFK KARLSRUHE
ADB
DATENBURD KFK, DEN 18.1.78

ASSE - ABGANG
AM 5.1.78
TRANSPORTNUMMER 2/78

LFZ.NR.	KAT.	VERPACKUNG	NUMMER	ODL0 (REM/h)	ODL1 (REM/h)	AKTIVITÄT (Ci)	BEMERKUNG (FASSNUMMER)
94	A	R200	44691	0.001	0.000	0.002	21898
95	A	R200	44692	0.001	0.000	0.002	23839
96	A	R200	44729	0.001	0.000	0.002	25015
97	A	R200	44283	0.001	0.000	0.002	
98	A	R200	44279	0.001	0.000	0.002	21586
99	A	R200	44323	0.001	0.000	0.002	21803
50	A	R200	44292	0.003	0.001	0.002	23993
51	A	R200	44325	0.001	0.000	0.002	18461
52	A	R200	44280	0.002	0.000	0.002	
53	A	R200	41321	0.001	0.000	0.002	26203
54	A	R200	41306	0.003	0.001	0.002	26895
55	A	R200	44278	0.002	0.000	0.002	10382
56	A	R200	41311	0.001	0.000	0.002	26289
57	A	R200	41315	0.001	0.000	0.002	25803
58	A	R200	41318	0.001	0.000	0.002	26220
59	A	R200	41312	0.002	0.000	0.002	26194
60	A	R200	41307	0.000	0.006	0.002	25534
61	A	R200	41310	0.018	0.002	0.002	26332
62	A	R200	41326	0.005	0.001	0.002	26320
63	A	R200	41302	0.001	0.000	0.002	26886
64	A	R200	41323	0.001	0.000	0.002	26317
65	A	R200	41326	0.001	0.000	0.002	26451
66	A	R200	41304	0.003	0.001	0.002	24212
67	A	R200	41325	0.001	0.000	0.002	26346
68	A	R200	41317	0.002	0.000	0.002	26640
69	A	R200	41314	0.003	0.001	0.002	26464
70	A	R200	41157	0.025	0.002	0.002	13906
71	C	R200	44276	0.005	0.000	0.002	13788
72	C	R200	44277	0.002	0.000	0.002	20896
73	C	R200	16172	0.035	0.004	17.576	49345
74	C	R200	16191	0.035	0.004	17.218	49363
75	C	R200	16192	0.025	0.004	10.32	49276
76	C	R200	40140	0.048	0.006	15.25	26059
77	C	R200	40160	0.050	0.008	17.25	22358
78	C	R200	40153	0.020	0.003	15.25	25628
79	C	R200	40186	0.030	0.004	17.720	25887
80	C	R200	40195	0.020	0.003	17.25	26357
81	C	R200	40194	0.020	0.003	17.25	26432
82	C	R200	40183	0.025	0.003	17.25	26364
83	C	R200	40182	0.020	0.003	17.25	26482
84	C	R200	40141	0.020	0.003	15.25	26686

Abb. 5: Beispiel eines KFK-Begleitscheines für Einzelgebinde und Auszug aus der Transportliste.

Es waren insgesamt 15.523 Begleitscheine und eine einzelne Transportliste der KFK auffindbar.

Die Transportliste ist unvollständig und umfasst lediglich die Transporte von Januar bis Oktober 1978. In der Transportliste sind die aus Karlsruhe abgehenden Transporte mit Abgangsdatum und die dazugehörigen Nummern der Einzelgebinde (Fassnummer und Begleitscheinnummer) aufgelistet.

Den Begleitscheinen ist eine Vielzahl von Nummern zu entnehmen. In diesen finden sich jedoch stets rechts oben die (gedruckte) Begleitscheinnummer und rechts unten die handschriftlich eingefügte Fassnummer. Diese sind auch in den Transportlisten in der vierten und letzten Spalte eingetragen (s. Abb. 5)

Im Rahmen der Archivsichtung konnte ein Großteil der Begleitscheine anhand der vorliegenden Transportliste über die Nummern geordnet werden.

Die Begleitscheine bestehen aus Formblättern. Diese weisen verschiedene Felder u.a. mit Vorgaben zu Aktivitätskonzentration, Klassifizierung, Aggregatzustand, Art der möglichen Dekontaminationsmaßnahme und Behältertyp zum Ankreuzen auf. In den Feldern 2, 5 und 6 sind handschriftliche Eintragungen über Volumen, Abfallart, Oberflächendosisleistung, Ortsdosisleistung in einem Meter Abstand, alpha- und beta- Aktivität oder Masse einiger vorgegebener Radionuklide wie H-3, I, Th, Pu und U vorgesehen.

Aus den Angaben in den Begleitscheinen lässt sich entnehmen, ob der Inhalt des betreffenden Gebindes nach Maßgabe der Handhabung im KFK als schwach- oder mittelaktiv eingestuft wurde, welche alpha-Aktivität und welche Masse an Kernbrennstoffen (Th, Pu und U) enthalten waren und in welchem Behälter der radioaktive Abfall angeliefert wurde (Fassgröße, Art der möglichen Abschirmung).

5.4 FRAGEBÖGEN

Auskunft über die angelieferten Abfälle lassen sich für die ersten vier Einlagerungsphasen von 1967 – 1971 aus den Standardfragebögen und dem begleitenden Schriftverkehr entnehmen. Pro Anlieferungsphase ist für jeden Abfallverursacher eine Dokumentation (Hefter) angelegt worden, die auch zusätzlichen Schriftverkehr enthält. Entsprechende Hefter liegen in den Abfallunterlagen aus dem Zeitraum vom 17.06.1967 bis zum 16.07.1971 vor.

Die Fragebögen (vgl. Abb. 6) beziehen sich auf die angelieferten Chargen. Es werden allgemeine Angaben u. a. über Art der Abfälle, die Größenordnung der maximalen Ortsdosisleistung in 10 cm und in einem Meter Abstand und den Gehalt an alpha-Strahlern sowie flüchtigen radioaktiven Stoffen abgefragt. Zur Anzahl der Gebinde beinhalteten die Fragebögen in einigen Fällen nur „ca.“-Angaben. Genaue Informationen über die Gebindezahl sind dann dem Fassbuch oder auch dem Schriftverkehr entnommen worden.

Für den Zeitraum der 1. Einlagerungsphase (04/67 bis 09/67), in der ausschließlich Abfälle der GFK Karlsruhe eingelagert wurden, liegen keine Fragebögen, sondern nur Fasskarten und Frachtbriefe vor.

Fragebogen für die zur Versuchseinlagerung im Herbst 1967
vorgesehenen niedrig-radioaktiven Abfälle
im Salzbergwerk Asse der GSF

Es können nur 200 l-Fässer zur Versuchseinlagerung angenommen werden, deren Inhalt weder gär- und faulfähig ist, noch heftige chemische Reaktionen erwarten läßt, noch eine Korrosion von innen her bewirkt.

1. Name und Anschrift des Ablieferers
2. Anzahl der Behälter mit gleichartigem Inhalt
(für mehrere identische Behälter genügt eine einmalige Beschreibung)
3. Die Behälter eines Ablieferers sind fortlaufend zu nummerieren.
Jedes Fass ist zu adressieren (Blechanhänger mit Draht befestigt)
4. Größe und Gewicht des gefüllten Behälters
(200-l-Fass nach DIN ... , ca. ... kg)
5. Natur der Abfälle
(z.B. Fällschlamm aus Abwasseraufbereitung, Geräteteile, Textilien, Abluftfilter, gepresstes Papier etc. ...)
6. Vorbehandlung
(z.B. Vermischung im Volumenverhältnis 1:1 mit Zement, Fixierung mit Bitumen etc. ...)
7. Art und Jahr der Verpackung
(z.B. 8 Blechdosen à 17 l in 200 l-Rollsickenfass verpackt, Hohlräume jeweils mit Beton ausgegossen; gepresste Abluftfilter im Fass nach DIN 6635 mit Beton ausgegossen etc. ...; 1965 verpackt)
8. Aktivität (Angabe der Größenordnung genügt)
9. Angabe der maximalen Dosisleistung in 10 cm Abstand von der Oberfläche der Behälter und in 1 m Abstand
10. Welche α -Strahler und welche flüchtigen Nuklide sind enthalten?
11. Enthält der Inhalt der Fässer ausser gepresstem Papier und Textilien andere brennbare Materialien, insbesondere brennbare Chemikalien?
12. Die Richtigkeit der vorstehend gemachten Angaben wird bestätigt.

.....
Datum	Firma	Name des Strahlenschutz- verantwortlichen

Abb. 6: Beispiel eines Fragebogens.

5.5 BEGLEITLISTEN

Im Rahmen der Erstellung von Annahmebedingungen sind für die Langzeitversuchseinlagerung Begleitlisten entwickelt worden. In diesen sind die Angaben über Behälterarten, Inhalt, Art der Behandlung, die Nuklide, ab 1975 zusätzlich Masse und Art der Kernbrennstoffe, Aktivität und Ortsdosisleistung an der Oberfläche und in einem Meter Abstand tabellarisch aufgeführt, wobei jedem Gebinde eine Zeile zugeordnet ist. Im Regelfall wurden die Eintragungen in den Zeilen der Begleitlisten jedoch im Falle gleichartiger Abfälle für Gebindechargen (erkennbar an den Angaben der fortlaufenden Nummern von - bis) vorgenommen. Die Begleitlisten sind in den Akten der Schachanlage Asse II geordnet nach Abfallverursacher und Einlagerungsjahr abgelegt. Es existieren 2 Versionen für die schwachaktiven Abfälle (von 1971 und 1975) und eine Version für die mittlerradioaktiven Abfälle (von 1972), die sich bis auf die o.g. Variationen in den Spaltenangaben prinzipiell gleichen. Der Entwurf der MAW-Begleitliste aus den Annahmebedingungen für MAW von 1976, in dem nur noch ODL-Angaben für den Abschirmbehälter vorgesehen waren, kam nicht zur Anwendung.

Neben den tabellarischen Auflistungen der Abfalldaten enthalten alle Begleitlisten zwei weitere Felder. In dem Feld rechts neben den Abfalldaten sind Angaben über den Abfallanlieferer einzutragen. In diesem sind der Transporteur, die Unterschrift des Strahlenschutzbevollmächtigten, Adresse und Telefonnummer, sowie die rechtsverbindliche Unterschrift des Anlieferers über die Einhaltung der Annahmbedingungen vorgesehen. Zusätzlich wird unten im Feld der gewünschte Ablieferungstermin abgefragt.

Unter den Abfallangaben ist ein Raum für Vermerke der GSF vorgesehen. In diesem wird u.a. die Übernahme der Abfälle mit dem Übernahmedatum bestätigt.

In den Abfalldokumenten wurden Begleitlisten mit Datumseinträgen vom 02.11.1971 bis 09.02.1979 vorgefunden. Bei den nach dem 31.12.1978 datierten Begleitlisten handelt es sich um Nachmeldungen der GNS für vorher abgelieferte Abfälle. Unter gewünschten Ablieferungstermin erhalten diese Dokumente entweder keine Eintragung, oder den Vermerk „bereits erfolgt“. Das späteste in der Annahmestätigung der GSF aufgeführte Annahmedatum ist der 29.12.1978.

5.6 FRACHTBRIEFE

In den Frachtbriefen sind u.a. Daten über den Absender, den Transporteur, die Massen der Gebinde sowie ggf. die Anzahl der Gebinde je Transport enthalten.

Da es sich bei den Frachtbriefen um Durchschläge handelt ist die Mehrzahl der Unterlagen schwer lesbar. Für den Zeitraum der ersten vier Einlagerungsphasen liegen Frachtbriefe mit Datum vom 04.04.1967 bis 25.03.1971 vor. Für die Zeiträume von Juli bis Oktober 1967, März 1968 bis Oktober 1969, April bis Dezember 1970 und März bis Juli 1971 sind keine Frachtbriefe vorhanden. Die ersten drei Lücken sind durch Unterbrechungen zwischen den ersten vier Einlagerungsphasen begründet, die auch anhand der Fassbücher nachvollzogen werden können. Für die letzten drei Monate der 4. Versuchsphase (Datenlücke vom März bis Juli) liegen keine Frachtbriefe vor. Für den Zeitraum vom 01.11.1971 bis 29.12.1978 („Langzeitversuchseinlagerung“) waren nach erster Durchsicht der Frachtbriefe keine Datenlücken erkennbar.

FRACHTBRIEF⁽¹⁾ Die Höhe der Frachtpreise, die Gebühren für die Einlagerung des Abfalls, die Gebühren für die Beförderung des Abfalls und die Gebühren für die Beförderung des Abfalls sind in den Tarifverträgen der Eisenbahn festgelegt. Die Ziffern (7)-(11) sind nur für die Beförderung des Abfalls auf der Rückseite des Frachtbriefes.

1 Absender - Postanschrift -
GESELLSCHAFT FÜR KERNFORSCHUNG M.B.H.
 7500 Karlsruhe, Postfach 36 40

2 Empfänger - Postanschrift -
Gesellschaft f. Strahlenforschung mbH.
 Betriebsabtl. Tieflagerung
 Schacht Asse II
 Remlingen, Kreis Weifenbüttel

3 Bestimmungsbahnhof / Ort
Wendessen

4 Kundennummer
 0067
 0059

5 Wagen (3)
 21-80-
 4379024-6
 605 haabs

6 Lastgrenze
 40
 19526

7 Bahnhöfe für Zoll- oder Steuerbeh.

8 Land
 urspr. endgültig

9 Einheitsabgabe

10 Bei Stückgutem Buchst. (Zahn) u. Nr. (II/II)

11 Anzahl

12 Art der Verpackung

13 Inhalt

14 Inhaltliche Beschreibung des Abfalls

15 Radioaktive Stoffe, Klasse IV b, Ziffer 5 der Anlage C zur EVO / des RID Beschaffenheit des Gutes und Verpackung entsprechend den Vorschriften der Anlage C zur EVO des RID

16 Wichtige Gewicht in kg

17 Referenznummer

18 Benachrichtigt durch

19 Fernsprecher

20 Post

21 Telegramm

22 bereitgestellt am Stk.

23 Lager (Stand-) geltefrei bis Stk.

24 Einzelnachweis des Barverschlusses oder der Nachnahme (10)

25 km

26 Masch. Versandbuchung

27 Frachtwert (11)

28 Barverschub

29 Nachnahme

30 Vorfahrt

31 Summe D

32 Stempel des Bestimmungsbahnhofs

33 Weigestempel

34 Eisenbahn

35 Eisenbahn

36 Eisenbahn

37 Eisenbahn

38 Eisenbahn

39 Eisenbahn

40 Eisenbahn

41 Eisenbahn

42 Eisenbahn

43 Eisenbahn

44 Eisenbahn

45 Eisenbahn

46 Eisenbahn

47 Eisenbahn

48 Eisenbahn

49 Eisenbahn

50 Eisenbahn

51 Eisenbahn

52 Eisenbahn

53 Eisenbahn

54 Eisenbahn

55 Eisenbahn

56 Eisenbahn

57 Eisenbahn

58 Eisenbahn

59 Eisenbahn

60 Eisenbahn

61 Eisenbahn

62 Eisenbahn

63 Eisenbahn

64 Eisenbahn

65 Eisenbahn

66 Eisenbahn

67 Eisenbahn

68 Eisenbahn

69 Eisenbahn

70 Eisenbahn

71 Eisenbahn

72 Eisenbahn

73 Eisenbahn

74 Eisenbahn

75 Eisenbahn

76 Eisenbahn

77 Eisenbahn

78 Eisenbahn

79 Eisenbahn

80 Eisenbahn

81 Eisenbahn

82 Eisenbahn

83 Eisenbahn

84 Eisenbahn

85 Eisenbahn

86 Eisenbahn

87 Eisenbahn

88 Eisenbahn

89 Eisenbahn

90 Eisenbahn

91 Eisenbahn

92 Eisenbahn

93 Eisenbahn

94 Eisenbahn

95 Eisenbahn

96 Eisenbahn

97 Eisenbahn

98 Eisenbahn

99 Eisenbahn

100 Eisenbahn

Abb. 8: Frachtbrief

5.7 KERNBRENNSTOFFMELDUNGEN

Soweit vorgesehen wurden bei den Angaben über die radionuklidspezifische Aktivität in den Begleitlisten die Masse und Art der mit den Abfällen angelieferten Kernbrennstoffe aufgeführt.

Erste Unterlagen, die eine gesonderte Auflistung der Kernbrennstoffe u.a. für die Meldung an Euratom enthalten, sind aus der ersten Einlagerungsphase vom Februar 1968 und stammen von der Kernreaktorteile GmbH (KRT). Für den Zeitraum „Langzeitversuchseinlagerungen“ wurden gesonderte Unterlagen über die Summen der Kernbrennstoffmengen in bestimmten Lieferzeiträumen von drei Anlieferern (KFA-Jülich, Kraftwerksunion und GFK/KFK) erstellt. In den Akten sind diese Unterlagen zwischen den Begleitlisten verteilt nach Erstelldatum chronologisch abgelegt. Die überwiegende Mehrzahl der Kernbrennstoffmeldungen stammt von der Abteilung HDB der Kernforschungsanlage Karlsruhe (GFK/KFK).

In den Untersuchungen, die im Auftrag der GSF zum Abfallinventar durchgeführt wurden, (GSF 2000) wurde darauf hingewiesen, dass nicht immer Übereinstimmung zwischen den Kernbrennstoffangaben auf den Begleitlisten der GFK/KFK und denen auf den Kernbrennstoffmeldungen festzustellen war. Dies wurde auf nachträgliche genauere Neuberechnungen der Abfallverursacher zurückgeführt, die erst in den späteren Kernbrennstoffmeldungen berücksichtigt worden sind.

Bis zum 05. Dezember 1977 wurden die Kernbrennstoffmeldungen mit Formblättern versendet, die von der GSF auszufüllen und an die GFK/KFK zurückzusenden waren. Diese wurden zu Beginn „Materialbegleitschein für Kernbrennstoffe aus dem Bereich eines Strahlenschutzverantwortlichen (SSV) in den Bereich eines anderen SSV“ und später „Lieferschein/Versandschein für Kernbrennstoffe der Gesellschaft für Kernforschung mbH, Karlsruhe“ genannt. In den Formblättern waren die bei der Schachtanlage Asse II empfangenen Kernbrennstoffmengen für den Lieferzeitraum der entsprechenden Kernbrennstoffmeldung einzutragen. In den Materialbegleitscheinen waren zudem die Art der Verpackung und die Dosisleistung an der Außenseite der Verpackung zu vermerken. Die Scheine wurden jeweils vom SSV der Schachtanlage Asse und vom SSV in Karlsruhe unterschrieben. Sie wurden von der GFK/KFK benötigt um den Ausgang der Kernbrennstoffe aus ihrer Materialbilanzzone und den Eingang bei der Schachtanlage Asse II zum Zwecke der Endlagerung nachzuweisen. Die neueren Formblätter enthalten daher ein Feld in dem der Verwendungszweck der erhaltenden Kernbrennstoffe anzuzeigen war.

Nr.: 040

GESELLSCHAFT FÜR KERNFORSCHUNG M.B.H.
KARLSRUHE

Gesellschaft für Kernforschung m.B.H. (KfK) Karlsruhe 1, Postfach 2646
Herrn Kleimann
Institut für Tiefelagerung
Technische Abteilung
3341 Remlingen 75 KARLSRUHE
Salzbergwerk Asse II WEBERSTRASSE 5

UNSER ZEDERN UNSERE ZEDERN
ADB-B/Wa/81 PASSEFUT TAG
2158 7. Juni 1974

BETRIEB:

Sehr geehrte Herren!

Hiermit bitten wir um die Bestätigung der bei Ihnen angelieferten kernbrennstoffhaltigen Abfälle. Sie erhielten im Monat Mai 1974

18 Betonabschirmungen
7 Stahlfässer
mit kernbrennstoffhaltigen Abfällen. Darin waren enthalten:

Table with 4 columns: Am, Nr., U-235, Pu-239. Rows include specific quantities for Am 2.5.74, Am 9.5.74, and a total (Gesamt).

Wir bitten Sie, die beiliegende Liste zu unterschreiben und an uns zurückzuschicken. Für Ihre Bemühungen im voraus besten Dank.

Mit vorzüglicher Hochachtung
GESELLSCHAFT FÜR KERNFORSCHUNG M.B.H.

i.V. i.A.

Anlage
Post: 75 Karlsruhe 1 Postfach 2646
Kernforschungszentrum Karlsruhe
Leopoldshafen bei Karlsruhe
Farnspeicher: 072471 821 bei Durchwahl 82...
Fernschreiber: 7826765
Deutsche Bank AG Karlsruhe, Dresdner Bank AG Karlsruhe, Creditreform AG Karlsruhe
Vorstand: Dr. Rüdiger Hagemann, Geschäftsführer: Dr. Rüdiger Hagemann, Prof. Dr. Otto Hassel
Handelsregister: Amtsgericht Karlsruhe HRB 302

MATERIALBEGLEITSCHIN Nr. 028
Für Kernbrennstoffe aus dem Bereich eines Strahlenschutzverantwortlichen (SSV) in den Bereich eines anderen SSV.
Absender-Erzeuger: Ges.f. Kernforschung m.B.H. Leopoldshafen
Empfänger: Inst. für Strahlenschutz Umweltforsch. Abt. Tiefelagerung Asse
Bezeichnung des Stoffs: Radioaktive Abfälle
Zusammensetzung / in Form von: Pu, U, MO, usw.
Ab- und Anreicherung in %: div.
Urrrechnungsfaktor:
Gewicht des reinen Natur-Urangehalts:
Gewicht des reinen Gehalts an anger. U.:
Gewicht des reinen Plutoniumgehalts:
Art der Verpackung: 18 Betonabschirm. + 7 Stahlfässer
Vertragsnummer:
Projektnummer:
Dosisleistung an der Außenwand der Verpackung:
Strahlenschutzvermerk:
Bemerkungen: Die Abfälle sind betoniert bzw. bituminisiert
Der Empfänger bestätigt durch seine Unterschrift seine Verantwortlichkeit und die Meldepflicht.

Abb. 9: Kernbrennstoffmeldung und zugehöriger Materialbegleitschein

Zu den Kernbrennstoffmeldungen, die ab dem 17.02.1978 erstellt wurden waren keine Materialbegleitscheine auffindbar. Möglicherweise wurden diese von Karlsruhe nicht mehr gefordert, da keine entsprechenden Formblätter mehr zu den Meldungen beigelegt wurden. In dieser Zeit wurde für jedes einzelne Gebinde ein Begleitschein mitgeliefert in dem u. a. auch die Kernbrennstoffmenge des Gebindes aufgeführt wurde. Der Begleitschein wies ein Unterschriftfeld für den Empfänger (Schachtanlage Asse) auf, in dem dieser die Annahme zu bestätigen hatte. (s. auch Kap. 5.3, Abb. 5).

6 KENNZEICHNUNGEN DER ABFALLGEBINDE

Zur Frage der Möglichkeit der Zuordnung von Abfallgebinden zu Einlagerungsdokumenten wurden Befragungen von langjährigen und ehemaligen Mitarbeitern der Asse durchgeführt, die mit der Einlagerung der radioaktiven Abfälle befasst waren. Die Befragungen haben ergeben, dass lediglich die ersten ca. 1000 Gebinde Nummerierungen erhielten, die den Eintragungen im Fassbuch entsprachen. Sofern diese Beschriftungen noch erhalten sein sollten, würde dies für die erste Einlagerungsphase eine Zuordnung von Abfallgebinden zu Einlagerungsdokumenten erlauben. Später eingelagerte Gebinde erhielten keine entsprechenden Beschriftungen.

Weitere auf Bildern aus der Zeit der „Langzeitversuchseinlagerung“ nach 1971 erkennbare Gebindebeschriftungen sind zumeist ein bis maximal dreistellig und stellen demnach keine logische Fortsetzung der bereits zu diesem Zeitpunkt vierstelligen fortlaufenden Nummerierung der GSF dar. Für einen Teil dieser Beschriftungen existieren jedoch Belege in den Einlagerungsdokumenten. Diese stammen demnach nicht von der GSF sondern von den Abfallanlieferern. Insbesondere Gebinde der KFA Jülich auf Fotos aus der Anfangszeit der Einlagerungen tragen typische Nummern (z.B. Jülich Nummer DE-124567) die teilweise auch in den Einlagerungsdokumenten aufgeführt sind. Zusätzlich sind auf Fotos aus der Zeit nach Dez. 1978 vereinzelt auf die Gebinde geschriebene Transportnummern (z.B. 33/78) der KFK sichtbar. Eine entsprechende unvollständige Transportliste liegt dem BfS vor (s. Kap. 5.3).

7 ABFALLDOKUMENTATIONEN BEI DEN ABFALLVERURSACHERN

Bei den verschiedenen Abfallverursachern liegen bzw. lagen ebenfalls Unterlagen (Abgangslisten, Fassbücher etc.) über die Abfälle, die an die Schachanlage Asse abgeliefert wurden, vor. Das BfS hat keinen direkten Zugriff auf diese Unterlagen. Der Bericht der AG Asse Inventar Projektgruppe Jülich (HMGU 2010) stützt sich u.a. auf Unterlagen bzw. Auskünfte, die von den Abfallverursachern stammen. Ein wesentliches Ergebnis aus HMGU (2010) war, dass viele der mehr als 30 Jahre alten Unterlagen bei den Abfallverursachern gar nicht mehr existieren.

Vom Helmholtz Zentrum München wurde dem BfS ein Fassbuch der GSF Neuherberg (ehemalige Landessammelstelle Bayern) zur Verfügung gestellt. Das Fassbuch enthält Eintragungen aus den Jahren 1963 bis 1971. In diesem Fassbuch sind Daten zu an die Landessammelstelle angelieferten Abfällen wie Ablieferer, Fassart, Abfallart, enthaltene Radionuklide, Aktivität, Gewicht, Anliefer- und Ablieferdatum verzeichnet. Das Ablieferdatum entspricht dem Datum, an dem der jeweilige Abfallbehälter zwecks Weiterbehandlung oder Entsorgung an eine andere Institution abgegeben wurde.

Ein Teil der Unterlagen, die als Duplikate an die Abfallverursacher zurückgegangen sind, liegen jedoch auch auf der Schachanlage Asse II vor. Dies betrifft insbesondere die Begleitscheine der KFK für Einzelbinde (s. Kap. 5.3) und die Materialbegleitscheine die als Bestätigung der Kernbrennstoffmeldungen an den SSB der KFK unterschrieben zurückgesendet wurden.

In den Bestandsmeldungen der Schachanlage Asse, die gemäß StrlSchV jährlich an das Bergamt gesendet wurden, sind u.a. Auszüge aus einem Fassbuch der Landessammelstelle Bayern enthalten. Diese enthalten auch Angaben über radionuklidspezifische Aktivitäten der Abfälle, die den Detaillierungsgrad der Eingangsfassbücher der Schachanlage Asse übertreffen.

Diese Informationen über die Abfälle wurden und werden bei der Überprüfung des Inventars durch das BfS berücksichtigt.

8 ZEITLICHER ABLAUF DER EINLAGERUNG

Aus den vorliegenden Dokumenten wurde der zeitliche Ablauf der Einlagerung in die SchachtanlageASSE II abgeleitet. In den folgenden Graphiken (Abb. 10 bis Abb. 12) werden die Einlagerungsphasen der einzelnen Kammern und die Gebindeanzahlen pro Einlagerungsjahr dargestellt. Datengrundlage sind die Datenbank ASSEKAT und Einlagerungsdokumente (insbesondere Fassbücher).

Im ersten Drittel des Einlagerungszeitraumes bis 1971 wurden radioaktive Abfälle lediglich in den Kammern 4/750 und 1/750 eingelagert (s. Abb. 10). Diese Einlagerungen erfolgten in vier zeitlich voneinander getrennten Phasen. Die Phasen waren zwischen 3 und 6 Monaten lang. Insbesondere zwischen den Phasen 2 und 3 ist eine Einlagerungsunterbrechung von mehr als einem Jahr zu verzeichnen. In dieser Zeit fanden im Schacht II Sanierungsarbeiten statt.

SchachtanlageASSE II
Die ersten vier Versuchseinlagerungsphasen

												1/750 Gebinde 4.867-7.453																								1/750 Gebinde 6.926-10.326																							
4/750 Gebinde 1-1.722						4/750 Gebinde 1.723-4.326																		4/750 Gebinde 1.327-4.866						4/750 Gebinde 7.484-8.927																													
1,722 Gebinde						2,604 Gebinde																		3,127 Gebinde						2,875 Gebinde																													
04.04.67 1 04.07.67						20.10.67 2 04.04.68																		03.11.69 3 24.03.70						12.01.71 4 22.07.71 02.11.71																													
J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D												
1967												1968												1969												1970												1971											

Abb. 10: Die ersten vier Einlagerungsphasen

Ab 1972 wurde mit Beendigung der Beschickung von Kammer 1/750 im Rahmen der „Langzeitversuchseinlagerung“ die Einlagerung radioaktiver Abfälle in weitere Kammern aufgenommen. Die Einlagerungen in die LAW-Kammern 6/750 und 7/750, die abgesehen von der MAW-Kammer 8a/511 das höchste Nuklidinventar aufweisen, fand erst am Ende des Einlagerungszeitraumes zwischen 1977 und 1978 statt.

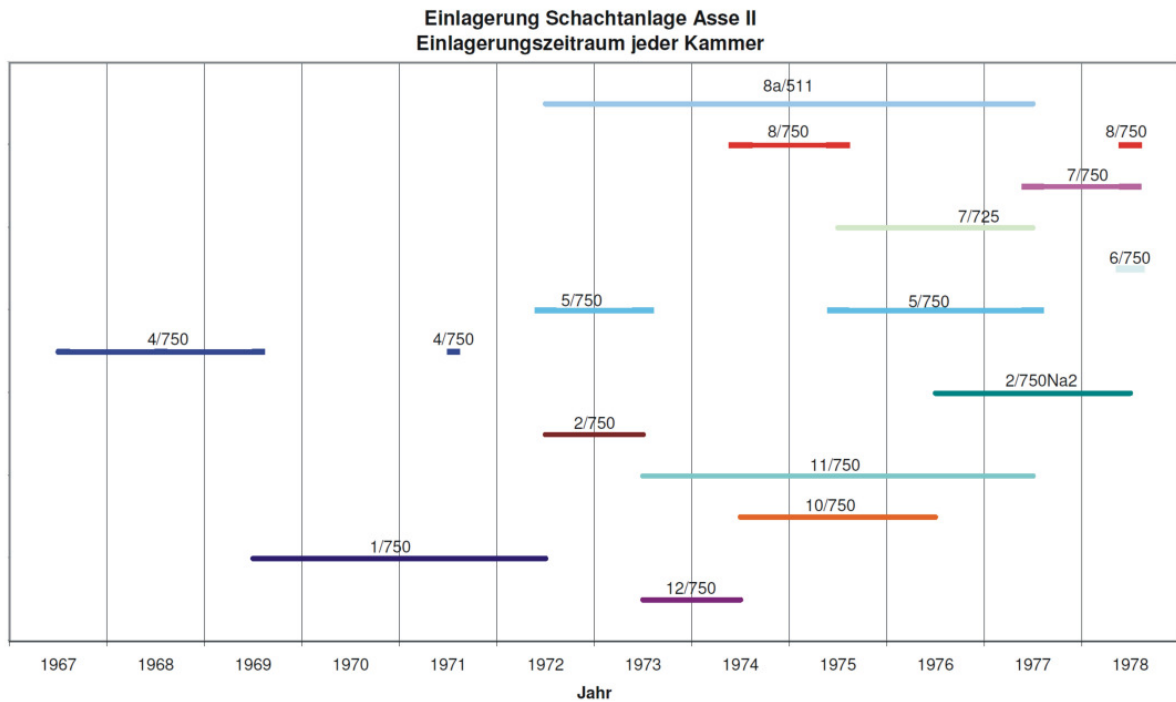


Abb. 11: Einlagerungsphasen in die einzelnen Kammern

Die Gebindeanzahlen je Einlagerungsjahr lagen bis 1970 unter 5.000, wobei nach 3.400 Gebinden im ersten Jahr 1967 eine Abnahme auf 926 Gebinde im zweiten Einlagerungsjahr zu verzeichnen ist. Ab 1971 ist eine Steigerung der Einlagerungszahlen festzustellen. Diese ist mit einer Zunahme von 19.307 Gebinde im vorletzten Einlagerungsjahr auf 30.045 Gebinde im letzten Einlagerungsjahr 1978 am höchsten.

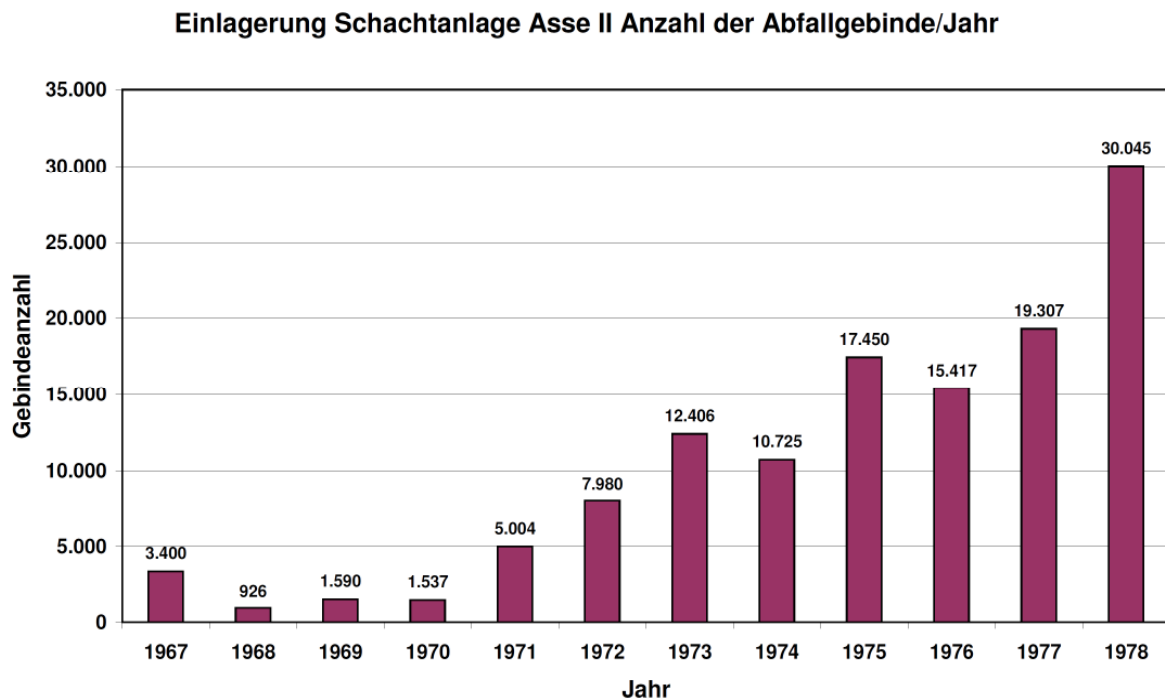


Abb. 12: Anzahl der jährlich eingelagerten Abfallgebände

9 ERKENNTNISSE AUS DEN RECHERCHEN

Sowohl zum Führen des Nachweises der Langzeitsicherheit als auch für die Rückholung der eingelagerten Abfälle ist es notwendig, ein radionuklidspezifisches Aktivitätsinventar für die einzelnen Einlagerungskammern zur Verfügung zu haben. Da Anhand der vorliegenden Einlagerungsdokumente ein solches nicht unmittelbar entnommen werden konnte, waren Lösungswege zu entwickeln, wie durch eine Nacherhebung abdeckende, abgesicherte und plausible Angaben zum Aktivitätsinventar ermittelt werden konnten. Hierzu liegen dem BfS die Berichte „Erstellung einer Datenbank zur Aktualisierung des Radionuklidinventars im Forschungsbergwerk Asse“ (GSF 2000) und "Bestimmung des radionuklidspezifischen Aktivitätsinventars der Schachanlage Asse" (GSF 2002b) vor. Darin wurden sowohl die Verhältnisse zum Zeitpunkt der Einlagerung als auch die aktuellen Kenntnisse über radioaktive Abfälle herangezogen. Insbesondere im Hinblick auf den Umfang der zu betrachtenden relevanten Radionuklide wurden die Endlagerungsbedingungen für das Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) und für das Endlager Konrad berücksichtigt.

Durch die gewählte Systematik bei der Aufarbeitung der wenigen vorhandenen Informationen ist es jedoch gelungen, Ansatzpunkte für eine realisierbare Nachdeklaration zu schaffen. Für die Ermittlung der radionuklidspezifischen Aktivitätsinventare wurden Nachdeklarationen des FZK (WAK) herangezogen, die sich 2009 als fehlerhaft herausgestellt haben. Zudem wurde erst 2009 bekannt, dass die Tritiumaktivität in den Einlagerungsdokumenten vermutlich zu gering angegeben war. Dennoch war der gewählte Weg nachvollziehbar und plausibel. Es wurden Radionuklide herangezogen, die im ERAM sicherheitsrelevant sind. Der Rahmen der gewählten RN enthält neben den für die Langzeitsicherheit relevanten RN auch solche, die einen großen Anteil an der Gesamtaktivität aufweisen. Es fehlen jedoch teilweise kurzlebige Radionuklide, die für eine mögliche Rückholung relevant sind. Die Darstellung der Ergebnisse ist mit der für das PFV Stilllegung ERAM vergleichbar.

Es kann festgestellt werden, dass bei der Bestimmung des radionuklidspezifischen Aktivitätsinventars der Schachanlage Asse II zur Führung eines Langzeitsicherheitsnachweises für die geplante Stilllegungsmaßnahme der GSF ein Vorgehen gewählt wurde, das auch im Rahmen eines Verfahrens nach AtG einen ausreichenden Tiefgang gewährleistet. Es wurde jedoch davon ausgegangen, dass die Angaben in den Abfalldokumenten richtig waren.

Um die Kenntnisse über das Abfallinventar zu verbessern hat das BfS Recherchen an vorliegenden Primärdaten durchgeführt. Ein Ziel dieser Ermittlungen war es die Informationen aus den Inventarberichten des ehemaligen Betreibers zu überprüfen und zu ergänzen.

Die weitergehenden Arbeiten des BfS gliedern sich in die Teilbereiche Abfalldokumentation und Betriebshistorie sowie Inventarüberprüfungen, Bewertung und ggf. Ergänzungen.

Im Rahmen der Schwerpunkte Abfalldokumentation und Betriebshistorie wurden alle vorliegenden Dokumente zum Abfallinventar (z. B. Begleitscheine, Annahmelisten, sonst. Unterlagen) erfasst, gesichtet und strukturiert. Im Rahmen dieser Arbeiten wurden 2009/2010 im Auftrag des BfS Recherchen in den Abfallunterlagen der Schachanlage Asse durchgeführt. Die hierbei gewonnenen Kenntnisse über Struktur und Informationsgehalt der Abfallunterlagen sind im vorliegenden Bericht in den Kap. 3 bis 5 erläutert. Eine Auswertung der gewonnenen Unterlagen wird derzeit durchgeführt.

Aufbauend auf der Abfalldokumentation werden ebenfalls die erfassten stofflichen Daten ausgewertet, auf Plausibilität geprüft und ergänzt. Eine Überarbeitung der Datenbank ASSEKAT mit den bis Ende 2009 vorliegenden neuen Erkenntnissen zum Abfallinventar wurde im Auftrag des BfS am 28.02.2010 fertig gestellt (GERSTMANN 2010). Auf Basis der überarbeiteten Datenbank ASSEKAT Version 9.2 wird mit Berücksichtigung der Ergebnisse der AG Asse Inventar (HMGU 2010) eine Überprüfung der Daten anhand der Einlagerungsdokumente vorgenommen.

Erste Ergebnisse der in Auftrag des BfS durch den TÜV SÜD durchgeführten Auswertung und Plausi-

bilitätsüberprüfung der Einlagerungsdokumente lagen im April 2011 vor (TÜV-SÜD 2011).

9.1 KLASSIFIZIERUNG RADIOAKTIVER ABFÄLLE

Im Bericht zum Asse-Inventar der HMGU (HMGU 2010) wurde versucht, der Frage auf den Grund zu gehen, welche und wie viele schwach-, mittel- und womöglich sogar hochradioaktive Abfälle (LAW, MAW und HAW) in der Schachtanlage Asse eingelagert worden sind.

Dazu ist eine grafische Darstellung herangezogen worden, nach der die Abfälle zur damaligen Zeit als LAW, MAW oder HAW deklariert werden konnten (Abb. 13). Diese Darstellung zur Abfallklassifizierung stellt jedoch lediglich eine grobe Orientierung zum Bezug zwischen Aktivitätsinventar und Klassifizierung dar. In dieser Abbildung gibt es Überschneidungsbereiche für diese drei Abfallkategorien. So ist ein Bereich zwischen ca. 10^{10} bis 10^{11} Bq/m³ ausgewiesen, in dem die Abfälle sowohl als schwach- als auch als mittelradioaktiv deklariert werden können sowie ein Bereich zwischen ca. 10^{14} bis 10^{15} Bq/m³ für eine Deklaration als mittel- oder auch als hochradioaktiv. Insbesondere die Überschneidung dieser Bereiche weist darauf hin, dass es auch noch weitere Kriterien gibt, die für eine Einstufung zugrunde zu legen sind. Die genaue Einstufung hängt daher auch von der Art des Abfalls, den enthaltenen Radionukliden (langlebig/kurzlebig), der Dosisleistung am Abfallgebinde, der Wärmeerzeugung usw. ab.

Allgemein gültige Klassifizierungen für radioaktive Abfälle gab es zur damaligen Zeit weder im nationalen noch im internationalen Bereich. Erst Anfang der 1980-er Jahre wurde von der IAEA ein Vorschlag zur qualitativen Klassifizierung radioaktiver Abfälle erarbeitet. Danach sind hochradioaktive Abfälle durch hohe Konzentrationen an kurzlebigen und an langlebigen Radionukliden, typischerweise im Bereich $5 \cdot 10^{16}$ bis $5 \cdot 10^{17}$ Bq/m³ charakterisiert. Ein weiteres Merkmal ist eine signifikante Wärmeerzeugung, die normalerweise über mehrere Jahrhunderte anhält. Zu solchen Abfällen werden Spaltprodukt- oder Actinidenlösungen oder verglaste Abfälle aus der Wiederaufarbeitung oder die abgebrannten Brennelemente selbst gezählt.

In Abhängigkeit von dem jeweiligen Zweck, für den die Abfälle klassifiziert werden sollten (z. B. für den Umgang mit den Abfällen bei einer Konditionierung, für den Transport oder für die Endlagerung der Abfälle) wurden spezifische Kriterien festgelegt. Lediglich für den Transport gab es bereits international einheitliche Bestimmungen, in anderen Bereichen gab es diese nicht. So legten Institutionen, die Abfälle behandelten oder zwischenlagerten, Kriterien für Aktivitäts- und Dosisleistungsbegrenzungen fest. Maßgeblich für diese Kriterien war, dass Begrenzungen der Personendosis für das Betriebspersonal einzuhalten waren und ggf. Abschirmungen zu verwenden waren.

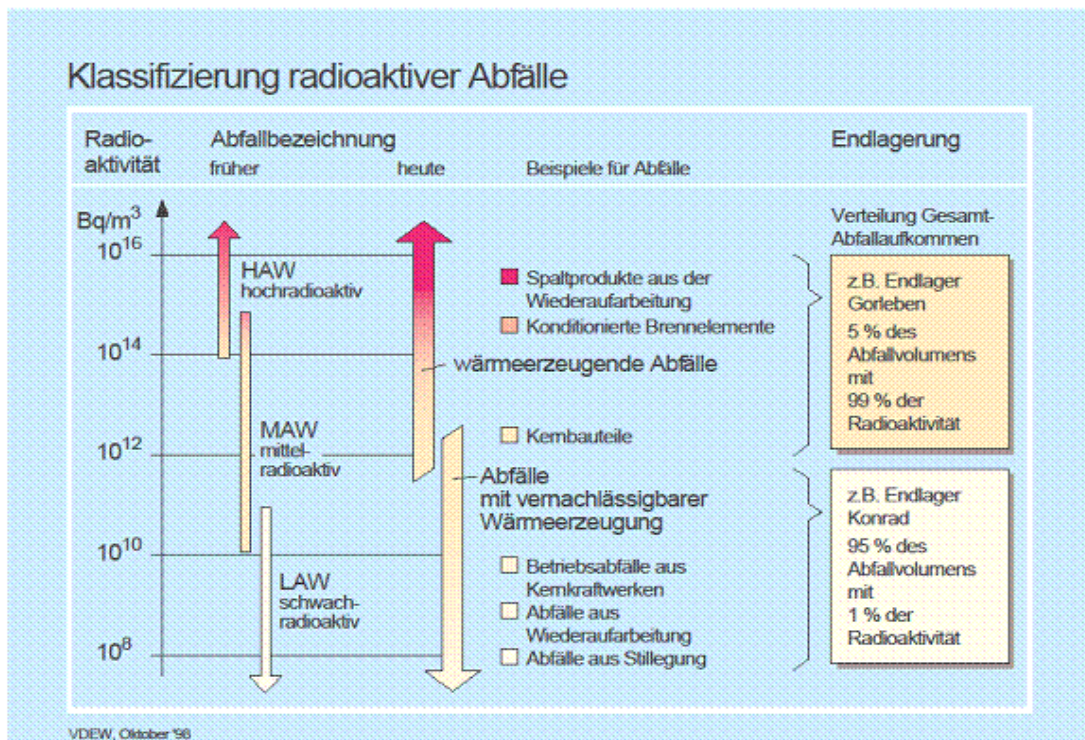


Abb. 13: Klassifizierung radioaktiver Abfälle (Quelle: ODOJ 2009)

Die in den Asse-Annahmebedingungen getroffenen Festlegungen zur Begrenzung des Aktivitätsinventars dienten weniger der Abgrenzung von LAW und MAW, sondern waren für Sicherheitsbetrachtungen und die Einholung der Einlagerungsgenehmigungen von Bedeutung. Die Annahmebedingungen für schwachradioaktive Abfälle enthielten folgende Festlegungen:

Dosisleistung: < 200 mrem/h (2 mSv/h) an der Gebindeoberfläche
 < 10 mrem/h (0,1 mSv/h) in 1 m Abstand
 (in Ausnahmefällen(10%) bis 1000 mrem/h (10 mSv/h) an der Gebindeoberfläche bzw.
 bis 50 mrem/h (0,5 mSv/h) in 1 m Abstand)

Aktivitätsinventar: abhängig von der Abfallart bis 5 Ci ($1,85 \cdot 10^{11}$ Bq) pro 200-l-Fass (Annahmebedingungen 1971 bzw. bis 10 Ci ($3,7 \cdot 10^{11}$ Bq) pro 200-l-Fass und bis 25 Ci ($9,25 \cdot 10^{11}$ Bq) pro Fass in einer Betonabschirmung (VBA) (Annahmebedingungen 1975)

Die „Vorläufigen Bedingungen“ von 1972 für die Annahme mittelradioaktiver Abfälle beinhalteten folgende Festlegungen:

Dosisleistung: Bindemittel-fixierte Konzentrate: bis 1.000 rem/h (10 Sv/h) an der Gebindeoberfläche
 feste aktivierte Abfälle: bis 10.000 rem/h (100 Sv/h) an der Gebindeoberfläche
 Brennelementhülsen: bis 100.000 rem/h (1000 Sv/h) an der Gebindeoberfläche
 < 200 mrem/h (< 2 mSv/h) an der Oberfläche des Abschirmbehälters
 < 10 mrem/h (< 0,1 mSv/h) in 1 m Abstand vom Abschirmbehälter

Aktivitätsinventar: Bindemittel-fixierte Konzentrate: bis 200 Ci/Fass ($7,4 \cdot 10^{12}$ Bq/Fass)
 feste aktivierte Abfälle: bis einige 10^3 Ci/Fass („einige“ $3,7 \cdot 10^{14}$ Bq/Fass)
 Brennelementhülsen: bis einige 10^4 Ci/Fass („einige“ $3,7 \cdot 10^{15}$ Bq/Fass)

Diese Festlegungen in den Asse-Annahmebedingungen waren für die Sicherheit während und nach dem Betrieb des Endlagers relevant und konnten sich durchaus von Festlegungen zu Aktivitäts- und Dosisleistungsbegrenzungen der Abfall abliefernden Firmen für deren internen Umgang mit den Abfällen unterscheiden. So war es möglich, dass Abfälle, die von der Entstehung bis zur Konditionierung als

mittelradioaktiv eingestuft wurden, nach Verpackung/Konditionierung zum Zweck der Endlagerung nach den Asse-Annahmebedingungen als schwachaktiv eingestuft und in den Kammern für LAW eingelagert werden konnten. Um dies zu erreichen, waren auch Zusatzabschirmungen innen oder außen an den Abfallgebinden zulässig. Dazu gehörten auch die Verlorenen Betonabschirmungen (VBA). Diese wurden speziell für die Verpackung von ursprünglich mittelradioaktiven Abfällen entwickelt und für die Endlagerung in den Kammern für schwachradioaktive Abfälle beantragt und genehmigt.

Abfälle für deren Umgang und den Transport eine besondere Abschirmung erforderlich war, sind als mittelradioaktive Abfälle auf der 511m-Sohle ohne diese Abschirmung eingelagert worden.

Eine Klassifizierung der Abfälle zum Zeitpunkt der Einlagerungen ist für die mögliche Rückholung der radioaktiven Abfälle und die Stilllegung der Schachanlage Asse nicht von Relevanz. Maßgeblich wäre für den Umgang mit den Abfällen die Aktivität und die Dosisleistung zum Zeitpunkt einer Rückholung.

9.2 KAMMERSPEZIFISCHES INVENTAR

Nach Überprüfung des Radionuklidinventars in den Jahren 2009/2010 wurden diese Daten aktualisiert. Auf Grundlage der Datenbank ASSEKAT (Stand 01.02.2010) wurde die Verteilung der alpha- sowie beta- und gamma-Strahler in den einzelnen Kammern ermittelt und grafisch dargestellt.

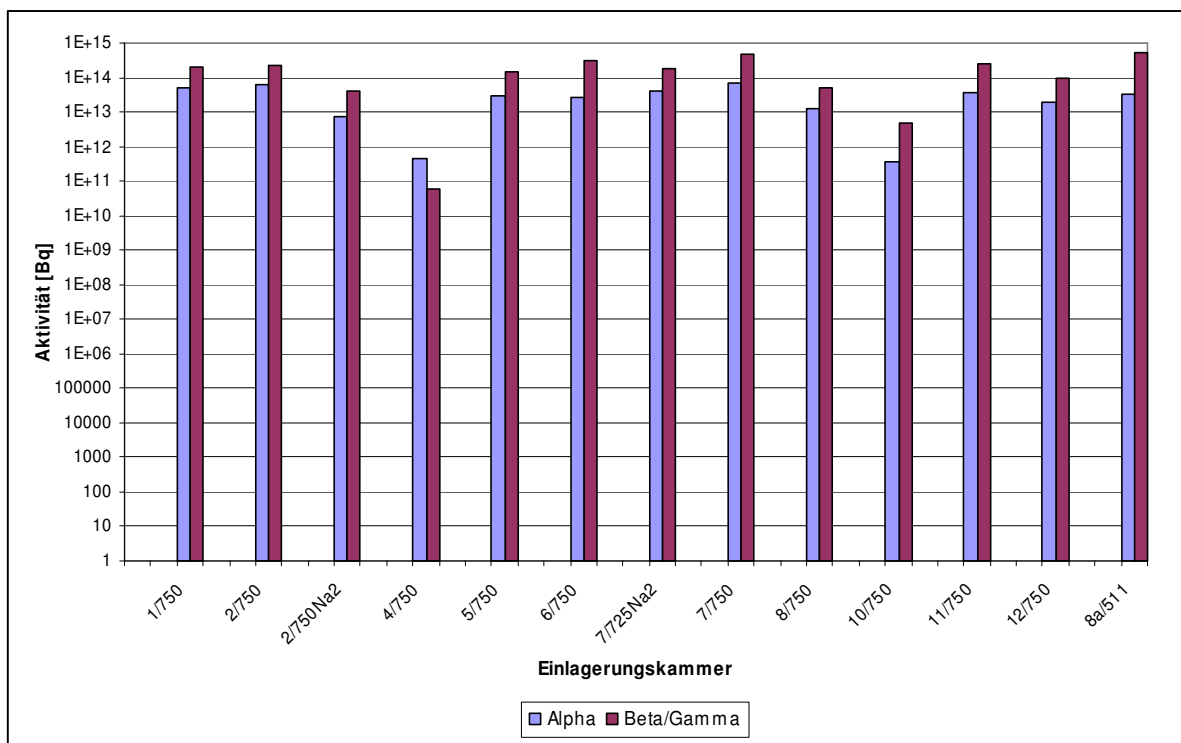


Abb. 14: Abfallinventar, kammerspezifische Aktivitäten (logarithmisch skaliert)

Das aus den Berechnungen mit der ASSEKAT sich ergebende Inventar in der Schachanlage Asse II beläuft sich auf ca. $2,9 \cdot 10^{15}$ Bq, davon sind ca. $2,5 \cdot 10^{15}$ Bq beta-/gamma-Aktivität und ca. $3,9 \cdot 10^{14}$ Bq alpha-Aktivität. Die Aktivitätswerte beziehen sich auf den Stand 01.01.2010.

Zur besseren Darstellung der alpha-Aktivitäten wurde in der Graphik (Abb. 14) eine logarithmische Skalierung gewählt. Bei linearer Darstellung werden die Größenverhältnisse anschaulicher (s. Abb. 15).

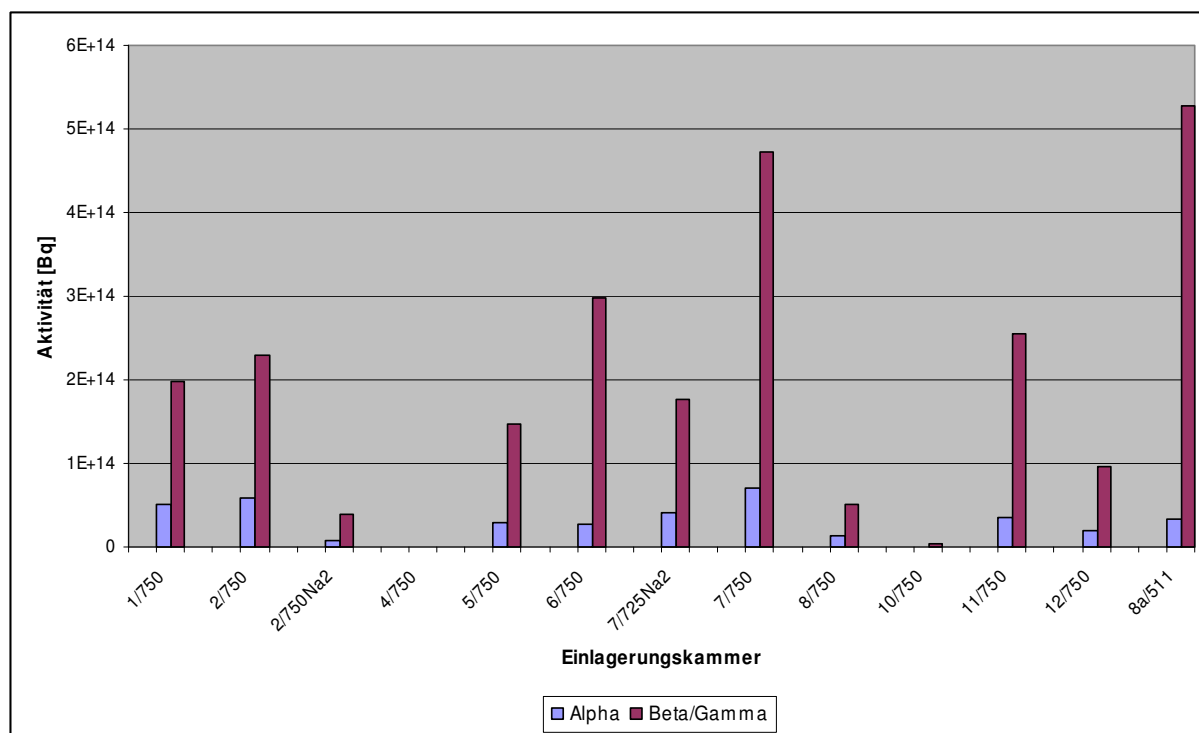


Abb. 15: Abfallinventar, kammerspezifische Aktivitäten (linear skaliert)

Abgesehen von der MAW-Kammer 8a/511 sind die höchsten Aktivitäten mit jeweils $> 3 \cdot 10^{14}$ Bq in den LAW-Kammern 6/750 und 7/750 vorhanden. Das Aktivitätsinventar allein liefert jedoch keine Aussage zur sicherheitlichen Relevanz der Abfälle in den jeweiligen Einlagerungskammern.

Nach Abschluss der Einlagerungen 1978 haben noch Umlagerungen stattgefunden. Die sich durch die Umlagerungen ergebenden Veränderungen bei der Aufteilung des Abfallinventars auf die einzelnen Kammern sind in der ASSEKAT eingearbeitet und werden bei der Inventarermittlung berücksichtigt.

9.3 HERKUNFT DER ABFÄLLE

Informationen über die Herkunft der Abfälle sind u.a. dem Bericht GSF (2002b) zu entnehmen. Zudem wurden Recherchen hinsichtlich der Frage unternommen, welcher Anteil der Abfälle des Forschungszentrums Karlsruhe dem Betrieb von Leistungsreaktoren und damit den EVU zuzuordnen ist.

9.3.1 KKW-Abfälle

In der Schachtanlage Asse II wurden insgesamt 125.787 Abfallgebinde eingelagert. Direkt von Kernkraftwerken der EVU und von der GNS wurden 21.898 Abfallgebinde zur Einlagerung an die Schachtanlage Asse II abgeliefert. Dies entspricht einem Anteil von ca. 17 % an der Gesamtanzahl der eingelagerten Gebinde. Weitere Firmen wie Steag, Nukem, Transnuklear und KWU lieferten 6.715 Gebinde aus dem KKW-Bereich. Damit beträgt der Anteil der Abfallgebinde aus dem KKW-Bereich ca. 23 %.

Der überwiegende Anteil der in der Schachtanlage Asse II eingelagerten Abfälle stammt aus dem Forschungszentrum Karlsruhe bzw. aus der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe (WAK). Ein Teil der WAK-Abfälle stammt aus der Wiederaufarbeitung von abgebrannten Brennelementen der Kernkraftwerke. Von den 61.189 Abfallgebänden, die die WAK (über das Forschungszentrum Karlsruhe) an die

Schachtanlage Asse II abgeliefert hat, sind schätzungsweise ca. 28.200 Abfallgebinde auf Kernkraftwerke mit Leistungsreaktoren zurückzuführen. Allerdings gingen diese Abfälle in das Eigentum der WAK über. Weitere 17.833 Gebinde stammen aus dem Heißdampfreaktor Großwelzheim und dem Mehrzweckforschungsreaktor Karlsruhe, die von Tochter- oder Vorgängerunternehmen heutiger EVU betrieben wurden und damit bedingt diesem Abfallverursacherkreis zuzuordnen sind. Da fast ausschließlich abgebrannte Brennelemente aus Anlagen der besagten Unternehmen wiederaufbereitet worden sind, sind die Betriebsabfälle der Wiederaufarbeitungsanlage des Forschungszentrums Karlsruhe (9.885 Gebinde) aus den Abfällen der EVU hervorgegangen. Auch KWU, die Nukem und Transnuklear lieferten 2.285 Abfallgebinde von diesen Reaktoren an die Asse. Unter Einbeziehung dieser Abfallgebinde würden damit insgesamt 86.785 der in der Schachtanlage Asse II eingelagerten Gebinde von den EVU und der GNS stammen. Das sind ca. 69 % aller eingelagerten Abfallgebinde.

9.3.2 FZK-Abfälle

Das Forschungszentrum Karlsruhe lieferte sowohl eigene Abfälle, d. h. Abfälle der auf dem Gelände befindlichen kerntechnischen Anlagen an die Schachtanlage Asse II ab, als auch Abfälle, die das FZK als Dienstleister für andere Einrichtungen bearbeitete und lagerte (Landessammelstelle Baden-Württemberg).

Bis Ende der 1980er Jahre war es das erklärte politische Ziel, in Deutschland eine eigene Wiederaufarbeitungsanlage zu errichten. Zu diesem Zweck wurde in Karlsruhe die von der Öffentlichen Hand finanzierte Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe (WAK) als Pilotanlage für die kommerzielle Wiederaufarbeitung in Wackersdorf errichtet. Sie diente vor allem dazu, Erfahrungen für Planung, Bau und Betrieb einer industriellen Wiederaufarbeitungsanlage zu sammeln. Die abgebrannten Brennelemente, die in der WAK wiederaufgearbeitet wurden, kamen aus Forschungs- und Leistungsreaktoren. Diese Pilotanlage war Bestandteil eines nationalen Forschungsprogramms. Daher wurden auch die vom Forschungszentrum Karlsruhe stammenden radioaktiven Abfälle an die Schachtanlage Asse II abgegeben.

9.3.3 Abfälle aus Sammelstellen

Radioaktive Abfälle, die in kleineren Mengen in industriellen, medizinischen und Forschungseinrichtungen angefallen waren, sind über diverse Sammelstellen erfasst, konditioniert und an die Schachtanlage Asse abgeliefert worden. Zu diesen Sammelstellen gehörten:

- GSF Neuherberg, Landessammelstelle für Bayern (GSF Nhg.)
- KFA Jülich, Landessammelstelle für Nordrhein-Westfalen
- GKSS Geesthacht, Landessammelstelle für die norddeutschen Küstenländer
- HMI Berlin, Landessammelstelle für Berlin
- Mess- und Prüfstelle Kassel, Landessammelstelle für Hessen (MP, Hessen)
- Amersham/Buchler (AB)
- Steag (Herkunft wurde in den Begleitdokumenten angegeben)
- Transnuklear (Herkunft wurde in den Begleitdokumenten angegeben)

Auf Grund der sehr differenzierten Herkunft handelte es sich bei den von diesen Sammelstellen abgelieferten Abfällen um sehr unterschiedliche Abfallarten mit breit gefächelter stofflicher Zusammensetzung und mit unterschiedlichsten Nuklidvektoren. In der nachfolgenden Tabelle sind die Abfälle, die über eine Sammelstelle abgeliefert wurden, aufgeführt. Die Konditionierung durch Verwenden von Adsorptionsmitteln oder durch das Verlöten/Verschweißen in kleineren Innenbehältern weist darauf hin, dass diese Gebinde auch Abfälle mit flüchtigen Radionukliden wie Tritium, Radium oder Thorium

beinhalten.

Tab. 1: Abfälle aus Sammelstellen

Ablieferer	Anzahl	Behälter	Abfallart	Behandlung
AB	122	200-l-Fass	Erzrückstände (Ra-226)	betoniert
	1578	200-l-Fass	Mischabfälle, Laborabfälle	z. T. betoniert
	129	200-l-Fass mit 100-l-Innenbehälter	Mischabfälle, Laborabfälle (mit Ra-226)	keine Angabe
	4	400-l-Fass + 200-l-Innenbehälter	Papier, Geräte	betoniert
GKSS	499	200-l-Fass	Filter, Mischabfälle, Präparate	keine / keine Angabe
	25	200-l-Fass	Schlamm	betoniert
GSF, Nhg	50	200-l-Fass	Laborabfälle	Adsorptionsmittel
	13	200-l-Fass	Fällschlamm, Laborabfall	bituminiert
	44	200-l-Fass	Laborabfälle	verlötet
	17	200-l-Fass	Laborabfälle	mit Gips verfestigt
	4051	200-l-Fass	Laborabfälle, Messgeräte, Schrott	z. T. betoniert
	91	400-l-Fass	Laborabfälle, Boxabfälle, Filter	z. T. betoniert
	4	unverpackte Behälter	Verdampfer	Hohlräume betoniert
	2	Sonderverpackungen	Kästen mit Filtern	keine Angabe
	1	unverpackt	Bestrahlungsanlage (Co-60)	verschweißt, Blei
HMI, Berlin	1329	200-l-Fass	Mischabfälle, Laborabfälle	z. T. betoniert
	1133	200-l-Fass	Mischabfälle mit Glühstrümpfen (Th-haltig)	betoniert
	98	200-l-Fass	Glühstrümpfe, Th-haltige Abfälle, Präparate	Adsorptionsmittel
	1	200-l-Fass	aktivierte Metalle	Blei
	2	200-l-Fass	Plastik	eingelötet
	10	200-l-Fass + 100-l-Innenbehälter	veraschte Glühstrümpfe	verschweißt
	256	400-l-Fass z. T. mit 200-l-Innenbehälter	Mischabfälle, Laborabfälle, Filter	z. T. betoniert
	80	400-l-Fass	Mischabfälle mit Glühstrümpfen (Th-haltig)	z. T. betoniert
KFA, Jülich	212	200-l-Fass	Laborabfälle, Bauschutt, Filter	betoniert
MP, Hesen	38	200-l-Fass	Laborabfälle, Mischabfälle	Adsorptionsmittel
	203	200-l-Fass	Laborabfälle, Mischabfälle	z. T. betoniert
	89	400-l-Fass z. T. mit 200-l-Innenbehälter	Laborabfälle, Mischabfälle	z. T. betoniert
	3	Sonderverpackungen	Behälter mit Metall, Steinen	keine Angabe
Gesamt	10084			

In der Landessammelstelle Geesthacht fanden im Jahr 2000 Untersuchungen an 155 Abfallgebinden mit Altabfällen statt, die ursprünglich z. T. für die Einlagerung in der Schachanlage Asse vorgesehen waren. Die GKSS betreibt seit 1965 auf ihrem Gelände diese Landessammelstelle für die norddeutschen Küstenländer. Die Nutzungsordnung der Landessammelstelle orientierte sich zurzeit des Einla-

gerungsbetriebs in der Asse stark an deren Annahmebedingungen.

Durch die Verfügbarkeit des ERAM für die Einlagerung schwach- und mittelradioaktiver Abfälle wurden nach der Wende die in der Landessammelstelle Geesthacht lagernden radioaktiven Abfallgebände einer Sichtprüfung unterzogen, radionuklidspezifisch ausgemessen und soweit möglich entsprechend den Endlagerungsbedingungen ERAM dokumentiert.

Da der Einlagerungsbetrieb im ERAM im September 1998 beendet wurde und kein anderes Endlager zur Verfügung stand, musste ein Zwischenlagerungszeitraum von mehreren Jahren bzw. Jahrzehnten für die noch in der Landessammelstelle Geesthacht lagernden Abfallgebände angenommen werden. Bei Untersuchungen zeigte sich, dass für einen erheblichen Anteil dieser 155 Abfallgebände die Integrität über einen längeren Zwischenlagerungszeitraum nicht gewährleistet werden konnte. Weiterhin wurde in der Lagerhalle eine zunehmende Freisetzung von Radon-222 beobachtet. Es kam hinzu, dass sich die Dokumentation der Abfallgebände nicht in einem Zustand befand, der den Endlagerungsbedingungen für das ERAM bzw. für Konrad entsprach.

Angesichts dieser Situation wurde GKSS von der zuständigen Aufsichtsbehörde aufgefordert

- die Gebinde auf ihren Zustand zu untersuchen und Gebinde, bei denen innerhalb der nächsten 5 bis 10 Jahre eine Freisetzung von Abfallbestandteilen / Radionukliden zu besorgen ist, durch geeignete Maßnahmen in einen sicheren Zustand zu überführen;
- im Rahmen dieser Maßnahmen eine Nachdokumentation des Gebindeinventars entsprechend dem Stand der Technik vorzunehmen und
- die genannten Arbeiten vom TÜV Nord (Hamburg) gutachterlich begleiten zu lassen.

Bei diesen Umpackaktionen wurde festgestellt, dass bei einem Teil der Gebinde die Abfalldeklaration relativ gut und richtig entsprechend den damaligen Anforderungen erfolgt war. Für andere Gebinde waren die Angaben unvollständig und/oder fehlerhaft. Die als fehlerhaft deklariert bezeichneten Abfallgebände waren damals von der Fa. Amersham Buchler aus Braunschweig in bereits konditionierter Form in Geesthacht angeliefert worden. Die Abfälle und die entsprechenden Dokumentationen wurden ohne weitere Kontrollen in die Landessammelstelle übernommen.

Eine Übersicht über die Befunde bei der Durchführung von Sicherungsmaßnahmen an den Gebinden mit Altabfällen wurde dem BfS mit Schreiben des Ministeriums für Soziales, Gesundheit, Familie, Jugend und Senioren des Landes Schleswig Holstein vom 09.10.2009 übergeben. Die Untersuchungsergebnisse sind in Anlage 43 zusammen gestellt.

Von den untersuchten 155 Altgebinden stammten 77 Gebinde von der Fa. Amersham Buchler und 78 Gebinde von anderen Abfallablieferern. Von den 77 Gebinden der Fa. Amersham Buchler waren 35 Gebinde als betonierte und innen abgeschirmt angegeben. Bei der Öffnung dieser Gebinde stellte sich heraus, dass die Gebinde nicht durchgehend betonierte waren, sondern es befanden sich z. B. Bleiabschirmungen mit höheraktivem Inhalt darin oder Präparate und Ampullen. Das führte dann dazu, dass wegen der Abschirmung die tatsächliche Aktivität nicht zu erkennen war, die Dosisleistung an den Innenbehältern wesentlich höher war und dass in den Fässern bzw. in den Bleiabschirmungen freie Flüssigkeiten auftraten. Bei diesen Gebinden, die von Amersham Buchler in konditionierter Form an die Landessammelstelle abgegeben worden waren, wurde festgestellt, dass bei 9 Gebinden die tatsächliche Aktivität fehlerhaft deklariert worden war und bei 13 Gebinden die vorgefundenen flüssigen Abfälle der derzeit gültigen Benutzungsordnung der Landessammelstelle widersprachen.

Von der Fa. Amersham Buchler wurden 1971 weiterhin 19 Gebinde mit der Deklaration "Erzkonzentrat, Radium" an die Landessammelstelle abgegeben. Hier lag offensichtlich eine fehlerhafte Deklaration vor, denn bei der Nachmessung wurde Uran in der Zusammensetzung von Natururan gemessen.

Auf Grund dieser Untersuchungsergebnisse bestehen Unsicherheiten, ob das Radionuklid- und Stoffinventar der eingelagerten Abfälle seinerzeit immer korrekt angegeben wurde. Es ist deshalb nicht

auszuschließen, dass auch fehlerhaft deklarierte Abfälle der Fa. Amersham Buchler in die Schachanlage Asse eingelagert wurden.

9.4 MAW-INVENTAR

9.4.1 Erkenntnisse aus den TÜV-Untersuchungen 2008

Vollständigkeit der Angaben

Im Rahmen der Statusprüfung der Schachanlage Asse II im Sommer 2008 wurde im Auftrag des NMU das Inventar der MAW-Kammer durch den TÜV NORD überprüft (NMU 2008).

Ziel der Überprüfung war festzustellen, ob die in den vorläufigen Annahmebedingungen der GSF von 1972 festgelegten Werte zu Aktivitäten, Dosisleistungen und Kernbrennstoffgehalten durch die eingelagerten Abfälle eingehalten wurden. Ferner wurde eine Einstufung der Abfallgebinde als Wärme entwickelnder Abfall bzw. als Abfall mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung vorgenommen. Dazu wurden die Endlagerungsbedingungen für die Schachanlage Konrad als Bewertungsmaßstab herangezogen.

Die Begleitlisten zu Abfällen, die in die Kammer 8a/511 eingelagert wurden, wurden durch TÜV NORD EnSys Hannover hinsichtlich der Einträge in den o. g. Feldern mit den Angaben in den Tabellen „Begleitlisten“, „Chargen“, „Nuklide“ und „Kernbrennstoffe“ der Datenbank ASSEKAT zu 100 % verglichen.

Hierbei wurden in 19 Fällen Abweichungen zwischen den Begleitlisten und den Datenbank-Einträgen festgestellt. Die Übertragungsfehler wurden durch den TÜV korrigiert. Die Korrekturen sind in der aktualisierten Datenbank ASSEKAT 9.2 enthalten.

Angaben zu Kernbrennstoffmassen in den vom FZK abgelieferten Abfällen, die in der Kammer 8a/511 eingelagert wurden, liegen sowohl auf Begleitlisten als auch in Form von Kernbrennstoffmeldungen vor. Diese Angaben stimmen nicht in allen Fällen überein. Für die Berechnung radionuklidspezifischer Aktivitätsinventare wurden für Chargen, zu denen widersprüchliche Angaben zum Kernbrennstoffgehalt vorlagen, von der GSF die Angaben der Kernbrennstoffmeldungen herangezogen, da diese umfangreicher waren als die Angaben der Begleitlisten. Diese Vorgehensweise wurde vom TÜV als zulässig angesehen. Die Einträge in der Datenbank waren korrekt.

Prüfung des TÜV gegen die vorläufige Annahmebedingung der GSF für MAW von 1972

Den folgenden Ausführungen ist voranzustellen, dass die Annahmebedingungen für MAW der GSF von 1972 vorläufig waren. Die in den vorläufigen Annahmebedingungen der GSF von 1972 genannten maximal zulässigen Werte für die Aktivität und die Dosisleistung an der Gebindeoberfläche lagen mit „einigen“ 1000 Ci („einige“ $3,7 \cdot 10^{13}$ Bq) und 100.000 rem/h (1000 Sv/h) deutlich über den genehmigten Maximalwerten von max. 2000 Ci ($7,4 \cdot 10^{13}$ Bq) bzw. max. 1000 rem/h (10 Sv/h) lt. Genehmigung von 1971 und max. 500 Ci ($1,85 \cdot 10^{13}$ Bq) bzw. 5000 rem/h (50 Sv/h) lt. 3. Nachtrag von 1975. (s. Kap. 3.3.1)

Eine Überprüfung der Einhaltung der deklarierten Oberflächendosisleistung am unabschirmten Gebinde mit den in den vorläufigen Annahmebedingungen angegebenen Grenzwerten (je nach Abfallart zwischen 10 und 100.000 rem/h) ergab für zehn Gebinde, für die keine Angaben zu den Abfallarten existieren, mit max. 110 rem/h (1,1 Sv/h) eine Überschreitung des hierfür angesetzten strengsten ODL-Wertes von 10 rem/h (0,1 Sv/h).

Bei den Aktivitäten wurden für weitere 11 Gebinde Überschreitungen der in den Annahmebedingungen

angegebenen Grenzwerte (je nach Abfallart zwischen „einigen Ci“ und „einigen 10^3 Ci“) festgestellt. Die Überschreitungen liegen zwischen 12 % bei einem Fass mit betonfixierten Konzentraten und dem Faktor 10 bei zehn Gebinden, für die keine Angaben zu den Abfallarten existieren. Es wurden hierbei die strengsten Grenzwerte zugrunde gelegt.

Die in den vorläufigen Annahmebedingungen von 1972 angegebenen Grenzwerte für Kernbrennstoffe gehen auf die der GSF erteilten Genehmigungen nach §6 AtG der PtB zurück und betragen je Gebinde 200 g für U-235, 15 g für U-233 und 15 g für Pu. In allen vom TÜV NORD geprüften Gebinden liegen die deklarierten Kernbrennstoffmassen unterhalb der entsprechenden Grenzwerte. Die laut Deklaration in den MAW-Abfällen enthaltenen Kernbrennstoffmassen liegen weit unterhalb der für die Kammer 8a/511 genehmigten Gesamtmasse von 37,5 kg. Dies schließt jedoch nicht aus, dass die Kernbrennstoffkonzentration in einigen Gebinden über 15 g/100 kg liegen kann, womit die entsprechenden Gebinde nach der heutigen Definition als Kernbrennstoff gem. §2 Abs. 3 AtG gelten würden. Dieses wurde vom TÜV NORD nicht untersucht.

Zusammenfassend stellt die TÜV NORD EnSys Hannover GmbH fest, dass in der Kammer 8a/511 keine hochradioaktiven Abfälle (HAW) eingelagert wurden.

9.4.2 Überprüfung der MAW-Einlagerungen im Hinblick auf Einhaltung der genehmigten Grenzwerte anhand des MAW-Fassbuches

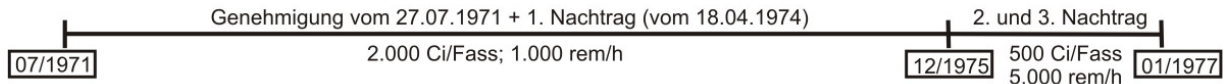
Aus den MAW Begleitlisten der GFK geht hervor, dass wie z.B. im November 1976 und im Januar 1977 MAW-Fässer mit hohen Dosisleistungen zwischen 5000 und max. 7000 rem/h (50-70 Sv/h) in die MAW-Kammer 8a/511 eingelagert wurden (s. auch Kap. 5.1; Fassbuch MAW). Nach den Genehmigungen des Bergamtes hätte damit eine Überschreitung der genehmigten Dosiswerte vorgelegen. Die Dosisleistungen lagen jedoch noch unter den maximal zulässigen Werten der zum Einlagerungszeitpunkt geltenden vorläufigen Annahmebedingungen der GSF für MAW vom September 1972.

Vor dem Hintergrund des o.g. Sachverhaltes wurde vom BfS eine Überprüfung des MAW-Fassbuches im Hinblick auf die genehmigten Grenzwerte vorgenommen. Diese steht unter dem Vorbehalt, dass es sich im Fassbuch um handschriftliche Eintragungen handelt, die z.T. undeutlich und schwer leserlich sind. Bei der Prüfung wurden daher nur die eindeutig lesbaren Einträge herangezogen.

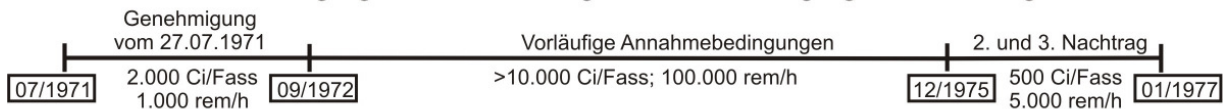
Nach den in Kap. 3.3.1 beschriebenen Vorgängen zu den MAW-Annahmebedingungen der GSF ergeben sich für die Genehmigungssituation im Zeitraum der MAW-Einlagerungen die in folgender Abb. 16 dargestellten drei Interpretationsmöglichkeiten.

MAW-Einlagerung in Kammer 8a/511
 Interpretationsmöglichkeiten der Genehmigungssituation
 resultierende Geltungszeiträume für maximale Aktivitäten und Dosisleistungen

Variante 1:
 Nur die Genehmigung und die Nachträge hatten Gültigkeit



Variante 2:
 Die Genehmigungen und die vorläufigen Annahmebedingungen hatten Gültigkeit



Variante 3:
 Variante 2, jedoch vorläufige Annahmebedingungen hatten Gültigkeit bis zum "Bergamtsvermerk"

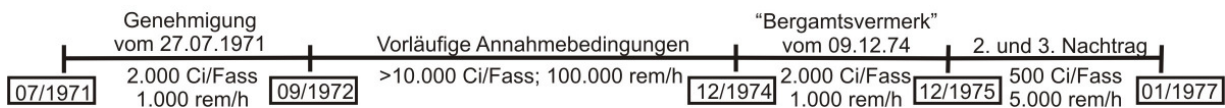


Abb. 16: Interpretationsmöglichkeiten der Genehmigungssituation MAW

In Variante 1 wird davon ausgegangen, dass die vorläufigen Annahmebedingungen niemals Gültigkeit gehabt hatten. Bei Anwendung der Genehmigungen ergeben sich für die maximal zulässigen Aktivitäten je Fass und die maximalen Dosisleistungen die aufgrund ihrer Höhe nur für ungeschirmte Abfälle gelten können, die strengsten Werte. Nach Vorlage der MAW Genehmigung bis zum 2. Nachtrag betrug demnach die maximale Aktivität 2.000 Ci/Fass und die maximal zulässige Dosisleistung 1.000 rem/h. Mit dem 2. Nachtrag wurden ab Dezember 1975 die geltenden Werte auf max. 500 Ci/Fass und max. 5.000 rem/h geändert.

Bei Variante 2 würden die vorläufigen Annahmebedingungen gelten, so dass von September 1972 bis zur Vorlage des zweiten Nachtrages Dezember 1975 die Maximalwerte von >10.000 Ci/Fass und 100.000 rem/h zulässig gewesen wären.

Ist unter Voraussetzung der für Variante 2 getroffenen Annahme der Vermerk des Bergamtes vom 09.12.1974 als Rücknahme der Duldung der vorläufigen Annahmebedingungen durch das Bergamt zu werten, hatten die Maximalwerte der vorläufigen Annahmebedingungen nur bis zu diesem Vermerk Gültigkeit. Vom Dezember 1974 bis zur Vorlage des zweiten Nachtrages im Dezember 1975 hätten dann zwischenzeitlich wieder die Maximalwerte der ersten MAW-Genehmigung gegolten (Abb. 16).

Folgende Tabelle veranschaulicht die anhand des MAW-Fassbuches feststellbaren Überschreitungen der Maximalwerte lt. MAW-Fassbuch für die verschiedenen Varianten:

Tab. 2: Überschreitungen der zulässigen Maximalwerte (Aktivität und Dosisleistung am **unabgeschirmten** Behälter) lt. MAW Fassbucheintragung

Max. Aktivität [Ci/Fass]	Max. Dosisleistung. [rem/h]	Datum	Charge	Gebinde	Variante 1	Variante 2	Variante 3
	4.000	28.10.1975	E2	1	x		x
	1.500	11.11.1975	E2	1	x		x
	1.500	28.11.1975	E2	1	x		x
	2.000	05.12.1975	E2	1	x		x
	2.000	09.12.1975	E2	1	x		x
750		02.03.1976	E2	2	x	x	x
750		05.03.1976	E2	2	x	x	x
875		23.03.1976	E2	2	x	x	x
875		26.03.1976	E2	2	x	x	x
1.000		30.03.1976	E2	2	x	x	x
1.000		27.04.1976	7V	1	x	x	x
	6.000	23.11.1976	7V	1	x	x	x
	7.000	18.01.1977	7V	7	x	x	x

Es ist festzustellen, dass zum Ende der MAW-Einlagerungen vereinzelte Überschreitungen der Aktivitäten und der maximalen Dosisleistungen an den **unabgeschirmten** Behältern vorgekommen sind.

Für die Variante 1 (nur die in den Genehmigungen und Nachträgen genannten Werte hatten Gültigkeit) liegen nach MAW-Fassbuch in 7 Chargen Überschreitungen der maximal zulässigen Dosisleistung an der Außenseite des unabgeschirmten Fasses und in 6 Chargen eine Überschreitungen der maximal zulässigen Aktivität pro Fass vor.

Bei Annahme der Variante 2 (die Werte der vorläufigen Annahmebedingungen waren bis zum 2. Nachtrag gültig) entfallen die Überschreitungen der maximal zulässigen unabgeschirmten Dosisleistung aus fünf Chargen die zwischen Oktober 1975 und Dezember 1975 angeliefert wurden. Da diese fünf Chargen auf den Zeitraum nach dem Vermerk des Bergamtes vom Dezember 1974 datieren, gleicht die Anzahl der Überschreitungen für Variante 3 der für Variante 1 (s. Tab. 2).

Gemäß den Genehmigungen des Bergamtes wie auch den vorläufigen Annahmebedingungen der GSF vom September 1972 durfte an der Außenseite des Abschirmbehälters eine maximal zulässige Dosisleistung von 200 mrem/h (0,2 rem/h) nicht überschritten werden.

In keinem der o.g. in Tab. 2 aufgelisteten Fälle wurde die maximal zulässige Dosisleistung an der Außenseite des Abschirmbehälters überschritten. Aus Sicht des betrieblichen Strahlenschutzes hatten sie demnach keine Bedeutung.

Für Überschreitung an der Außenseite des Abschirmbehälters (200 mrem/h) liegen lt. Fassbuch jedoch acht Beispiele aus dem Zeitraum vom Januar 1974 bis Mai 1975 vor. Mit Dosisleistungen zwischen 230 und 700 mrem/h sind die Überschreitungen überwiegend gering. Alle liegen unter den 1000 mrem/h, die in Einzelfällen jedoch nur bei den LAW zulässig waren. Nach der Einführung des für höhe-

re Dosisleistungen ausgelegten E2 Abschirmbehälters im August 1975 wurden keine weiteren Überschreitungen der maximal zulässigen Dosisleistungen an der Außenseite der Abschirmbehälter mehr registriert.

9.4.3 MAW auf der 750-m-Sohle

Die AG Asse Inventar PG Jülich hat in ihrem Abschlussbericht (HMGU 2010) dargestellt, dass auf der 750m-Sohle Abfälle mit besonderer Abschirmung als LAW eingelagert wurden. Der Inhalt vieler dieser Gebinde wies zum Zeitpunkt der Einlagerung eine Aktivitätskonzentration von mehr als $0,27 \text{ Ci/m}^3$ ($1 \cdot 10^9 \text{ Bq/m}^3$) auf. Dieser Wert stellt nach einer damals gebräuchlichen Abfallklassifizierung für Anlagen zur Behandlung und Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle die unterste Grenze zwischen LAW und MAW dar. Abfälle ab dieser Aktivitätskonzentration konnten bei den Abfallerzeugern i. Allg. nicht ohne Abschirmung gehandhabt werden. Sie galten demnach bei den Abfallerzeugern als MAW.

Durch eine Abschirmung, die dauerhaft mit dem Abfallbehälter verbunden war wurde in der Regel erreicht, dass die Oberflächendosisleistung von Gebinden mit derartigen Abfällen den Annahmebedingungen für LAW entsprach. Solche Gebinde konnten bei der Einlagerung in die Schachanlage Asse II ohne weitere Abschirmung gehandhabt werden. Sie sind als LAW auf der 750 m- und der 725 m-Sohle eingelagert worden.

Hervorgehoben wurden in HMGU (2010) die Gebinde mit sogenannten verlorenen Betonabschirmungen, die lt. Annahmebedingungen für LAW von 1975 in die Behälterkategorie f) einzustufen waren.

In HMGU (2010) wurde durch Auswertung des Datenbestandes der aktualisierten Datenbank ASSE-KAT 9.2 eine Gesamtzahl von 36.414 Gebinden ermittelt, die zum Zeitpunkt der Einlagerung eine Aktivitätskonzentration von mehr als $0,27 \text{ Ci/m}^3$ aufwiesen. Davon waren 14.494 Gebinde VBA-Gebinde mit mehr als $0,27 \text{ Ci/m}^3$. Bei Abzug dieser VBA-Gebinde verbleiben insgesamt 21.920 Gebinde, die der Kategorie e) (200 l-Fass in 400 l-Fass) oder anderen Gebinden z. T. mit inneren Abschirmungen zuzuordnen sind, die zum Zeitpunkt der Einlagerung ebenfalls Abfälle mit einer Aktivitätskonzentration von mehr als $0,27 \text{ Ci/m}^3$ enthielten.

Unter Berücksichtigung, dass die Aktivitäten mittlerweile abgeklungen sind, ergeben sich für LAW-Gebinde mit mehr als $0,27 \text{ Ci/m}^3$ für das Jahr 2010 nach HMGU (2010) folgende Zahlen:

Gesamtzahl: 23.174

LAW-Gebinde mit VBA: 13.673

LAW-Gebinde Kat e) und andere mit innerer Abschirmung: 9.501

Bei den zuletzt genannten Gebinden ist nicht von außen erkennbar, dass innere Abschirmungen vorhanden sind.

9.5 KERNBRENNSTOFFE

Während der Einlagerungsphase in der Schachanlage Asse II war lt. Begleitdokumenten und Kernbrennstoffmeldungen insgesamt eine Plutonium-Masse von ca. 28,1 kg deklariert worden. Bei der Erstellung des radionuklidspezifischen Aktivitätsinventars war diese Masse aus den im Abschlussbericht vom August 2002 (GSF 2002b) erörterten Gründen auf 9,6 kg reduziert worden. Dabei war irrtümlich davon ausgegangen worden, dass praktisch das gesamte Plutonium in den Abfällen aus der WAK stammte.

Wie im Jahr 2009 bekannt wurde, stammen tatsächlich nur ca. 9,6 kg des eingelagerten Plutoniums

aus der WAK. Weiteres Plutonium stammt von einer Reihe anderer Verursacher, die plutoniumhaltige Abfälle zur Konditionierung an die HDB des FZK abgegeben hatten. Zu diesen Verursachern gehören die Heißen Zellen des FZK, die Firma Alkem, das FZK-Institut für Heiße Chemie und das Europäische Institut für Transurane.

Im Hinblick auf diese im Jahr 2009 bekannt gewordenen Unstimmigkeiten sind umfassende Arbeiten zur Überprüfung sowohl des Kernbrennstoff- als auch des übrigen in der Asse eingelagerten Abfallinventars initiiert worden. Die von der Arbeitsgruppe des HMGU (HMGU 2010) erzielten Ergebnisse stimmen im Hinblick auf das Kernbrennstoffinventar mit der bis dahin erlangten Erkenntnis des BfS überein, dass die im Jahr 2002 vorgenommene Reduktion des Plutoniuminventars zurückzunehmen war. Gleiches betrifft die Uranmassen des FZK, jedoch in geringerem Ausmaß. Die entsprechenden Korrekturen wurden bei der Erstellung der Datenbankversion ASSEKAT 9.2 im Februar 2010 (GERSTMANN 2010) vorgenommen. Eine weitere Überprüfung ist durch die TÜV SÜD Industrie Service GmbH erfolgt (TÜV-SÜD 2011).

9.5.1 Kernbrennstoffmeldungen

Kernbrennstoffmeldungen der KRT aus Februar 1968

Im Rahmen der ersten Versuchseinlagerung wurden in Kammer 4/750 kernbrennstoffhaltige Abfälle der Kernreakortteile GmbH (KRT) eingelagert (s. auch Kap.9.7, Abschnitt *Prüfung auf Kernbrennstoffe in Kammer 4/750*). Genehmigunggrundlage war die Aufbewahrungsgenehmigung Nr. 138 PTB 1968 vom 04.01.1968 (Anlage 19).

Aus den Lieferscheinen der KRT vom 12.02.1968 und 19.02.1968 geht hervor, dass 4,147 kg, 4,676 kg und 491,203 kg überwiegend abgereichertes Uran und 0,017 kg, 0,108 kg und 1,191 kg U-235 angeliefert wurden. Für den 12.02.1968 existieren hierbei 2 Kernbrennstoffmeldungen, da irrtümlich ein Behälter mit radioaktivem Abfall nicht auf dem ursprünglichen Lieferschein vermerkt war. Der Irrtum wurde mit einer Nachmeldung behoben. Die Kernbrennstoffe der KRT waren auf 153 Stück 200-l-Fässer verteilt.

Kernbrennstoffmeldungen der KFA Jülich und der KWU

In den Abfallunterlagen wurden vier Kernbrennstoffmeldungen der Abteilung Dekontamination der KFA Jülich vom 29.01.1973, 16.02.1973, 18.11.1975 und 06.05.1975 vorgefunden. In diesen wurden die an die Schachanlage angelieferten Mengen an Natururan (U-nat), abgereichertem Uran (U-abgereichert) und Thorium (Th-nat) in kg angegeben, Zusätzlich wurden die Einzelnuklide U-235, U-238, U-233 und in zwei Meldungen Pu-239 aufgeführt. Die Mengenangaben sind auf Einzelgebinde aufgeschlüsselt aufgelistet und wurden summiert.

Von der Kraftwerksunion wurden drei Kernbrennstoffmeldungen aus dem Jahr 1978 (vom 15.12. sowie 19.05.1978 und eine mit unlesbarem Monat) vorgefunden. Diese gelten offensichtlich für lediglich je ein Fass und enthalten Angaben über den U-ges-Gehalt und in einem Fall über den U-235-Gehalt der Abfälle.

In folgender Tabelle sind die Summen aus den Kernbrennstoffmeldungen der KFA Jülich und der Kraftwerksunion aufgelistet.

Tab. 3: Kernbrennstoffmeldungen der KFA Jülich und der KWU

Absender	Datum	Uges (kg)	U-nat (kg)	Th-nat (kg)	U-abger. (kg)	U-235 (g)	U-233 (g)	U-238 (g)	Pu-239 (g)
KFA Jülich	29.1.1973		310,041	1189,347	31,601	255,713	3,920	1798,685	0,0500
KFA Jülich	16.2.1973		6,479	12,244					
KFA Jülich	6.5.1975		252,628	53,284	5,706	468,810	0,003	1027,740	
KFA Jülich	18.11.1975		49,508	12,810	6,646	56,750		459,720	0,0002
Summe Jülich			618,66	1267,69	43,95	781,27	3,92	3286,15	0,0502
Kraftwerksunion	1978				2,386				
Kraftwerksunion	19.5.1978	0,659	0,302		0,088	5,834			
Kraftwerksunion	15.12.1978				2,371				
Summe KWU		0,66	0,30		4,85	5,83			

Die in der Tabelle 3 aufgelisteten Kernbrennstoffmengen geben die Werte in den aufgefundenen Dokumenten wieder.

Kernbrennstoffmeldungen der GFK/KFK und Materialbegleitscheine der GSF

Die überwiegende Mehrzahl der Kernbrennstoffmeldungen, die in den Abfallunterlagen aufzufinden sind, stammt von der Abteilung HDB der Kernforschungsanlage Karlsruhe (GFK/KFK). Die Meldungen wurden im Zeitraum vom 12.04.1972 bis 03.01.1979 erstellt und betreffen Kernbrennstofflieferungen aus dem Zeitraum von November 1971 bis Dezember 1978.

In den Kernbrennstoffmeldungen sind die angelieferten Mengen Natururan (U-nat), U-235, Plutonium und Thorium angegeben. Bis zum 29.05.1973 wurden der gemeldete Lieferzeitraum, die gelieferte Fassanzahl und die Summen der Kernbrennstoffe angegeben. In späteren Meldungen ab dem 05.11.1973 sind die Angaben auf Chargen mit Anlieferungsdatum aufgeschlüsselt. In den Kernbrennstoffmeldungen ab dem 17.02.1978 wurden die Nummern der Begleitscheine (s. Kap. 5.3) aufgenommen. Diese erlauben eine Aufschlüsselung der ab Januar 1978 von der KFK angelieferten Kernbrennstoffgehalte auf Einzelgebinde.

In folgender Tabelle 4 sind Kernbrennstoffmeldungen und Materialbegleitscheine aufgelistet. Alle Begleitscheine und Kernbrennstoffmeldungen trugen oben rechts eine fortlaufende Nummerierung, die offensichtlich bei früheren Recherchen durch den ehemaligen Betreiber nachträglich eingetragen wurden.

Tab. 4: Kernbrennstoffmeldungen (KBM) und Materialbegleitscheine (MBS) der GFK/KfK.

Nr	Art	Datum		Unat (kg)	Th (kg)	U-235 (g)	Pu (g)
		Erstellung	Eingang Asse				
ohne	KBM	12.4.1972	Nov. 71-Mrz. 72	30,00			1288,90
	MBS	4.7.1972	Jun. 72	430,00	9,25	1855,00	1278,00
48	KBM	31.7.1972	Jul. 72	402,91		1206,87	1179,20
47	KBM	2.11.1972	Aug-Okt 72	53,27		289,00	2875,93
	MBS	5.12.1972	Nov. 72	34,72		363,71	1056,00
46	KBM	17.4.1973	Mrz. 73	151,91	2381,00	511,57	1588,31
45	KBM	29.5.1973	Apr. 73	77,18		190,17	431,39

Nr	Art	Datum		Unat (kg)	Th (kg)	U-235 (g)	Pu (g)
		Erstellung	Eingang Asse				
45	KBM	29.5.1973	Meldg. f. MAW	30,00		28,00	42,00
44	KBM	5.11.1973	Okt. 73	300,00		276,00	450,00
43	KBM	12.2.1974	Jan. 74	44,86	0,86	325,34	907,11
42	KBM	4.3.1974	Feb. 74	30,06		410,22	1009,35
41	KBM	10.5.1974	Apr. 74	30,00		540,00	748,00
40	KBM	7.6.1974	Mai. 74			134,00	50,00
39	KBM	10.12.1974	Jul-Nov 74	54,80		562,28	526,40
38	KBM	18.12.1974	Dez. 74	12,70		50,20	117,32
37	KBM	6.2.1975	Jan. 75	31,44		37,50	117,05
36	KBM	3.4.1975	Feb-Mrz 75	161,15		481,17	501,06
35	KBM	26.5.1975	Apr. 75	45,14		22,79	225,18
34	KBM	3.6.1975	Mai. 75	9,60		2,54	29,32
33	KBM	3.7.1975	Jun. 75	76,74		18,58	115,60
32	KBM	16.9.1975	Nachmeldg 2/75	2,93		75,00	4,61
32	KBM	16.9.1975	Jul-Aug 75	20,17		243,50	348,97
31	KBM	29.10.1975	Aug-Sept 75	22,76		115,54	343,81
30	KBM	1.12.1975	Okt. 75	83,81		269,12	651,83
30	KBM	1.12.1975	Nov. 75	38,15		244,71	741,87
29	KBM	14.1.1976	Dez. 75	862,79		198,25	1282,33
28	KBM	17.2.1976	Jan. 76	10,71		19,35	24,53
27	KBM	16.3.1976	Feb. 76	55,74		392,54	247,07
26	KBM	12.4.1976	Mrz. 76	59,52		569,91	365,82
25	KBM	18.5.1976	Apr. 76	47,12		340,19	181,39
24	KBM	11.6.1976	Mai. 76	22,97		140,69	391,58
23	KBM	21.9.1976	Jun-Aug 76	107,44	4,48	260,67	526,12
22	KBM	25.10.1976	Sep. 76	139,04		287,09	357,67
21	KBM	15.12.1976	Okt. 76	12,86		392,50	217,16
21	KBM	15.12.1976	Nov. 76	38,66	0,62	239,43	185,67
20	KBM	10.3.1977	Dez. 76	49,93	0,07	397,66	265,79
20	KBM	10.3.1977	Jan. 77	38,88		21,28	55,77
20	KBM	10.3.1977	Feb. 77	31,99	5,47	48,68	114,13
19	KBM	26.4.1977	Mrz. 77	31,48		116,31	202,86
18	KBM	20.6.1977	Apr. 77	130,68		140,94	54,93
18	KBM	20.6.1977	Mai. 77	22,35		124,90	33,55
18	KBM	20.6.1977	Jun. 77	5,79		31,14	8,31
17	KBM	16.8.1977	Aug. 77	20,45		156,41	30,90
16	KBM	11.10.1977	Aug-Sept 77	65,13		569,51	111,12
15	KBM	5.12.1977	Sept-Nov 77	75,48		529,01	566,29
14	KBM	1.2.1978	Dez. 77	18,97		149,21	353,27
13	KBM	17.2.1978	Jan. 78	12,78		36,52	353,82
12	KBM	20.3.1978	Feb. 78	7,33		40,51	600,93
11	KBM	31.3.1978	Mrz. 78	5,98		49,35	1029,55
10	KBM	30.4.1978	Apr. 78	19,31		148,30	210,89
9	KBM	31.5.1978	Mai. 78	86,14		172,84	642,05
8	KBM	26.7.1978	Jun. 78	10,03		83,06	324,44
7	KBM	3.7.1978	Jun. 78	67,25		474,49	339,62
6	KBM	31.7.1978	Jul. 78	18,49		152,19	204,75
5	KBM	5.9.1978	Aug. 78	5,55		50,33	186,08
4	KBM	6.10.1978	Sep. 78	13,27		87,70	27,31
3	KBM	6.11.1978	Okt. 78	68,80		378,87	160,98

Nr	Art	Datum		Unat	Th	U-235	Pu
		Erstellung	Eingang Asse				
2	KBM	6.12.1978	Nov. 78	109,50		441,62	624,66
1	KBM	3.1.1979	Dez. 78	77,78		432,45	1130,72
Summe				4524,47	2401,76	15926,71	28039,24

Insbesondere die Materialbegleitscheine aber auch die handschriftlichen Einträge in den Kernbrennstoffmeldungen waren z.T. in schlecht leserlichem Zustand. Die in der Tabelle aufgelisteten Werte wurden aus den Originalunterlagen der Kernbrennstoffmeldungen ohne Berücksichtigung der nachträglich handschriftlich eingefügten schwer leserlichen Einträge übernommen. Aus der Tabelle wird ersichtlich, dass zu den am 04.07. und am 05.12.1972 gefertigten Materialbegleitscheinen die entsprechenden Kernbrennstoffmeldungen nicht in den Unterlagen aufzufinden waren. Ein Abgleich der übrigen Kernbrennstoffmeldungen mit den Materialbegleitscheinen ergab, dass die erhaltenen in den Meldungen angezeigten Kernbrennstoffmengen durch die GSF zu 100 % bestätigt wurden.

Mit ca. 4,524 t Natururan (U-nat), 2,401 t Thorium, 15,93 kg U-235 und 28,04 kg Pu stimmen die in o.g. Tabelle aufgelisteten Kernbrennstoffsummen im Wesentlichen mit den aktuell korrigierten Werten überein. In dem Abschlussbericht zur Fortentwicklung und Programmdokumentation der Datenbank ASSEKAT (GERSTMANN 2010) werden mit 4,525 t U-nat, 16 kg U-235 und 28,1 kg Pu vergleichbare Mengen genannt.

9.5.2 Vergleich von in der Schachanlage Asse II eingelagerten radioaktiven Abfällen mit der Kernbrennstoff- bzw. Kernmaterialdefinition gemäß AtG bzw. Euratom-Verordnung

Kernbrennstoffe sind gemäß §2 AtG die Nuklide U-233, U-235, Pu-239 und Pu-241 (außer Natururan und abgereichertes Uran) oder andere Stoffe, welche diese Nuklide enthalten.

Für die Anwendung von Genehmigungsvorschriften des AtG oder der auf Grund des AtG erlassenen Rechtsverordnungen gelten Stoffe, in denen der Anteil der o. a. Isotope insgesamt 15 Gramm oder die Konzentration der genannten Isotope 15 Gramm pro 100 Kilogramm nicht überschreitet, als sonstige radioaktive Stoffe. Sie sind damit nicht nach besonderen Vorschriften für Kernbrennstoffe zu betrachten.

Kernmaterial sind gemäß Artikel 2, Pkt. 4. der Euratom-Verordnung Nr. 302/2005 vom 08.02.2005 Erze, Ausgangsmaterial oder besonderes spaltbares Material wie in Artikel 197 Euratom-Vertrag definiert. Als Kernmaterial zählen die Kategorien Natururan, abgereichertes Uran, mit U-235 oder U-233 angereichertes Uran, Thorium und Plutonium.

Einige Abfallgebinde mit Kernbrennstoff im Sinne der AtG-Definition sind sowohl in der MAW-Kammer 8a/511 als auch in anderen Kammern eingelagert worden. Im Einzelnen betrifft dies die folgenden Abfallgebinde:

Tab. 5: Kernbrennstoffhaltige Abfallgebinde.

Begleitliste Nr.	Ablieferer	Behälter	Abfallbeschreibung	Kernbrennstoffe	Einlagerungskammer
892	GFK/KFK	3 x 200-l-Fass	Schrott, betoniert	353 g U-235/Behälter; Anreicher.grad 0,98 %	2/750Na2
910	GFK/KFK	1 x 200-l-Fass	Schrott	105 g U-235/Behälter; Anreicher.grad 0,98 %	2/750Na2
1017	GFK/KFK	1 x 200-l-Fass	brennbar	91 g U-235/Behälter; Anreicher.grad 0,93 %	5/750
1053	GFK/KFK	41 x 400-l-Fass	Schrott, betoniert	113 g U-235/Behälter; Anreicher.grad 0,93 %	7/725
925	GFK/KFK	1 x 200-l-Fass	brennbar	166 g U-235/Behälter; Anreicher.grad 0,98 %	7/725
1147	GFK/KFK	3 x 200-l-Fass	Schlamm, betoniert	118 g U-235/Behälter; Anreicher.grad 3 %	8/750
2025	GSF, Nhg	1 x 200-l-Fass	Laborabfälle	Dekl. von 1500 g U-235, keine weiteren U-Nuklide	10/750
960	GFK/KFK	2 x 200-l-Fass	brennbar	529 g U-235/Behälter; Anreicher.grad 0,93 %	10/750
1141	GFK/KFK	6 x VBA	VDK, bituminiert	58 g U-235/Behälter; Anreicher.grad 3 %	11/750
73	GFK/KFK	1 x 200-l-Fass	Schrott, betoniert	66 g U-235/Behälter; Anreicher.grad 0,93 %	8a/511
1	KFA	1 x 200-l-Fass	BE-Kugeln in Blechdosen, betoniert	123,66 g U-233+235; Anreich.grad 76-93%	8a/511
2, 6, 7	KFA	3 x 200-l-Fass	Brennstäbe in Blechdosen, betoniert	je 127,78 g U-235; 2 g Pu-239, Anreich.grad 11%	8a/511
4	KFA	1 x 200-l-Fass	Compacts in Blechdosen, betoniert	59,94 g U-235; 0,35 g Pu-239, Anreich.grad 4-90%	8a/511
5	KFA	1 x 200-l-Fass	Compacts in Blechdosen, betoniert	109,1 g U-235; 0,002 g Pu-239, Anreich.grad 39-90%	8a/511
8	KFA	1 x 200-l-Fass	Compacts ¹ in Blechdosen, betoniert	69,74 g U-235; 5,94 g Pu-239, Anreich.grad 7-93%	8a/511

Abfallgebinde, die Plutoniummassen von mehr als 15 g pro Gebinde oder auch mehr als 15 g pro 100 kg beinhalten, sind nicht deklariert worden.

Da es sich bei den in Tab. 5 aufgelisteten und die o.g. Abfallgebinde um Standardbehälter handelt, in denen auch andere Abfälle eingelagert wurden, werden diese im Falle einer Rückholung der Abfälle nicht direkt erkennbar bzw. identifizierbar sein.

Im Falle einer Rückholung der Abfälle ist zu beachten, dass gemäß Euratom-Vertrag auch natürliches und angereichertes Uran unter entsprechende Kernmaterial-Kategorien fällt. Derartige Abfälle sind in größerem Umfang eingelagert worden, ebenfalls über die gesamten Einlagerungskammern verteilt. Auf Grund der Deklaration als Abfälle, mit denen nicht mehr umgegangen wurde, sind diese nicht in der Überwachung durch Euratom. Entsprechend sind in der Asse auch keine Kernmaterialbilanzonen

¹ Als „compacts“ werden Sinterkörper (gesintertes Schwermetalloxid-Pulver) aus Kernbrennstoffen bezeichnet

eingrichtet. Bei einer Rückholung der Abfälle wäre diese Situation neu zu prüfen.

9.5.3 Einzelbinde mit hohem Plutoniumgehalt

Nach HMGU (2010) und TÜV-SÜD (2011) existieren für einige Fässer aus Lieferungen vom September 1972 Paketanhänger, die zwischen 11,1 g und 1173 g Plutonium ausweisen. Aus den entsprechenden Begleitlisten gehen die hohen Plutoniummengen in den Einzelfässern nicht hervor. Die Abfallbinde, die hauptsächlich betonierte feste Abfälle enthalten, wurden aus dem Forschungszentrum Karlsruhe angeliefert und in Kammer 1/750 eingelagert.

Im Rahmen einer Überprüfung der Kernbrennstoffdaten, die im Auftrag des BfS durch den TÜV SÜD durchgeführt wurde, erfolgte u.a. eine Überprüfung und Plausibilitätsbetrachtung des o.g. Sachverhaltes (TÜV-SÜD 2011).

Diese Abweichungen der Plutoniumangaben hätten eine deutlich höhere Plutoniummenge ergeben als tatsächlich in der Kernbrennstoffmeldung deklariert wurde. Hierüber fand seinerzeit auch ein Informationsaustausch zwischen der GSF und dem GFK/KFK statt. Im Ergebnis wurde mit der Unterschrift des Materialbegleitscheines von der GSF letztendlich die Annahme der in der Kernbrennstoffmeldung angegebenen geringeren Plutoniummenge bestätigt. Ebenso ist keine Meldung an das Bergamt über Nichteinhaltung der Einlagerungsbedingungen erfolgt. TÜV SÜD sieht die Abweichungen auf den Paketanhängern damit nicht als relevant an. Dennoch empfiehlt er, u.a. die Abweichungen in den GFK/KFK-Betriebsdokumenten hinsichtlich der inkonsistenten Kernbrennstoff-Angaben auf den Paketanhängern nochmals zu überprüfen. Das Ergebnis dieser Überprüfung liegt noch nicht vor. Sollten hieraus keine neuen Erkenntnisse resultieren wären bei der Inventarbestimmung die Massenangaben aus der Plausibilitätsprüfung der Betriebsdokumente zur Einlagerung von Abfällen heranzuziehen.

9.5.4 Ergebnisse der Überprüfung des Kernbrennstoffinventars

Seitens TÜV SÜD wurden Betriebsdokumente und weiteren Unterlagen hinsichtlich der in der Asse eingelagerten Kernbrennstoffe umfassend und abdeckend geprüft und mit den Eintragungen in der Datenbank ASSEKAT verglichen. Die Ergebnisse wurden in einem Bericht zusammen gestellt (TÜV-SÜD 2011).

Die Prüfung ergab, dass die bisherige Erfassung und der Übertrag der Kernbrennstoffdaten aus den Primärdokumenten in die Datenbank ASSEKAT bis auf wenige Übertragungsfehler vollständig und korrekt erfolgten. Die Vorgehensweise der GSF bei der Übernahme der Daten in die Datenbank bestand darin, dass die in den Kernbrennstoffmeldungen deklarierten Massen im Falle von Differenzen gegenüber den Begleitlisten als zuverlässiger anzusehen sind, weshalb die Kernbrennstoffdaten vorzugsweise aus diesen Meldungen übernommen wurden. Die Prüfergebnisse des TÜV SÜD bestätigen die grundsätzliche Richtigkeit dieser Vorgehensweise.

Die Überprüfung ergab weiterhin einige Auffälligkeiten bzw. Abweichungen der Kernbrennstoffdaten zwischen Begleitdokumenten und Kernbrennstoffmeldungen. Nach Plausibilitätsbetrachtungen der festgestellten Unstimmigkeiten wurden Empfehlungen für eine Erhöhung des Plutoniuminventars um ca. 757 g auf insgesamt ca. 28,874 kg und des U-235-Inventars um ca. 1352 g auf insgesamt ca. 30,081 kg gegeben. Die erhöhten Werte ergeben sich hauptsächlich daraus, dass in den Begleitlisten gegenüber den Kernbrennstoffmeldungen höhere Werte deklariert waren. Sie sind deshalb als konservativ anzusehen.

Die unter konservativen Annahmen berechneten zusätzlichen Kernbrennstoffmassen haben hinsichtlich der Dosisbelastung keine Konsequenzen auf die weitere Planung des BfS zur Rückholung der Abfallbinde.

9.6 HOCHRADIOAKTIVE ABFÄLLE

Auf Grund von Hinweisen und Anfragen durch die Medien und die Bevölkerung ist der Frage, ob hochradioaktive Abfälle in die Asse eingelagert worden sind, intensiv nachgegangen worden. Zum Einen wurden diverse Dokumente wie z. B. Schriftwechsel mit Ablieferern auf entsprechende Hinweise geprüft, zum Anderen ist die Frage erörtert worden, was unter hochradioaktivem Abfall zu verstehen ist.

Definition hochradioaktive Abfälle

Wie bereits im Kapitel 9.1 „Klassifikation radioaktiver Abfälle“ erläutert, gab es zur damaligen Zeit weder im nationalen noch im internationalen Bereich allgemein gültige Klassifizierungen für radioaktive Abfälle. Erst Anfang der 1980-er Jahre wurde von der IAEA ein Vorschlag zur qualitativen Klassifizierung radioaktiver Abfälle erarbeitet. Demnach sind hochradioaktive Abfälle durch hohe Konzentrationen an kurzlebigen und an langlebigen Radionukliden, typischerweise im Bereich $5 \cdot 10^{16}$ bis $5 \cdot 10^{17}$ Bq/m³ charakterisiert. Ein weiteres Merkmal ist eine signifikante Wärmeenergieerzeugung, die normalerweise über mehrere Jahrhunderte anhält. Zu solchen Abfällen werden Spaltprodukt- oder Actinidenlösungen oder verglaste Abfälle aus der Wiederaufarbeitung oder die abgebrannten Brennelemente selbst gezählt.

Hochradioaktive Abfälle der Firma Siemens

Das BfS hat Schriftstücke der Siemens AG, des BMBF und der GSF aus dem Zeitraum 1966 bis 1969 (Anlage 24) geprüft, in denen sich Hinweise auf eine geplante Einlagerung hochradioaktiver Abfälle finden. Diese Angaben wurden mit den Eintragungen im Fasskontrollbuch verglichen (Anlage 25). Es konnte jedoch lediglich die Einlagerung der in den Schreiben aufgeführten schwach radioaktiven Abfälle der Firma Siemens nachvollzogen werden. Auch die Schriftwechsel zwischen der Firma Siemens und dem Betreiber der Schachanlage Asse II enthalten keine Hinweise darauf, dass tatsächlich HAW in die Schachanlage Asse II eingelagert wurden.

Veröffentlichungen

Neben dem Schriftverkehr gibt es Literaturhinweise auf eine beabsichtigte Einlagerung von HAW. In einem Artikel der Zeitschrift „Bergbau“, Sonderdruck Heft 4/1792 wird angegeben, dass die geplante Einlagerung von HAW Anfang der 80er Jahre vorgesehen sei und dass hierzu 1973 mit Planungen begonnen werden sollte (Anlage 26). Diese Planungen sind durch die Novellierung des AtG im Jahr 1976 und die darauf folgende Einstellung der Einlagerungen 1978 nicht beendet worden.

AVR-Brennelementekugeln

Am 04.03.1976 wurde der GSF auf ihren Antrag hin von der zuständigen Genehmigungsbehörde PTB eine Aufbewahrungsgenehmigung nach §6 AtG für die Einlagerung von 100.000 AVR-Brennelementekugeln auf der 750m-Sohle erteilt (Nr. 1161 PTB 1976; s. Anlage 23). Die BE-Kugeln sollten in ca. 35 m tiefen Großbohrlöchern in der Beschickungskammer auf der 750m-Sohle in so genannten Kannen endgelagert werden.

Von dieser Genehmigung wurde jedoch kein Gebrauch gemacht. Die dem BfS vorliegenden Einlagerungsdokumente bestätigen das. Sie weisen die Einlagerung von lediglich zwei Gebinden mit BE-Kugeln aus (Nr. DE-E 20141 und DE-E 20116; s. Anlage 27), die 1976 in die MAW-Kammer 8a/511 eingelagert wurden. Die Aktivität der 200 l-Gebinde betrug zum Einlagerungszeitpunkt $7,4 \cdot 10^{12}$ Bq

bzw. $8,14 \cdot 10^{12}$ Bq. Daraus lässt sich eine maximale Aktivitätskonzentration von $4,07 \cdot 10^{13}$ Bq/m³ berechnen, was drei Größenordnungen unter dem o. g. IAEA-Wert für HAW ($5 \cdot 10^{16}$ Bq/m³) liegt. Damit sind auch diese Abfälle nicht zu den hochradioaktiven Abfällen zu zählen.

Durch das Land Nordrhein-Westfalen im April 2011 geäußerte Spekulationen, dass 2.300 abgebrannte Brennelementkugeln aus dem AVR-Leistungsbetrieb in die Schachanlage Asse eingelagert worden seien, haben sich als falsch herausgestellt. Das FZJ hat am 04.04.2011 bestätigt, dass abgebrannte Brennelementkugeln aus dem AVR-Leistungsbetrieb nicht an die Asse abgegeben worden sind. Die Pressemitteilung ist unter dem Link

http://www.fz-juelich.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/UK/DE/2011/11-04-04avr_brennelemente.htm zu finden.

Versuch mit hochradioaktiven Wärme entwickelnden Strahlungsquellen

1985 war ein Versuch mit hochradioaktiven umschlossenen Strahlenquellen geplant. Bei diesem Großversuch sollten 30 Strahlenquellen mit vergleichbaren Eigenschaften (Wärmeentwicklung, Strahlung) wie hochradioaktive Abfälle (HAW) rückholbar in Bohrlöchern eingelagert werden. Die während des Versuchsprogramms gesammelten Daten sollten als Grundlage für die Planung eines Endlagers für hochradioaktive Abfälle im Steinsalz dienen. Der Versuch wurde vor der Einlagerung der Strahlenquellen abgebrochen. Nach dem Abbruch der Versuche dienten die Versuchseinrichtungen der Entwicklung und Untersuchung von Bohrlochverschlüssen. Ein einziger Versuch, bei dem das Verhalten von Salzgestein unter Einfluss von ionisierender Strahlung untersucht wurde, fand unter Verwendung von 4 Kobaltquellen im Zeitraum von 1981 – 1986 im Tiefenaufschluss statt (Laugenmigrationsversuch). Die Kobaltquellen wurden nach Abschluss des Versuches wieder entfernt und aus der Schachanlage Asse II ausgelagert (Anlage 28).

Gebinde mit hohem Aktivitätsinventar bzw. mit hoher Dosisleistung

In der MAW-Kammer der Schachanlage Asse II (8a/511) wurden 196 Abfallfässer mit einer Dosisleistung von 1000 bis 7000 rem/h (10 – 70 Sv/h) eingelagert. Sie wurden alle vom Forschungszentrum Karlsruhe abgeliefert und stammen aus der WAK. Alle diese Abfälle, bis auf drei Ausnahmen, enthalten Schrott (aktiviertes Strukturmaterial aus der Wiederaufarbeitung). Die drei anderen Fässer enthalten Verdampferkonzentrate. 9 Fässer wurden Ende 1975 eingelagert, 7 Fässer im Januar 1977, alle anderen im Jahr 1976.

Die in der MAW-Kammer 8a/511 eingelagerten Gebinde hatten eine so hohe Ortsdosisleistung (ODL) an der Außenseite, die beim Umgang eine ständige Abschirmung der Gebinde notwendig machte. Acht Gebinde in der Kammer 8a/511 wiesen zum Einlagerungszeitpunkt eine Dosisleistung von > 5000 rem/h (> 50 Sv/h) an der Fassoberfläche auf. Für diese 200 I-Gebinde betrug die mittlere Aktivität zum Zeitpunkt der Einlagerung je $1,85 \cdot 10^{13}$ Bq (500 Ci). Demnach betrug die Aktivitätskonzentration ca. $9,25 \cdot 10^{13}$ Bq/m³.

Insgesamt 14 der in der Kammer 8a/511 eingelagerten Gebinde mit Schrotten der GFK waren zum Einlagerungszeitpunkt mit einem Aktivitätsinventar von > 500 Ci (750 bis 1050 Ci/Fass - entspricht $2,8 \cdot 10^{13}$ – $3,9 \cdot 10^{13}$ Bq/Fass bzw. $1,4 \cdot 10^{14}$ – $2,0 \cdot 10^{14}$ Bq/m³) deklariert. Die Dosisleistung an der Fassoberfläche lag im Bereich von 3000 – 4000 rem/h (30 – 40 Sv/h).

In die Kammer 11/750 wurde eine VBA mit einer in einem Bleibehälter einbetonierten Co-60-Strahlenquelle eingelagert. Deren Aktivitätsinventar betrug zum Einlagerungszeitpunkt 945 Ci ($3,5 \cdot 10^{13}$ Bq). Die maximale Aktivität weiterer eingelagerter VBA lag bei 25 Ci ($9,25 \cdot 10^{11}$ Bq) pro Gebinde. In der Kammer 2/750 Na2 im zentralen Steinsalz wurde eine Bestrahlungsanlage mit einer Co-60-Strahlenquelle mit einer Aktivität von 3.200 Ci ($1,2 \cdot 10^{14}$ Bq) eingelagert (s. Eintrag mit * in der Be-

gleitliste in Anl. 29). Weitere anfänglich hohe Aktivitätswerte wiesen Abfallgebinde mit Herzschrittmachern mit Pm-147 auf, das inzwischen weitestgehend abgeklungen ist. Acht Gebinde mit Messgeräten beinhalteten Kr-85 mit einem Aktivitätsinventar zum Einlagerungszeitpunkt von jeweils 40 Ci ($1,5 \cdot 10^{12}$ Bq).

Mit Bezug auf die Erläuterungen zur Klassifikation hochradioaktiver Abfälle handelt es sich bei den beschriebenen Abfällen nicht um hochradioaktive Abfälle. Da in keinem dieser Fälle langlebige Radionuklide aktivitätsbestimmend waren, ist die Ursprungsaktivität inzwischen weitgehend abgeklungen. Die mit der höchsten Aktivität von $1,2 \cdot 10^{14}$ Bq in der Kammer 2/750 Na₂ im zentralen Steinsalz eingelagerte Co-60-Strahlenquelle ist inzwischen auf ca. $2 \cdot 10^{12}$ Bq abgeklungen. Gemäß LAW-Annahmebedingung von 1975 war die Einlagerung dieser Bestrahlungsanlage zulässig, da sie eine umschlossene Quelle enthielt und die zulässige Dosisleistung an der Oberfläche des einzulagernden Gebindes eingehalten wurde (s. auch Kap. 3.2, dort Abschnitt Aktivität und Dosisleistung).

Insgesamt hat die Überprüfung der bisher dem BfS vorliegenden Dokumente keine tatsächlichen Hinweise auf HAW in der Schachanlage Asse II erbracht. Die höchsten Aktivitätskonzentrationen in der Kammer 8a/511 lagen zum Einlagerungszeitpunkt zwei bis drei Größenordnungen unter dem von der IAEA zur Klassifizierung herangezogenen Wert.

9.7 INVENTAR IN DER KAMMER 4/750

Aufgrund der mikroseismischen Aktivitäten, die Ende 2008 in der Schwebel über der Kammer 4/750 festgestellt worden sind (HMGU 2008), war die Gefahr von Löserfällen auf die radioaktiven Abfälle nicht auszuschließen. Um die radiologischen Konsequenzen eines solchen Ereignisses abschätzen zu können wurde das Inventar der Kammer 4/750 auf Grundlage der vorliegenden Inventarberichte und Recherchen näher betrachtet.

Nach bisherigen Kenntnissen wurden in der Zeit von April 1967 bis März 1971 in Kammer 4/750 insgesamt 6.340 Gebinde mit schwachradioaktivem Abfall unterschiedlicher Größe (125-l- bis 400-l-Fässer sowie 10 Sonderverpackungen) eingelagert. Das Gebindebruttovolumen aller Abfallgebinde in Kammer 4/750 beträgt 1.488 m³. In der Regel wurden jeweils vier Fässer senkrecht stehend übereinander gestapelt. Es sind zum Teil Durchgänge zwischen den einzelnen Fassreihen vorhanden. Nach Beendigung der Einlagerungen wurden die Abfälle nicht mit Salzgrus versetzt.

Stoffliche Bestandteile:

Informationen über die stofflichen Bestandteile sind den Berichten GSF (2001) und GSF (2002) zu entnehmen. Eine Übersicht über die Zusammensetzung der eingelagerten Abfälle gibt die Tab. 6. Die Fehlerquote der einzelnen Stoffbestandteile schwankt je nach Genauigkeit der dokumentierten Angaben zwischen 10 und 50%.

Tab. 6: Zusammensetzung der Abfälle in der Kammer 4/750

Abfallart	Abfallzusammensetzung	Gebindeanzahl	Reines Abfallvolumen [m ³]	Abfallmasse [kg]
Flüssigabfälle, getrocknet	Verdampferkonzentrate, Harze, Schlämme	ca. 20	ca. 3	ca. 5.000
Flüssigabfälle, mit Bindemitteln verfestigt	Verdampferkonzentrate, Harze, Schlämme	ca. 3120	ca. 90	ca. 175.000
Feste Abfälle, unkonditioniert	Bauschutt, zellulosehaltiges Material, Kunststoffe, Gummi, Metalle, Filter, Chemikalien, Laborabfälle	ca. 890	ca. 44	ca. 83.000
Feste Abfälle, mit Bindemitteln konditioniert	Bauschutt, zellulosehaltiges Material, Kunststoffe, Metalle, Filter, U-/Th-haltige Rückstände, Laborabfälle	ca. 2310	ca. 205	ca. 471.000
Gesamt		ca. 6340	ca. 342	ca. 734.000

Zu bemerken ist, dass in die Kammer 4 einige Fässer mit arsenhaltigen nicht radioaktiven Abfällen, sowie eine größere Anzahl von Gebinden mit uran- und thoriumhaltigen Rückständen aus der Uranerz verarbeitenden Industrie lagern. Die getrockneten oder verfestigten Schlämme enthielten organische Bestandteile wie Lösungsmittel und Öle. Die Massen dieser Stoffe sind wie folgt abgeschätzt worden:

Uran-/Thoriumoxide: ca. 24.000 kg
 Arsenverbindungen: ca. 720 kg
 Lösungsmittel, Öle: ca. 2.400 kg

Im Bericht über die stofflichen Hauptbestandteile des Abfalls (GSF 2001) ist für das Abfallmaterial der Kammer 4/750 eine Masse von insgesamt 720 kg Arsenverbindungen aufgeführt, die lt. Bericht über das Inventar an chemotoxischen Stoffen (GSF 2004) einen Massenanteil von 496,39 kg Arsen enthalten. Dieses ist überwiegend in mineralischer Form (235 kg) als Arsenoxid (54 kg) oder als Arsensalz (206 kg) eingelagert. Für ein Fass ist in einem Schreiben der GSF vom 19.09.1967 vermerkt, dass ein 50 l-Fass mit einzementierten arsenhaltigen Pflanzenschutzmitteln von der Bayerischen Warenvermittlung landwirtschaftlicher Genossenschaften in den Abbau 4 auf der 750 m-Sohle eingelagert wurde (Anlage 41). Da die übrigen drei Fässer von einer landwirtschaftlichen Genossenschaft angeliefert worden sind, wird vermutet, dass hier ebenfalls Reste von arsenhaltigen Pflanzenschutzmitteln (im Fassbuch mit Datum 19.03.1968 vermerkt als „Arsenfässer“ von der landwirtschaftlichen Genossenschaft Schöppenstedt) in Kammer 4/750 eingelagert wurden.

Radionuklidinventar

Das für die Kammer 4/750 deklarierte und berechnete Radionuklidinventar wurde der aktuellen Datenbankversion ASSEKAT 9.2 entnommen. In der folgenden Tabelle wird das von den Abfallverursachern deklarierte mit dem auf Nuklidvektoren aufgeschlüsselte und zu den Zeitpunkten 01.01.1980 sowie 01.01.2010 berechnete Inventar gegenüber gestellt.

Hierzu ist zu bemerken, dass die Kammer 4/750 die erste Kammer war, in welche radioaktive Abfälle eingelagert wurden. Zu dieser Zeit sind die Abfälle über Fragebögen angemeldet worden, in denen zwar Aktivitätswerte genannt, jedoch i. d. R. nur sehr grobe Angaben zu den enthaltenen Radionukliden vorgenommen wurden. Eine Untersetzung und Zuordnung zu Nuklidvektoren war damit im Nachhinein kaum möglich. Die entsprechenden nicht näher spezifizierbaren Chargen sind deshalb bei der Aktivitätsberechnung nicht berücksichtigt (siehe auch Bericht GSF (2002b)). Bei der Betrachtung der Gesamtaktivität der in derASSE eingelagerten Abfälle sind die nicht berücksichtigten Chargen vernachlässigbar. Im Falle einer Rückholung der Abfälle aus der Kammer 4/750 ist jedoch zu beachten, dass

nur ein geringer Teil des Aktivitätsinventars berücksichtigt wurde. Es ist noch zu klären, inwieweit hier Korrekturen möglich und auch sinnvoll sind.

Tab. 7: Radionuklidspezifisches Aktivitätsinventar in Kammer 4/750

Radionuklid	01.01.1980	01.01.2010	Radionuklid	01.01.1980	01.01.2010
H-3	$6,47 \cdot 10^9$	$1,20 \cdot 10^9$	Ra-228	$9,93 \cdot 10^9$	$1,42 \cdot 10^{10}$
C-14	$1,49 \cdot 10^9$	$1,48 \cdot 10^9$	Ac-227	$3,38 \cdot 10^5$	$3,54 \cdot 10^6$
Cl-36	$2,38 \cdot 10^6$	$2,38 \cdot 10^6$	Th-228	$7,95 \cdot 10^9$	$1,42 \cdot 10^{10}$
Ca-41	$1,17 \cdot 10^3$	$1,17 \cdot 10^3$	Th-230	$7,17 \cdot 10^9$	$7,17 \cdot 10^9$
Fe-55	$5,07 \cdot 10^9$	$2,50 \cdot 10^6$	Th-232	$1,43 \cdot 10^{10}$	$1,43 \cdot 10^{10}$
Co-60	$1,58 \cdot 10^{10}$	$3,06 \cdot 10^8$	Pa-231	$2,15 \cdot 10^6$	$8,03 \cdot 10^6$
Ni-63	$3,25 \cdot 10^{10}$	$2,64 \cdot 10^{10}$	U-232	$5,33 \cdot 10^3$	$3,94 \cdot 10^3$
Se-79	$1,02 \cdot 10^5$	$1,02 \cdot 10^5$	U-233	$1,88 \cdot 10^1$	$1,88 \cdot 10^1$
Rb-87	$2,84 \cdot 10^0$	$2,84 \cdot 10^0$	U-234	$2,20 \cdot 10^{11}$	$2,20 \cdot 10^{11}$
Sr-90	$7,12 \cdot 10^8$	$3,46 \cdot 10^8$	U-235	$9,28 \cdot 10^9$	$9,28 \cdot 10^9$
Nb-94	$2,88 \cdot 10^7$	$2,88 \cdot 10^7$	U-238	$2,06 \cdot 10^{11}$	$2,06 \cdot 10^{11}$
Ag-108m	$7,18 \cdot 10^6$	$6,83 \cdot 10^6$	Np-237	$8,37 \cdot 10^4$	$8,38 \cdot 10^4$
Cd-113m	$2,94 \cdot 10^7$	$6,72 \cdot 10^6$	Pu-238	$2,33 \cdot 10^6$	$1,84 \cdot 10^6$
Sn-126	$2,44 \cdot 10^5$	$2,44 \cdot 10^5$	Pu-239	$5,83 \cdot 10^5$	$5,83 \cdot 10^5$
Sb-125	$2,37 \cdot 10^8$	$1,26 \cdot 10^5$	Pu-240	$1,30 \cdot 10^6$	$1,29 \cdot 10^6$
I-129	$9,37 \cdot 10^3$	$9,37 \cdot 10^3$	Pu-241	$1,65 \cdot 10^8$	$3,87 \cdot 10^7$
Cs-134	$2,24 \cdot 10^8$	$9,35 \cdot 10^3$	Pu-242	$9,33 \cdot 10^3$	$9,33 \cdot 10^3$
Cs-137	$2,44 \cdot 10^{10}$	$1,22 \cdot 10^{10}$	Am-241	$5,00 \cdot 10^6$	$8,82 \cdot 10^6$
Eu-152	$1,30 \cdot 10^5$	$2,79 \cdot 10^4$	Am-242m	$4,87 \cdot 10^4$	$4,20 \cdot 10^4$
Eu-154	$4,74 \cdot 10^7$	$4,22 \cdot 10^6$	Cm-244	$9,55 \cdot 10^5$	$3,03 \cdot 10^5$
Pb-210	$4,80 \cdot 10^8$	$1,17 \cdot 10^9$	Cm-245	$3,07 \cdot 10^2$	$3,06 \cdot 10^2$
Ra-226	$1,57 \cdot 10^9$	$1,64 \cdot 10^9$	Cm-246	$5,44 \cdot 10^1$	$5,41 \cdot 10^1$
			alpha	$4,66 \cdot 10^{11}$	$4,72 \cdot 10^{11}$
			beta/gamma	$9,75 \cdot 10^{10}$	$5,73 \cdot 10^{10}$

An der Aufsummierung der Aktivitäten der alpha- und beta- sowie gamma-Strahler ist erkennbar, dass der Anteil der alpha-Strahler in der Kammer 4/750 bereits 1980 stark dominierte. Wegen der vergleichsweise rasch abklingenden Aktivität der beta- und gamma-Strahler erfolgt ein fortlaufender Anstieg des Anteils der langlebigeren alpha-Strahler.

Prüfung auf Kernbrennstoffe in Kammer 4/750

Im Rahmen der Recherchen auf der Schachtanlage Asse II wurden Hinweise auf kernbrennstoffhaltige Abfälle in Kammer 4/750 gefunden. Im Betriebsplan Nr. 27/2 vom 19.07.1968 wird die Einlagerung von insgesamt 153 kernbrennstoffhaltigen Fässern mit 200 l Fassungsvermögen angezeigt. Dieser Betriebsplan wurde vom Bergamt Wolfenbüttel am 26. Juli 1968 gebilligt (Anlage 31).

Im Schreiben des Bergamtes wird auf die Einlagerung der kernbrennstoffhaltigen Abfälle im Februar 1968 hingewiesen, die auf Grundlage der Genehmigung Nr. 138 der PTB vom 04.01.1968 nach §6 AtG erfolgte (Anlage 19). Genehmigt wurde die Aufbewahrung von unbestrahltem Uranoxid mit insgesamt 2000 g U-235 bei einem Anreicherungsgrad bis zu 10% in Form von Abfällen und auf kontaminierten Gegenständen in 200-l-Fässern (Rollreifenfässer nach DIN 6635 und 6636 und Rollsickenfässer vom Typ 01-KRT-4-0558). Der U-235-Gehalt soll laut PTB-Genehmigung 50 g pro Fass nicht überschreiten. Bei einem angenommenen Fassgewicht von 500 kg würde diese Menge nach AtG nicht die

Definition für Kernbrennstoffe (15g Kernbrennstoff/100 kg nach §2, Abs. 3 AtG) erfüllen. Dies deckt sich mit Punkt 1) der Auflagen in der PTB-Genehmigung, nach dem die Kernbrennstoffe wegen ihrer geringen Konzentration wie sonstige radioaktive Stoffe zu behandeln sind.

Auf Grundlage der PTB-Genehmigung Nr. 138 haben am 13.02.1968 und am 20.02.1968 insgesamt 2 Einlagerungen mit 45 bzw. 107 kernbrennstoffhaltigen Gebinden aus der KRT Großwelzheim in der Kammer 4/750 stattgefunden.

Um zu ermitteln, ob hierbei die in der PTB-Genehmigung angegebenen Kernbrennstoffmassen ausgeschöpft wurden, ist ein Abgleich der Einlagerungslisten mit den Einlagerungsbegleitdokumenten durchgeführt worden.

Den Einlagerungsdokumenten (Anlage 32) ist zu entnehmen, dass die Mehrzahl der eingelagerten Gebinde insbesondere in der 2. Einlagerung vom 20.02.1968 einen U-235-Gehalt von 0,88 g aufweisen. In der 1. Einlagerung vom 13.02.1968 werden demgegenüber Werte von max. 203,86 g U-235 in einem Gebinde (KRT 10) angegeben.

Der Abgleich mit den Begleitdokumenten erbrachte, dass in der ersten Einlagerung vom 13.02.1968 UO_2 enthalten ist, dessen U-235-Anteil zwischen 0,22 – 0,4 % liegt. Da der natürliche Anteil an U-235 (0,71 %) hier deutlich unterschritten wird und somit abgereichertes Material vorliegt, handelt es sich nicht um Kernbrennstoff gem. §2 Abs. 1 AtG. Die o.g. Maximalmenge von 203,86 g U-235 lässt sich bei dem angegebenen Abreicherungsgrad auf rund 50 kg UO_2 hochrechnen. Diese Menge lässt sich ohne Probleme in einem 200 l-Fass unterbringen.

In der zweiten Einlagerung vom 20.02.1968 wurde Material mit einem Anreicherungsgrad zwischen 1,68 % und 2,34 % eingelagert, was weit unterhalb dem von der PTB genehmigten Maximalwert von 10 % liegt. Mit max. 45,76 g U-235 (KRT 77) wurde das genehmigte Maximum von 50 g pro Fass in keinem Gebinde ausgeschöpft.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass das radioaktive Material der ersten Einlagerung vom 13.02.1968 wegen der Abreicherung nicht die in §2 AtG genannten Kriterien für Kernbrennstoff erfüllt. Das Material der 2. Einlagerung vom 20.02.68 ist angereichert. Die eingelagerten Mengen liegen jedoch weit unterhalb der genehmigten Obergrenzen. Die heutige Definition für Kernbrennstoffe nach §2 AtG ist in keiner der beiden Einlagerungskampagnen erfüllt worden.

Sonderverpackungen

Im Rahmen der öffentlichen Diskussion um die Einlagerungskammer 4/750 und radiologischen Konsequenzen möglicher Löserfälle auf die radioaktiven Abfälle wurde vom Asse II-Koordinationskreis Mitte Januar 2009 auf 10 Sonderverpackungen hingewiesen. Diese würden aus bleiummantelten Behältern mit unbekanntem Inhalt bestehen.

Das BfS ist diesen Hinweisen nachgegangen und hat Informationen über die Sonderverpackungen und deren Inhalt recherchiert.

Die Recherche umfasste die Sichtung der relevanten GSF-Unterlagen zum Abfallinventar, die Befragung von Zeitzeugen und das Zusammentragen von Dokumenten der Schachanlage Asse II.

Bei den Dokumenten handelt es sich im Einzelnen um:

- Zwei Schreiben der Transnuklear an die GSF vom 21.09.1970 und 17.12.1970 (Anlage 33), in denen u.a. Inhalt und die Herkunft der radioaktiven Abfälle in den Sonderverpackungen beschrieben werden letzteres mit Fragebogen, ID-Nr. 343 vom 09.12.1970.
- Änderungsantrag der GSF zur Genehmigung der Einlagerung von Sonderverpackungen aus

Zinkblech vom 01.12.1970 (Anlage 34).

- Billigung der Einlagerung von Sonderverpackungen des Bergamtes Wolfenbüttel vom 01.02.1971 (G.-Nr. 39/71; Anlage 35).
- Einlagerungsdokumentation Fasskontrolle der Schachanlage Asse II (Anlage 36).

Die Zeitzeugenbefragung erbrachte insbesondere Informationen über den Einlagerungsort der Sonderverpackungen in der Kammer 4/750 (Anlage 37). Diese lagern ungefähr 15 m östlich des westlichen Kammerzuganges unmittelbar am Nordstoß. Aus den Beschreibungen eines Zeitzeugen und den o.g. Dokumenten geht hervor, dass es sich bei den Sonderverpackungen um zugelötete würfelförmige Zinkblechkisten mit einer Kantenlänge von 0,5 m handelt, von denen jeweils 8 Stück in einem Gestell von ca. 1,1 m Kantenlänge untergebracht wurden. Von diesen lagern 10 Stück (jeweils 2 Stück übereinander gestapelt) in der Kammer 4/750.

In den o.g. Schreiben der Transnuklear an die GSF wird erläutert, dass die Kisten aus dem Kernkraftwerk Gundremmingen stammen und dass der Inhalt im Wesentlichen aus Schutt, Kombinationen, Isoliermaterial (z.B. Steinwolle), Blech, Handschuhen, PE-Folien und Glas besteht. Die Aktivität (nicht spezifiziert nach Strahlungsart) wird je Kiste mit $0,1 - 0,2 \text{ Ci}$ ($3,7 \cdot 10^9 - 7,4 \cdot 10^9 \text{ Bq}$) abgeschätzt. Die Dosisleistung der radioaktiven Abfälle wird mit durchschnittlich 200 mrem/h (2 mSv/h) und mit max. 1 rem/h (10 mSv/h) angegeben. Lt. Fassbuch liegt die gemessene Dosisleistung an der Oberfläche der Gebinde zwischen $5 \text{ und } 15 \text{ mRem/h}$ ($0,05 - 0,15 \text{ mSv/h}$). Die Masse je Kiste beträgt $200 - 300 \text{ kg}$.

Weder die Recherchen in den Dokumenten der Schachanlage Asse II, noch die Zeitzeugenbefragung haben die Hinweise auf Bleiummantelungen der Sonderverpackungen bestätigt.

10 SPEZIELLE ABFÄLLE

10.1 GRAPHITKUGELN - H-3- UND C-14-INVENTAR

Im Rahmen der Plausibilitätsprüfung der ESK und SSK (ESK 2008) wurde festgestellt, dass die aktuellen Tritiummengen in der Abluft der Schachanlage Asse II pro Jahr ein 25stel bis 30stel des vom Betreiber angegebenen Tritiuminventars betragen. Es ist die Frage aufgeworfen worden, ob das gesamte Inventar der Abfälle erfasst wurde. In einem Schreiben der TU Clausthal an die ESK-Geschäftsstelle vom 22.01.09 (Anlage 30) wird darauf hingewiesen, dass die aus Jülich eingelagerten AVR-Absorberkugeln aus Graphit ein Mehrfaches der vom Betreiber für das Gesamtinventar angegebenen Tritium-Aktivität enthalten könnten.

Die o. g. Hinweise veranlassten das BfS dazu eigene Recherchen zum Tritium-Inventar durchzuführen. Im Zusammenhang mit der Überprüfung des Asse-Inventars durch die Arbeitsgruppe des HMGU nahmen sich außerdem Mitarbeiter des FZ Jülich dieser Frage an und gaben in einer schriftlichen Stellungnahme (FZJ 2009) und einem Bericht (FZJ 2010) ausführlich Auskunft über den Radionuklidgehalt der in der Asse eingelagerten Graphitkugeln. Diese Detaillierung war auf Grund neuerer Erkenntnisse und besserer Messmethoden möglich geworden und wird bei einer Aktualisierung des Aktivitätsinventars der Graphitkugeln insbesondere für die Radionuklide H-3 und C-14 berücksichtigt.

Insgesamt wurden aus der KFA Jülich 13.325 Gebinde in der Schachanlage Asse II eingelagert. Diese Gebinde enthalten sowohl schwach- als auch mittelradioaktive Abfälle. Von diesen Abfallgebinden enthalten 101 Abfallgebände Abfälle, die als "Graphitkugeln" deklariert wurden. Diese wurden in Beton in 200 l-Fässern fixiert. Davon sind 35 Fässer ohne und 66 Fässer in Verlorenen Betonabschirmungen (VBA) als schwachradioaktive Abfälle in verschiedenen Kammern eingelagert worden. Bei den Graphitkugeln handelt es sich überwiegend um so genannte Moderatorokugeln, daneben auch um Absorberkugeln. Die Graphitkugeln (Moderatorokugeln) dienten im graphitmoderierten Hochtemperaturreaktor als Anfahrlemente (Erstbeladung) für den heißen Reaktorbetrieb und enthalten demzufolge keinen Kernbrennstoff. Die Absorberkugeln enthalten Bor und ebenfalls keinen Kernbrennstoff.

Das Prinzip des Hochtemperaturreaktors (Kugelhaufenreaktors) beruht auf einer fortlaufenden Entnahme und Zugabe der kugelförmigen Brennelemente. Bei diesem Wechsel wurden auch die Moderator- und Absorberkugeln aus dem Reaktor entfernt. Da sie nur für den Anfahrbetrieb genutzt wurden, waren sie keiner oder nur kurzzeitig einer Neutronenstrahlung ausgesetzt. Dadurch sind sie auch nur als schwachradioaktiver Abfall angefallen. Die Graphitkugeln wurden lose in 200 l-Fässer geschüttet und anschließend mit Beton oder Zementleim fixiert. Insgesamt wurden bis 1978 ca. 77.000 Graphitkugeln, darunter ca. 1.000 Absorberkugeln, aus dem Core entnommen. Der größte Teil davon, ca. 70.600 Stück wurde bereits bis 1973 entladen, wovon ca. 2/3 an die Asse abgegeben wurden. Der Rest befindet sich noch im MAW-Zwischenlager in Jülich.

Das Tritium und vermutlich auch das C-14 sind im AVR durch Li- und Stickstoffverunreinigungen im Kohlestein des Graphitreflektors entstanden. Die Nuklide wurden durch Neutronenbestrahlung des verunreinigten Graphitreflektors gebildet und teilweise in den Primärkreis freigesetzt. Kontaminationen aller Primärkreis Komponenten, auch der Brennelement-, Graphit- und Absorberkugeln, mit H-3 und C-14 waren die Folge.

Messungen der Tritiumaktivitäten und Bestimmungen der Diffusionskonstanten wurden ab dem Jahr 1975 im Forschungszentrum Jülich durchgeführt. Diesen Messungen zufolge wurde eine Graphitkugel im Core mit ca. $1,8 \cdot 10^9$ Bq Tritium kontaminiert. Gleiches kann für die Absorberkugeln angenommen werden. Bei den Abschätzungen des C-14-Inventars geht man von einer mittleren Aktivität von ca. $7,4 \cdot 10^6$ Bq pro Graphit- bzw. Absorberkugel aus. Beide Werte werden als abdeckend betrachtet. Als abdeckendes Tritiuminventar der eingelagerten Graphit- und Absorberkugeln wird zum Einlagerungszeitpunkt ein Wert von $9,5 \cdot 10^{13}$ Bq angegeben. Als realer (kurze Verweilzeit der in der Asse ein-

gelagerten Kugeln im Reaktor) wird ein Inventar von $8 \cdot 10^8$ Bq pro Kugel, d. h. insgesamt zum Entnahmezeitpunkt 1971 ca. $5 \cdot 10^{13}$ Bq H-3 angegeben. Für C-14 wird ausgehend vom o. g. Aktivitätsinventar ein Gesamtinventar von $3,9 \cdot 10^{11}$ Bq genannt.

Anhand der in die Datenbank ASSEKAT aufgenommenen Begleitlisten wurden Abfallgebände mit "Graphitkugeln" aus der KFA Jülich identifiziert und den einzelnen Einlagerungskammern zugeordnet. In Tab. 8 sind die Behälter mit den zu aktualisierenden H-3- und C-14-Werten aufgelistet.

Tab. 8: Verteilung der eingelagerten AVR-Graphitkugeln auf die Einlagerungskammern

Einlagerungs-kammer	Anzahl Gebinde	Art der Gebinde	Beschreibung	H-3* [Bq]	C-14* [Bq]
10/750m	9	200-l-Fass	Graphitkugeln einbetoniert	$8,46 \cdot 10^{12}$	$3,51 \cdot 10^{10}$
11/750m	22 17	200-l-Fass in VBA 200-l-Fass	Graphitkugeln einbetoniert	$3,67 \cdot 10^{13}$	$1,52 \cdot 10^{11}$
12/750m	40 2	200-l-Fass in VBA 200-l-Fass	Graphitkugeln einbetoniert	$3,95 \cdot 10^{13}$	$1,64 \cdot 10^{11}$
6/750m	4	200-l-Fass in VBA	Graphitkugeln einbetoniert	$3,76 \cdot 10^{12}$	$1,56 \cdot 10^{10}$
8/750m	7	200-l-Fass	Graphitkugeln einbetoniert	$6,58 \cdot 10^{12}$	$2,73 \cdot 10^{10}$
gesamt:	101			$9,5 \cdot 10^{13}$	$3,94 \cdot 10^{11}$

* Angaben zu H-3- und C-14-Inventaren beziehen sich auf das abdeckende Inventar zum Einlagerungszeitpunkt

Bei einem Vergleich mit den in der Datenbank ASSEKAT aufgenommenen Begleitscheinen wurde festgestellt, dass in den Begleitscheinen für die Abfallgebände mit den Graphitkugeln kein Tritium angegeben wurde. Ausgehend von dem oben konservativ abgeschätzten Tritiuminventar von ca. $9,5 \cdot 10^{13}$ Bq im Jahr 1974 ist diese Aktivität im Jahr 2010 auf ca. $1,1 \cdot 10^{13}$ Bq abgeklungen.

Ausgehend von den in der Abluft gemessenen Tritiumwerten wurde in der mit dem §7 Antrag des BfS beim NMU eingereichten Sicherheitsbetrachtung des bestimmungsgemäßen Betriebs (ISTec 2009 a) ein Erwartungswert für das Tritiuminventar ermittelt. Dieser beträgt $6 \cdot 10^{12}$ Bq für das Jahr 2007 und korrespondiert gut mit dem oben ermittelten Wert.

10.2 TIERKADAVER

Zu den Tierkadavern liegen dem BfS sieben Einlagerungsdokumente vor (Anlage 38). Demnach wurden zwischen 1973 und 1975 insgesamt 15 Stück 200-l-Fässer mit einzementierten, mumifizierten Tierkadavern eingelagert, die mit Radionukliden (überwiegend Kohlenstoff, Jod, Phosphor und Tritium) kontaminiert sind. Alle dokumentierten Tierkadaver stammen aus der Kernforschungsanlage Jülich.

10.3 ASCHE AUS MENSCHLICHEN LEICHENTEILEN

Im Frühjahr 2010 kursierten Pressemeldungen nach denen eingeäscherte Leichenteile von zwei verunglückten Mitarbeitern des Kernkraftwerkes Gundremmingen in die Schachanlage Asse II eingelagert wurden. Dieser Sachverhalt konnte durch die Unterlagenprüfung der HMGU-Ad-hoc-AG (HMGU 2010) geklärt werden.

Die Überprüfung ergab dass keine Leichenteile dieser verunglückten Mitarbeiter in die Asse eingelagert wurden. Demnach wurden die Leichen am 21 und 22.11.1975 durch das Bayrische Landesamt für Umweltschutz zur Erdbestattung freigegeben. Gewebeproben der Leichen die nach der gamma-spektrometrischen Untersuchung im Kühltruhen aufbewahrt wurden, seien erst in den 90er Jahren entsorgt worden. Sie können demnach nicht in die Schachanlage Asse II eingelagert worden sein.

10.4 BUNDESWEHRABFÄLLE

Aus der Datenbank ASSEKAT geht hervor, dass im Zeitraum von 1975 – 1978 in verschiedene Kammern auch Bundeswehrabfälle eingelagert wurden.

Den Begleitlisten (Anlage 39) ist zu entnehmen, dass es sich den Bundeswehrabfällen um Armaturen, Kompass und Libellen mit radiumhaltigen Leuchtziffern, kontaminierten Mikrowellenröhren (Abfälle aus der Radartechnik) und kontaminiertes Papier, Rohre und Plastikteile handelt. Alle diese Abfälle sind in Zement fixiert.

Insgesamt sind im o.g. Zeitraum 236 Gebinde (200 l-Fässer) überwiegend in die Kammern 6/750m, 8/750, 10/750, 11/750 sowie 2/750 Na2 und 7/725 Na2 eingelagert worden. Die Dosisleistung an der Außenseite der Gebinde lag zwischen 0,1 mrem/h und (in Einzelfällen) max. 5 mrem/h (0,001 mSv/h – 0,05 mSv/h).

10.5 GEBINDE OHNE AKTIVITÄTSANGABEN / SÄUREHALTIGE ABFÄLLE

Im April 2009 kursierten in der Presse Meldungen über Fässer ohne Aktivität aus dem Umfeld der Siemens AG und über „säurehaltige Abfälle“ die in der Schachanlage Asse II eingelagert seien.

Dem BfS liegt Schriftwechsel zwischen der Siemens AG und der GSF über die Einlagerung von Fässern mit inaktiven Salzen vor (Anlage 40). Demnach war bereits 1967 geplant, Fässer in die Schachanlage Asse II einzulagern, deren Inhalt aus fixiertem flüssigem Material besteht. Diese stammten aus Versuchsreihen der Firma Siemens AG, bei denen die Fixierung von Flüssigkeiten erprobt wurde und deren chemische Zusammensetzung den flüssigen radioaktiven Abfällen aus Obrigheim entspricht. In einem Großversuch der Firma Siemens AG, der 1967 durchgeführt wurde (SIEMENS 1968), wurde in einem größeren technischen Maßstab die Fixierung von inaktiver Natriummetaboratlösung untersucht. Im Rahmen dieses Versuches wurden auch 2 Fässer mit fixierter Lösung in die Schachanlage Asse II zu Versuchszwecken eingelagert, die lt. Fassbuch am 21.02.1968 in Kammer 4/750 „nicht in die Stapel eingebaut“ wurden (s. Fassbuchauszug in Anlage 25).

Ein weiteres nichtradioaktives Fass mit Fällschlamm der mit Knochenleim fixiert ist (bezeichnet als „inaktives Probefass“, wurde ebenfalls von Siemens geliefert und am 05.01.1970 in die Kammer 1/750 eingelagert.

Den Berichten, die dem BfS über das Inventar der Schachanlage Asse II vorliegen, können auch Informationen über weitere „säurehaltige Abfälle“ entnommen werden. Die häufigsten stammen aus Verdampferkonzentraten welche in Druckwasserreaktoren anfallen. Es handelt sich um Borsäurekonzentrate, die zum großen Teil durch Zusatz von Natronlauge (NaOH) neutralisiert wurden, wodurch Metaborate (Salze der Borsäure) entstehen. Durch anschließende Trocknung entstand ein kristalliner nicht-ätzender Feststoff. Diese Verdampferkonzentrate sind ein typischer Abfallstrom der radioaktiven Abfälle z.B. aus Kernkraftwerken. Offensichtlich wurden zunächst Verfestigungsversuche mit inaktiven Verdampferkonzentraten (Natriummetaborat) durchgeführt. Später erfolgte dann die Einlagerung von radioaktiven verfestigten Verdampferkonzentraten.

Die in der Presse-Meldung erwähnten Stoffe sind in der Datenbank ASSEKAT erfasst und bei der Ermittlung des stofflichen Inventars (GSF 2004) berücksichtigt worden.

10.6 FLÜSSIGKEITEN IN ABFÄLLEN

Vor 1971 (vier Einlagerungsphasen - Versuchseinlagerung) wurden nur schwachradioaktive Abfälle eingelagert. Es gab noch keine Annahmebedingungen die eine Fixierung der Abfallstoffe vorschrieben. Die Anforderungen ergaben sich aus der jeweiligen Genehmigung (Anlagen 1 – 4). Ihre Einhaltung wurde durch die bei der Ablieferung auszufüllenden Formulare kontrolliert. Anzugeben waren:

- die einzulagernde Abfallart,
- die maximale Dosisleistung an der Fassoberfläche
- und die Gesamtaktivität.

Nach der 1. Genehmigung des zuständigen Bergamtes Wolfenbüttel vom März 1967 (Anlage 1) war auch die Einlagerung von Fällschlamm bis zu einer Gesamtaktivität von 3 Ci ($1,1 \cdot 10^8$ Bq) und einer Dosisleistung von max. 5 mrem/h (0,05 mSv/h) zulässig.

Bereits in der 2. Genehmigung vom September 1967 (Anlage 2) war neben betonfixierten Verdampferkonzentraten und "paketierte" Abfällen die Einlagerung von betonfixierten Fällschlamm zulässig.

Ab der 4. Genehmigung zur Versuchseinlagerung (Anlage 4) war nur noch die Einlagerung von festen wasserfreien Abfällen und verfestigten Abfällen gestattet.

Insofern war es möglich, dass zu Beginn der Einlagerung in der Schachanlage Asse II "flüssige" Abfälle in Form von Fällschlamm eingelagert worden sind. Außerdem war es in Folge der gewählten Behandlungsmethode (Fixierung von Verdampferkonzentraten und Schlamm in Zement) möglich, dass der Zement nicht vollständig ausgehärtet war und freie Flüssigkeiten aus den Fässern ausgetreten sind. Insbesondere war dies bei Verdampferkonzentraten zu erwarten.

Ab November 1971 erfolgte die Einlagerung der schwachradioaktiven Abfälle im großtechnischen Maßstab nach den jeweils gültigen Annahmebedingungen. Die Einlagerung der mittelradioaktiven Abfälle erfolgte ab 1972 nach den Annahmebedingungen von 1972. Auf den Begleitlisten zu den Abfallbinden wurde die Einhaltung der Annahmebedingungen von den Abfallverursachern bestätigt.

Dass zumindest in der Anfangszeit der Einlagerungen die Fixierung flüssiger oder niedrig viskoser Abfälle nicht immer vollständig gelungen ist, beweisen zahlreiche Vorfälle, die in den Akten der Schachanlage Asse II dokumentiert sind. Diese sind in der radiologischen Zustandsbeschreibung der Schachanlage (ISTEC 2009 b), die zusammen mit dem §7-Antrag des BfS beim NMU eingereicht wurde, zusammengestellt.

Besonders zu erwähnen sind ein Unfall im Dezember 1973, bei dem eine große Fläche (250 m^2) vom Füllort bis zur Kammer 12 auf der 750m-Sohle mit flüssigen Abfällen kontaminiert wurde und ein geplatzttes Fass aus dem bei Umlagerungsarbeiten 1980 eruptionsartig eine schwarze Flüssigkeit bis zur vollständigen Entleerung ausgelaufen ist. Diese und zahlreiche kleinere Vorfälle deuten darauf hin, dass im Inventar der Schachanlage Asse II auch weitere Gebinde mit nicht vollständig verfestigtem Inhalt zu vermuten sind. Insbesondere der Vorfall von 1980 (geplatzttes Fass bei Umlagerungsarbeiten) zeigt auf, dass bei einer möglichen Rückholung mit ähnlichen Vorfällen gerechnet werden muss.

10.7 ABFÄLLE MIT KRYPTON 85

Die Annahme von Abfällen mit gasförmigen Radionukliden war lt. LAW-Annahmebedingungen der Asse grundsätzlich nicht zulässig. Sonderregelungen galten für radium-, thorium- und tritiumhaltige Abfälle. Der Aktivitätsgehalt dieser Abfälle war begrenzt auf 10 mCi ($3,7 \cdot 10^8$ Bq) pro 200 l-Fass und eine besondere Verpackung war vorgeschrieben. Abgesehen davon waren Sonderregelungen für um-

schlossene radioaktive Strahlenquellen hinsichtlich der zulässigen Aktivitäten möglich.

Im Dezember 1973 wurden von der GSF Neuherberg (Landessammelstelle Bayern) 200 I-Fässer mit Kr-85-Strahlenquellen in Kammer 12/750m eingelagert. Es handelt sich um Füllstandsmessanlagen der Bundeswehr mit umschlossenen Präparaten, die sich in 8 Fässern mit je 100 Stück à 400 mCi Kr-85 (d. h. 40 Ci bzw. $1,48 \cdot 10^{12}$ Bq pro Fass) befinden. Lt. Schriftverkehr (06.11.72, 07.04.1973) sind die Fässer gasdicht verschlossen und mit Torf (Adsorptionsmittel) aufgefüllt worden. Das Bergamt Goslar erteilte mit Schreiben vom 24.09.1973 seine Zustimmung zur Einlagerung dieser Abfälle in der Asse (s. Anlage 42).

Das Kr-85-Inventar aus diesen Abfällen war in ASSEKAT erfasst, jedoch bis vor kurzem bei der Berechnung der Nuklidaktivität nicht berücksichtigt worden, weil es nicht relevant für die Langzeitsicherheit ist. Nach Aktualisierung der Datenbank ASSEKAT, Version 9.2, wird dieses Inventar bei der Aktivitätsberechnung berücksichtigt.

11 SPEZIELLE VERPACKUNGEN

11.1 SONDERVERPACKUNGEN UND BLEIABSCHIRMUNGEN

Als Abfallbehälter ist eine Vielzahl unterschiedlicher Behältertypen verwendet worden. Reguläre Verpackungen waren 200 l- und 400 l-Fässer sowie Verlorene Betonabschirmungen mit Innenfässern. Daneben sind weitere Fässer von 125 l bis 300 l Fassungsvermögen eingelagert worden, sowie zahlreiche Sonderverpackungen und unverpackte kontaminierte feste Teile (z.B. größere Schrottteile etc.). Weiterhin gab es unter den „regulären“ Gebinden solche, die sich durch zusätzliche Innenbehälter, innere Betonwandungen oder auch innere Metallabschirmungen von den anderen unterschieden. Für derartige Sonderfälle war i. Allg. die Zustimmung seitens des Bergamtes einzuholen.

Die Frage, in welchem Umfang Bleibehälter bzw. Bleiabschirmungen eingelagert worden sind, stand mehrfach im öffentlichen Interesse. Aus diesem Grund wurden die Eintragungen in der Datenbank ASSEKAT, die Begleitdokumente sowie diverse weitere Unterlagen und Schriftverkehr auf entsprechende Angaben und Hinweise untersucht (s. Anlage 29).

Informationen zu Blei- und anderen zusätzlichen Abschirmungen

In der Datenbank ASSEKAT sind als Sonderbehälter u. a. Fässer erfasst, die mit einer inneren Blei- bzw. Stahlabschirmung versehen worden waren. Weiterhin ist unter der Rubrik „unverpackte Behälter“ eine Bestrahlungsanlage verzeichnet, die ebenfalls mit einer Bleiabschirmung registriert wurde und die im Risswerk der Schachanlage Asse II verzeichnet ist. In den Kammern 11/750 und 12/750 sind insgesamt 13 Stück 200 l-Fässer mit innerer Bleiabschirmung sowie 36 Stück 200 l-Fässer mit innerer Stahlabschirmung eingelagert worden. 84 VBA mit innerer bzw. äußerer Stahlabschirmung kamen in die Kammer 6/750. Die Bestrahlungsanlage befindet sich in der Kammer 2/750 Na2. In der Datenbank ASSEKAT wurde sie versehentlich in Kammer 6/750 eingetragen. Hierzu wird eine Korrektur erforderlich.

Weitere Hinweise auf Bleiabschirmungen finden sich in ASSEKAT bei Einträgen zur Behandlungsart der Abfälle. Angaben wie „Blei“, „in Bleibehältern einbetoniert“ o. ä. sind den Begleitlisten entnommen worden und weisen auf entsprechende Abschirmungen oder Bleibehälter hin, die zusammen mit enthaltenen Abfällen in die Fässer eingebracht worden sind. In den meisten Fällen sind Strahlenquellen auf diese Weise konditioniert worden. Mit Hilfe dieser Eintragungen lassen sich insgesamt weitere 18 Abfallgebinde identifizieren. Hierbei handelt es sich um 14 Stück 200 l-Fässer, 3 Stück 400 l-Fässer und eine VBA.

Informationen zu den Abfällen, die mit Zusatzabschirmungen eingelagert wurden, enthält die Tabelle 9.

Tab. 9: Gebinde mit Zusatzabschirmungen aus Blei oder Stahl

IDNr	Behälter	Anzahl	Abfallart	Abschirmung / Behandlung	Lieferer	Aktiv. [Ci]	[Bq]	Kammer
1909	200-l-Fass	1	Abwasserkonzentrat	14 mm Blei + Beton	KKS	0,3	$1,1 \cdot 10^{10}$	12/750
1910	200-l-Fass	1	Abwasserkonzentrat	4 mm Blei + Beton	KKS	0,15	$5,6 \cdot 10^9$	12/750
1900	200-l-Fass	2	Abwasserkonzentrat	8 mm Blei + Beton	KKS	0,6	$2,2 \cdot 10^{10}$	11/750
1900	200-l-Fass	1	Abwasserschlämme	8 mm Blei + Beton	KKS	0,01	$3 \cdot 10^8$	11/750
1903	200-l-Fass	1	Filterkerzen	8 mm Blei + Beton	KKS	3	$1,1 \cdot 10^{11}$	12/750
1904	200-l-Fass	1	Filterkerzen	8 mm Blei + Beton	KKS	0,03	$9,3 \cdot 10^8$	12/750
1909	200-l-Fass	2	Abwasserkonzentrat	8 mm Blei + Beton	KKS	0,7	$2,6 \cdot 10^{10}$	12/750
1910	200-l-Fass	1	Abwasserkonzentrat	8 mm Blei + Beton	KKS	0,12	$4,4 \cdot 10^9$	12/750
1911	200-l-Fass	1	Abwasserkonzentrat	8 mm Blei + Beton	KKS	0,1	$3,7 \cdot 10^9$	12/750
1910	200-l-Fass	1	Abwasserkonzentrat	8 mm Blei + Eisen- granulat	KKS	0,1	$3,7 \cdot 10^9$	12/750
1910	200-l-Fass	1	Abwasserkonzentrat	10 mm Blei + Beton	KKS	0,13	$4,8 \cdot 10^9$	12/750
1898	200-l-Fass	4	Abwasserkonzentrat	8 mm Stahl + Beton	KKS	0,11	$4,1 \cdot 10^9$	11/750
1900	200-l-Fass	9	Abwasserkonzentrat	8 mm Stahl + Beton	KKS	0,27	$1 \cdot 10^{10}$	11/750
1901	200-l-Fass	7	Abwasserkonzentrat	8 mm Stahl + Beton	KKS	0,19	$7 \cdot 10^9$	11/750
1902	200-l-Fass	9	Abwasserkonzentrat	8 mm Stahl + Beton	KKS	0,24	$8,9 \cdot 10^9$	11/750
1911	200-l-Fass	6	Abwasserkonzentrat	8 mm Stahl + Ei- sengranulat	KKS	0,36	$1,3 \cdot 10^{10}$	12/750
1911	200-l-Fass	1	Abwasserkonzentrat	Eisengranulat	KKS	0,28	$1 \cdot 10^{10}$	12/750
2529	VBA-NB mit 200- l-Fass	1	Filter	3mm Stahlinnen- behälter	KKS	1	$3,7 \cdot 10^{10}$	6/750
2529	VBA-NB mit 200- l-Fass	68	verfestigte Ionen- austauscher	3mm Stahlinnen- behälter	KKS	7	$2,6 \cdot 10^{11}$	6/750
2571	VBA-NB mit 200- l-Fass	15	verfestigte Filter- hilfsmittel	äußere Stahlzu- satzabschirmung,	KWW	20	$7,4 \cdot 10^{11}$	6/750
1617	200-l-Fass	1	Präparate	in Bleibehälter einbetoniert	KFA	10	$3,7 \cdot 10^{11}$	12/750
1685	200-l-Fass	2	aktivierte Metalle	Beton / Blei	KWU	0,1	$3,7 \cdot 10^9$	8/750
1685	200-l-Fass	3	Zellenabfälle	Beton / Blei	KWU	0,2	$7,4 \cdot 10^9$	8/750
1686	400-l-Fass	2	Zellenabfälle	Beton / Blei	KWU	1,7	$6,3 \cdot 10^{10}$	8/750
1687	200-l-Fass	1	Zellenabfälle	Beton / Blei	KWU	0,09	$3,3 \cdot 10^9$	8/750
1688	400-l-Fass	1	Schleifw. Konzent- rat	Beton / Blei	KWU	0,9	$3,3 \cdot 10^{10}$	8/750
1689	200-l-Fass	1	aktivierte Metalle	Beton / Blei	KWU	0,5	$1,9 \cdot 10^{10}$	8/750
1942	200-l-Fass	1	Prüfstrahler	in Blei verpackt	GKSS	0,1	$3,7 \cdot 10^9$	8/750
2586	200-l-Fass	1	aktivierte Metalle	Beton / Blei	HMI	0,3	$1,1 \cdot 10^{10}$	5/750
2794	VBA-SB mit 200-l-Fass	1	Quelle	in Bleibehälter einbetoniert	KFA	945	$3,5 \cdot 10^{13}$	11/750
2941	stahlummantelte Bleiabschirmung	1	Bestrahlungsanlage	verschweißt	GSF, Nhg	3200	$1,2 \cdot 10^{14}$	2/750 Na2
2957	200-l-Fass	1	Metallzylinder	Aktivkohle / Blei	GSF, Han	0,01	$2,6 \cdot 10^8$	2/750 Na2
3029	200-l-Fass	2	Glas	Beton / Blei	KWU	2,5	$9,3 \cdot 10^{10}$	2/750 Na2
3030	200-l-Fass	1	Schleifwasser	Beton / Blei	KWU	0,2	$7,4 \cdot 10^9$	2/750 Na2

Bei der Angabe der Aktivität handelt es sich um die vom Ablieferer deklarierte mittlere Aktivität pro Abfallgebilde in einer Abfallcharge.

Recherchen im Schriftverkehr und anderen Dokumenten haben keine weiteren Hinweise auf in den Abfallgebinden vorhandene Bleiabschirmungen ergeben. Jedoch kann auch nicht vollständig ausgeschlossen werden, dass kleinere Bleibehältnisse z. B. mit Strahlenquellen in die Abfallbehälter gepackt wurden. Eine entsprechende Deklaration war nicht gefordert.

Als Abschirmung sind weiterhin auch die VBA selbst zu betrachten („Verlorene Betonabschirmung“) sowie in Fässern eingebrachte Betonwandungen oder Betonverfüllungen zwischen zwei ineinandergesetzten Behältern.

Informationen zu weiteren Sonderverpackungen und unverpackten Komponenten

Neben den 10 bislang bekannten Sonderverpackungen in Kammer 4/750 lagern auch in den Kammern 5/750, 6/750, 8/750 11/750 und 2/750Na2 noch 22 weitere Sonderverpackungen bzw. unverpackte Abfälle. Zusätzlich sind „diverse Sonderverpackungen“ von Transnuklear (insgesamt 30 Stück) im Jahr 1972 in die Kammer 1/750 eingelagert worden, die als Fässer in der Datenbank ASSEKAT registriert sind und die nicht im Grubenriss verzeichnet sind. Alle diese Sonderverpackungen sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt. Die hier mit aufgeführte Bestrahlungsanlage ist auch in der vorhergehenden Tabelle (Abschirmungen) mit aufgeführt.

Tab. 10: Sonderverpackungen und unverpackte Komponenten

IDNr	Behälter	Anzahl	Abfallart	Lieferer	Aktiv. [Ci]	[Bq]	Kammer
2875	unverpackt	3	entleerte UF-6 Zylinder; m = 650 kg; l = 210 cm, d = 80 cm	RBU	0,001	3,70*10 ⁷	11/750
2941	unverpackt	1	Verdampfer aus Deko-Anlage, t = 3 mm Edelstahl, Hohlräume betoniert	GSF, Nhg	0,01	3,70*10 ⁸	2/750 Na2
3047	Behälter: 61x67x77; 81x41x81 und 36x36x211 cm, Wand: 3 mm Stahl	3	Metall	MP	0,005	1,85*10 ⁸	2/750 Na2
343	Gestell mit 8 VAK-Kästen	10	Papier	KRB	0,01	3,70*10 ⁸	4/750
2573	Kasten: 100x152x70 cm, Wand: 1,5 mm Blech	2	Filter	GSF, Nhg	1*10 ⁻⁵	3,70*10 ⁵	5/750
2941	unverpackt	3	Verdampfer aus Deko-Anlage, t = 3 mm Edelstahl	GSF, Nhg	0,01	3,70*10 ⁸	6/750
2941	unverpackt	1	Bestrahlungsanlage Co-60, stahlummantelte Pb-Abschirmung, mit Pb vergossen; V=1000l, m=6,5 t	GSF, Nhg	3200	1,18*10 ¹⁴	2/750 Na2
2948	unverpackt	6	Diverse Behälter; m: 50 bis 550 kg; l: 113 bis 245 cm, d: 22 bis 65 cm, Wand: 8 mm	GKSS	0,001	3,70*10 ⁷	6/750
2950	unverpackt	1	Wärmetauscher m = 3500 kg; l = 2800 cm, d = 824 cm, Halbkugel oben und unten	GKSS	0,1	3,70*10 ⁹	6/750
2377	Tank mit Abfall: 164x16x51 cm, Wand: 1,5mm Stahl	2	kont. Stahlschrott	RBU	0	0,00*10 ⁰	8/750
2509	200-l-Fass verlängert, h = 115 cm, Inhalt: 280 l, m: 0,7 t	3	Geräteteile	TN (FRF)	1	3,70*10 ¹⁰	1/750

IDNr	Behälter	Anzahl	Abfallart	Lieferer	Aktiv. [Ci]	[Bq]	Kammer
2509	Stahlkisten: 75x70x70 bis 190x80x80cm, V: 370 bis 1200-l, m: 0,9 bis 2,7 t, Wand: 2 mm Stahlblech	26	Betonsteine	TN (FRF)	1	$3,70 \cdot 10^{10}$	1/750
2509	unverpackt	1	Core-Abschirmung, m: 2 t	TN (FRF)	1	$3,70 \cdot 10^{10}$	1/750

Kubische VBA

Zu der in HMGU 2010 dargestellten ungeklärten am 18.06.1974 von Karlsruhe beabsichtigten Einlagerung von radioaktivem Abbruchmaterial in ca. 20 Betonblöcken gibt es Hinweise in den recherchierten Dokumenten. Im LAW-Fassbuch wurde am 16.11.1978 die Einlagerung von 23 „viereckigen“ VBA in Kammer 6/750 dokumentiert. In den entsprechenden Begleitlisten werden als Inhalt Filter angegeben. Die einmalige Einlagerung von kubischen VBA in einer übereinstimmenden Anzahl der in den Dokumenten vom 18.06.1974 und 01.07.1974 beschriebenen Gebinde lässt vermuten, dass es sich hier um den kontaminierten Bauschutt von 1974 handelt.

11.2 SCHWERBETONABSCHIRMUNGEN (VBA-SB)

Neben den Verlorenen Betonabschirmungen aus Normalbeton (VBA-NB) wurden Abschirmungen aus Barytbeton (Schwerbeton) entwickelt, mit denen Abfallfässer mit noch höheren Dosisleistungen und Aktivitätsinventaren in den LAW-Kammern eingelagert werden konnten (VBA-SB). Ca. 25 % der insgesamt ca. 14.500 VBA sind derartige Schwerbetonabschirmungen, sie beinhalten ca. 50 % des Aktivitätsinventars aller VBA. Mit diesen VBA abgelieferte Abfallarten sind hauptsächlich betonierte oder bituminierte VDK, weiterhin Filterrückstände und Schrotte. Ablieferer waren GFK/KFK Karlsruhe und diverse Kernkraftwerke. Eingelagert wurden die VBA-SB in den Kammern 5, 6, 7, 11 und 12 der 750m-Sohle. Das durchschnittliche Aktivitätsinventar lag zum Zeitpunkt 01.01.2010 bei ca. $1,6 \cdot 10^{11}$ Bq pro Gebinde (ca. $8 \cdot 10^{11}$ Bq/m³). Aktivitätsinventare einzelner Gebinde können bis zu $1 \cdot 10^{12}$ Bq ($5 \cdot 10^{12}$ Bq/m³) betragen. Dies ist insbesondere im Fall einer Rückholung zu beachten, da sich die VBA-SB äußerlich nicht von VBA-NB unterscheiden.

Im Bericht von HMGU 2010 wird beschrieben, dass das direkte Befüllen von VBA mit Abfällen gemäß Annahmebedingungen nicht zulässig gewesen sei, die ESK in Ihrer Stellungnahme zur möglichen Rückholung vom 07.04.2010 von entsprechenden Gebinden jedoch ausgehe. In den tabellarischen Auflistungen im Anhang des Abschlussberichtes des Forschungszentrum Jülich (FZJ 2010) ist zumindest ein solcher Fall aufgeführt, der die ESK-Annahmen bekräftigt. Demnach sind in dem Transport aus Jülich in die Schachtanlage Asse am 29.08.1977 insgesamt neun Betonabschirmungen jedoch nur acht Fässer in Betonabschirmungen abgegangen. Laut Fassbuch sind diese Gebinde am 31.08.1977 an der Schachtanlage Asse II eingetroffen. Im Fassbuch sind 8 VBA Normalbeton und eine VBA mit Schwerbeton (Barytbeton) vermerkt. Die 9 VBA wurden in die Kammer 11/750 eingelagert.

12 DATENBANK ASSEKAT

Ein wesentlicher Teil der bisherigen Arbeiten umfasste die Auswertung der Einlagerungsdokumente und die Aufnahme der Informationen in der vom früheren Betreiber HMGU entwickelten Datenbank ASSEKAT. Da es in den Annahmebedingungen keinerlei Anforderungen an eine Deklaration radionuklidspezifischer Aktivitäten gab, musste der Informationsgehalt aus den Einlagerungsdokumenten nach bestimmten Kriterien sortiert werden. Von den Abfallverursachern wurde die Gesamtaktivität angegeben, nur in wenigen Fällen gab es Angaben zu Einzelnukliden.

Zu diesem Zweck wurden die vorhandenen Dokumentationen und Informationen mit einer Datenbank (ASSEKAT) aufgearbeitet. Basis für die Information waren hauptsächlich die Begleitlisten, außerdem Fragebögen der ersten vier Einlagerungsphasen, Kernbrennstoffmeldungen, Materialbegleitscheine des Forschungszentrums Karlsruhe sowie die Betriebsbücher des Schachanlage Asse II. Ergänzt wurden diese vorhandenen Informationen durch verschiedenartige Anfragen und Plausibilitätsüberprüfungen im Rahmen der Erstellung des Berichtes.

Unter Berücksichtigung der Abfallherkunft und der Abfallart wurden diese „Rohdaten“ zusammengefasst und ggf. korrigiert. Diese Daten dienen als Basis für die Ermittlung des radionuklidspezifischen Aktivitätsinventars. Vom Institut für Strahlenschutz (ISS) wurde zur Berechnung das Programm PAI – Programm zur Aktualisierung des Asse-Inventars entwickelt.

Die Datenbank ASSEKAT wurde überarbeitet und aktualisiert (GERSTMANN 2010). Die Version ASSEKAT 9.2 liegt dem BfS mit Stand 01.02.2010 vor und beinhaltet die folgenden wesentlichen Änderungen gegenüber der vorhergehenden Version:

- Die Reduktion der Plutonium- und Uranmassen der Abfälle des FZ Karlsruhe wurde zurückgenommen.
- Kr-85 wurde als Katasternuklid aufgenommen.
- Die Th-230-Aktivität in thoriumhaltigen Abfällen wurde mit 50 % der Th-232-Aktivität abgeschätzt, die Nachbildung von Ra-226 aus Th-230 zum Stichtag wird ebenfalls berücksichtigt.
- Die Bildung von Ra-228 als Tochternuklid aus Th-232 wird berücksichtigt, einige weitere Aufbaureaktionen wurden ebenfalls aufgenommen.
- 15 g U-235 des FRM (Begleitliste 2384) wurden mit dem korrekten Anreicherungsgrad ausgewertet.
- Zur besseren Übersichtlichkeit wurden die für die Berechnung des radionuklidspezifischen Aktivitätsinventars benötigten Datentabellen in zwei Gruppen (Rohdaten des FB Asse sowie Zusatzdaten des ISS und Ergebnisse) zusammengefasst.

Eine weitere Aktualisierung der Datenbank ist vorgesehen, sobald die Inventarüberprüfung durch den TÜV SÜD im Auftrag des BfS und seitens des BfS selbst abgeschlossen sein wird.

13 SCHLUSSFOLGERUNGEN / DISKUSSION

Die bisherigen Untersuchungen zum Abfallinventar hatten ihren Schwerpunkt bei den aktuellen Thematiken, die in der Öffentlichkeit (Asse II Begleitgruppe) und in Fachgremien (ESK, AGO) diskutiert wurden sowie in Presse- und parlamentarischen Anfragen. Darüber hinaus sind durch im Jahr 2009 bekannt gewordene Unstimmigkeiten zum Plutoniuminventar umfassende Arbeiten zur Überprüfung sowohl des Kernbrennstoff- als auch des übrigen in der Asse eingelagerten Abfallinventars initiiert worden. Die von der Arbeitsgruppe des HMGU erzielten Ergebnisse (HMGU 2010) stimmen im Hinblick auf das Kernbrennstoffinventar mit der bis dahin erlangten Erkenntnis des BfS überein. Die entsprechenden Korrekturen wurden bei der Erstellung der Datenbankversion ASSEKAT 9.2 im Februar 2010 (GERSTMANN 2010) vorgenommen. Weitere derzeit durch den TÜV SÜD stattfindende detaillierte Überprüfungen des Abfallinventars sind noch nicht vollständig abgeschlossen.

Bereits 2009 ist es dem BfS gelungen, eine Übersicht über die wichtigsten Abfalldokumente und -daten zu erlangen. Die Kenntnisse insbesondere über die Abfalldokumente konnten seitdem erheblich verbessert werden. Aufgrund dieser Kenntnisse ist es möglich geworden einen Teil von Sachverhalten, die in dem vom HMGU im August 2010 veröffentlichten Bericht der AG-Asse Inventar ungeklärt geblieben sind, auszuräumen.

So existieren definitiv keine Dokumente die Einlagerungen nach dem 29.12.1978 belegen. Die bis Februar 1979 unterschriebenen Begleitlisten der GNS wurden für Einlagerungen im Dezember 1978 nachträglich gezeichnet.

Die ungeklärte am 18.04.1976 von Karlsruhe beabsichtigte Einlagerung von 20 Gebinden mit radioaktivem Abbruchmaterial in ca. 20 Betonblöcken fand offensichtlich am 16.11.1978 statt. Im LAW-Fassbuch wurde am 16.11.1978 die Einlagerung von 23 „viereckigen“ VBA in Kammer 6/750 dokumentiert (S. Kap. 11.1).

Die Bestrahlungsanlage mit einer Co-60-Quelle, die zum Zeitpunkt der Einlagerung eine Aktivität von 3.200 Ci ($1,2 \cdot 10^{14}$ Bq) aufgewiesen hat wurde entgegen der bisherigen Dokumentation in ASSEKAT und der Darstellung in HMGU (2010) nicht in Kammer 6/750, sondern in Kammer 2/750 Na2 im älteren Steinsalz eingelagert. Die Aktivität dieser Bestrahlungsanlage ist mittlerweile auf ca. 57 Ci ($2,1 \cdot 10^{12}$ Bq) abgeklungen.

Genehmigungen/Annahmebedingungen

Die Unterlagen der Schachanlage Asse enthalten Genehmigungen und Annahmebedingungen, Einlagerungsdokumente sowie Sonderbetriebspläne aus der Einlagerungszeit.

Alle Genehmigungsunterlagen und Annahmebedingungen stimmen darin überein, dass für die Dosisleistung an dem Gebinde bzw. bei MAW an der wieder verwendbaren Abschirmung (E1, E2 oder 7V-Behälter) eine Dosisleistung von max. 200 mrem/h (2 mSv/h) an der Oberfläche (i. d. R. in 10 cm Abstand gemessen) zulässig war. Nur in Ausnahmefällen wurde bei 10% der Gebinde eine maximale ODL von 1000 mrem/h (10 mSv/h) zugelassen. Bei Einhaltung der Grenzwerte war gewährleistet, dass die Personendosis der Mitarbeiter, die mit den Abfällen hantieren mussten unterhalb des gesetzlich zulässigen Wertes lag.

Bei den Genehmigungen für die LAW-Einlagerung ist das Bergamt den Anträgen der GSF in der Mehrzahl der Punkte gefolgt. Es ist eine Erhöhung der genehmigten Gesamtaktivitäten festzustellen. In der ersten Genehmigung von 1967 wurden für 1.700 Gebinde insgesamt „ca. 20 Ci“ ($7,4 \cdot 10^{11}$ Bq) genehmigt. Die Genehmigung von 1971 lässt 40.000 Ci ($1,48 \cdot 10^{15}$ Bq) in 31.000 Gebinden zu. 1975 wurden nochmals 100.000 Gebinde mit 250.000 Ci ($9,25 \cdot 10^{15}$ Bq) genehmigt. Die je Einzelgebände genehmigte maximale Aktivität erhöhte sich von 20 – 25 mCi ($7,4 \cdot 10^8$ – $9,25 \cdot 10^8$ Bq) in den ersten 4

Phasen auf max. 25 Ci ($9,25 \cdot 10^{11}$ Bq) für VBA in der Genehmigung von 1975. Die maximalen Aktivitäten waren nur für fixierte und in Salzlösung und Wasser nicht lösliche Abfälle und ab 1975 nur in Behältern mit fest verbundener besonderer Abschirmung zulässig. Den Annahmebedingungen für LAW von 1971 ist zu entnehmen, dass u.a. die Einlagerung von Abfällen in löslichen Fixierungsmitteln mit einer Aktivität von bis zu 1 Ci ($3,7 \cdot 10^{10}$ Bq) in Blechtrommeln und Rollreifenfässern mit Betonauskleidung zulässig war.

Auch die Genehmigung des Bergamtes für die MAW-Einlagerungen von 1971 folgt dem Antrag der GSF. Es ist jedoch festzustellen, dass die später 1972 in den vorläufigen MAW-Annahmebedingungen der GSF festgelegten Maximalwerte für Dosisleistung und Aktivität von denen in der Genehmigung des Bergamtes von 1971 nach oben abweichen. Auch in die Genehmigungsnachträge des Bergamtes wurden die höheren Werte aus den vorläufigen Annahmebedingungen für MAW von 1972 nicht aufgenommen. Anhand des Schriftverkehrs wird deutlich, dass spätestens seit Dezember 1974 das Bergamt eine eindeutig ablehnende Haltung gegenüber den in den vorläufigen Annahmebedingungen aufgeführten zulässigen Maximalwerten eingenommen hat. Die Nachträge zur ersten MAW-Genehmigung wurden entsprechend den jeweiligen Nachtragsanträgen der GSF angepasst. Zunehmende Beschränkungen hinsichtlich der genehmigten Gesamtaktivität und der Anzahl der Gebinde haben sich aus detaillierteren Kenntnissen des Forschungszentrums Karlsruhe zum damals zu erwartenden MAW-Aufkommen ergeben.

Die Auswertung des MAW-Fassbuches zeigt, dass es unter Berücksichtigung der Genehmigungen des Bergamtes in max. 13 Chargen zu Überschreitungen der zulässigen Maximalwerte bei den Aktivitäten und den Dosisleistungen an der unabgeschirmten Oberfläche der Gebinde gekommen ist. In acht weiteren Fällen lag eine geringe Überschreitung der an der Außenseite des Abschirmbehälters maximal zulässigen Dosisleistung von 200 mrem/h (2 mSv) vor. Die zuerst genannten max. 13 Überschreitungen bei den zulässigen Maximalwerten der Aktivitäten und den Dosisleistungen sind je nach Interpretation der Genehmigungssituation frühestens ab Oktober 1975, also zum Ende des MAW-Einlagerungszeitraumes, vorgekommen. Bei diesen Chargen war die maximal zulässige Dosisleistung an der Außenseite des Abschirmbehälters jedoch in keinem Fall überschritten. Aus Sicht des betrieblichen Strahlenschutzes hatten diese Fälle demnach keine Bedeutung. Ein Mangel der sich im Zeitraum vom Januar 1974 bis Mai 1975 anhand der acht Überschreitungen der maximal zulässigen Dosisleistung an der Außenseite des E1-Abschirmbehälters abzeichnete, wurde mit Einführung des stärker ausgelegten E2-Behälters im August 1975 abgestellt.

Die MAW-Annahmebedingungen von 1976 wurden für einen geplanten Genehmigungsantrag der GSF zur Verlängerung der MAW-Einlagerungen erstellt und kamen nie zur Anwendung.

Zusätzlich zu den nach Strahlenschutzverordnung erteilten Genehmigungen des Bergamtes war für den Kernbrennstoffstoffanteil in den Abfällen eine Aufbewahrungsgenehmigung nach §6 AtG von der PTB erforderlich. Insbesondere in den §6-Genehmigungen von 1971 waren mit max. 200 g je Gebinde erheblich höhere Kernbrennstoffanteile als in den LAW-Einlagerungsgenehmigungen des Bergamtes und Annahmebedingungen der GSF zulässig (max. 15g/Fass). Die Aufbewahrungsgenehmigungen sahen jedoch eine Befristung der Aufbewahrungsdauer der Kernbrennstoffe vor. Eine Befristung für die Aufbewahrung der radioaktiven Abfälle war in den Einlagerungsgenehmigungen des Bergamtes demgegenüber nicht vorgesehen. Der Umfang der PTB-Aufbewahrungsgenehmigungen wurde nie ausgeschöpft.

Dem Forschungszentrum Karlsruhe (KFK später GFK) waren die mit den Abfällen angelieferten Kernbrennstoffmassen von der Schachanlage Asse zu quittieren. Mit diesen als Materialbegleitscheine bezeichneten Annahmebestätigungen war das Forschungszentrum in der Lage gegenüber Euratom den Verbleib der aus Ihrer Materialbilanzzone ausgebuchten Kernbrennstoffe nachzuweisen.

Von der genehmigten Versuchseinlagerung 100.000 bestrahlter AVR-Brennelementekugeln in Großbohrlöchern auf der 750m-Sohle wurde kein Gebrauch gemacht.

Einlagerungsdokumente

Die Einlagerungsdokumente der Schachanlage Asse II bestehen aus Fassbüchern, Fasskarten (oder auch „Paketanhänger“ genannt), Begleitscheinen, Fragebögen, Begleitlisten, Kernbrennstoffmeldungen und Materialbegleitscheinen sowie Frachtbriefen und Schriftverkehr.

Nur anhand der Fassbücher besteht die Möglichkeit die Kammer zu bestimmen in die die radioaktiven Abfälle eingelagert wurden. Es kam auch vor, dass Transporte geteilt und in verschiedene Kammern eingelagert wurden. Eine Zuordnung welches Gebinde in genau welche Kammer gekommen ist, ist demnach nicht immer möglich. Durch die nachträglichen Umlagerungen die nur in der Spalte „Bemerkungen“ des Fassbuches vermerkt sind, werden die Zuordnungsmöglichkeiten weiter erschwert.

Anhand der laufenden Nummern in den Fassbüchern ist die Anzahl der Gebinde festzustellen. Mit 1293 stimmt diese im MAW-Fassbuch mit den in den bisherigen Inventarermittlungen angewendeten Zahlen überein. Das LAW-Fassbuch endet jedoch mit der laufenden Nummer 124.497. Diese Zahl wurde auch in den Bestandsmeldungen nach §70 StrSchV dem Bergamt bis 13.01.2003 mitgeteilt und nach der Inventarermittlung GSF für den Sicherheitsbericht am 13.01.2004 auf 124.494 korrigiert.

Von den Fasskarten oder auch „Paketanhängern“ für Einzelgebinde sind lediglich die ersten 4.152 vollständig erhalten. Aus dem Schriftverkehr ist zu entnehmen, dass auch in der Zeit der „Langzeitversuchseinlagerung“ nach 1971 die Einzelgebinde mit sogenannten Paketanhängern anzuliefern waren. Von diesen sind jedoch nach derzeitigem Kenntnisstand bis auf Kopien von zwei Einzelexemplaren im Anhang eines GSF-Schreibens in denen auf einen hohen Pu-Gehalt in zwei Einzelgebinden hingewiesen wird (HMGU 2010) keine weiteren erhalten. Ab 1975 waren die Gebinde mit dauerhaft befestigten Gefahrgutkennzeichen versehen, die bei der Einlagerung nicht entfernt wurden. Der Informationsgehalt der vorliegenden Fasskarten ist gering und sehr allgemein gehalten.

Die Überprüfung der hohen Pu-Gehalte in Einzelgebinden durch den TÜV-SÜD ergab dass die Inhaltsangaben auf den betreffenden Paketanhängern unstimmtig sind. Zudem finden sich die Plutoniummengen nicht in den durch die GSF bestätigten vom Informationsgehalt als zuverlässig einzustufenden Kernbrennstoffmeldungen wieder.

Bei der Recherche nach Einlagerungsdokumenten wurden 15.523 Begleitscheine für Einzelgebinde aus dem Zeitraum August 1977 – Dez. 1978 und eine einzelne unvollständige Transportliste von 1978 aufgefunden. Auch die vorgefundenen Begleitscheine sind nicht vollständig (es fehlt beispielsweise der komplette Transport 1/78). Der Informationsgehalt der Begleitscheine erstreckt sich u.a. auch auf Einzelnuclide und Kernbrennstoffe. Sie waren unterzeichnet an Karlsruhe zurückzusenden u. a. um den Erhalt der Kernbrennstoffe zu bestätigen.

Informationen über zusammengefasste Abfallchargen und Transporte lassen sich den Fragebögen (1. – 4. Versuchsphase) bzw. den Begleitlisten („Langzeitversuchseinlagerungen“) entnehmen. Die Angaben auf den Begleitlisten waren durch eine rechtsverbindliche Unterschrift des Abfallanlieferers zu bestätigen.

Erkennbarkeit von Gebinden im Hinblick auf eine mögliche Rückholung

Bei einer möglichen Rückholung ist von Interesse ob Kennzeichnung oder Besonderheiten am Gebinde Informationen über den Inhalt geben können. Anhand von Nummerierungen, die durch die GSF auf den ersten ca. 1000 Gebinden gemacht wurden, können die Fässer den Eintragungen im Fassbuch zugeordnet werden. Dies betrifft jedoch lediglich Gebinde aus Kammer 4/750, die zu Beginn der Einlagerungen deponiert wurden. Weitere vereinzelte Möglichkeiten bestehen bei Gebinden aus Jülich, die eine typische Nummer aufweisen, die auch in den Einlagerungsdokumenten wiederzufinden ist. Zudem wurden einzelne Fässer der letzten Einlagerungen von der KFK mit der Transportnummer ge-

kennzeichnet. Auch diese lassen sich sofern diese Nummer in dem vorliegenden Teil der Transportliste enthalten ist, einem Einlagerungsdokument zuordnen. Für einen Teil der Einlagerungsdokumente muss jedoch damit gerechnet werden, dass die Deklaration des Inhalts der Gebinde unvollständig oder auch fehlerhaft vorgenommen wurde. Voraussetzung dafür, dass Informationen aus der Kennzeichnung am Gebinde entnommen werden können ist jedoch, dass die Kennzeichnung erhalten und lesbar geblieben ist.

Ein Teil der Abfälle mit höheren Aktivitätskonzentrationen, die in Gebinden mit fest verbundenen Abschirmungen als LAW eingelagert wurden, sind anhand der von außen sichtbaren VBA deutlich erkennbar. Es existieren jedoch noch mehr als 8000 Gebinde z. B. der Kategorie e) (200 l-Fass im 400 l-Fass) oder mit inneren Abschirmungen, deren Inhalt eine höhere Aktivitätskonzentration als üblich aufweist. Diese Gebinde unterscheiden sich äußerlich nicht von den übrigen LAW-Gebinden.

Eine Identifizierung solcher Gebinde anhand der Einlagerungsdokumente ist problematisch, da es anhand der Fassbücher nicht immer möglich ist zu bestimmen, in welche Kammer welches Gebinde eingelagert wurde. Zudem ist es insbesondere bei Gebinden, die mit Versturztechnik eingelagert wurden, nicht möglich den genauen Lagerort eines Gebindes in der Kammer zu bestimmen. Selbst für die ersten 4.866 Gebinde in Kammer 4/750, für die der Stapelplatz notiert wurde, wird eine Ortsbestimmung nicht möglich sein. Die Stapel werden vermutlich zwischenzeitlich umgestürzt sein, da sich infolge der Konvergenz (Volumenreduktion der Kammer durch den Gebirgsdruck) die Sohle konvex gewölbt hat.

Abfallklassifizierung

Die Klassifizierung von radioaktiven Abfällen spielt eine Rolle im Hinblick auf den direkten Umgang mit radioaktiven Abfällen. MAW unterscheiden sich dadurch von LAW, dass sie ohne zusätzliche Abschirmung nicht gehandhabt werden konnten.

Maßgebliches Kriterium für den Umgang mit Abfallgebinden beim Transport und der Endlagerung war die Ortsdosisleistung, die an der Oberfläche des Abfallgebindes gemessen wird. Diese war in allen Annahmebedingungen und Genehmigung auf 200 mrem/h (2 mSv/h) für den Regelfall begrenzt. Es waren durchaus hohe Aktivitätskonzentrationen zulässig, sofern die vorgeschriebene Dosisleistung eingehalten wurde. So war die Verwendung von inneren Blei- oder Betonabschirmungen, um die Ortsdosisleistung an der Oberfläche des Gebindes zu verringern, gem. Annahmebedingungen durchaus zulässig.

14 AUSBLICK (NOCH AUSZUGLEICHENDE KENNTNISDEFIZITE)

Inhaltliche Bewertungen zu den bisherigen Ermittlungen des Abfallinventars und Hinweise auf fachliche Unstimmigkeiten sind auch der gemeinsamen Stellungnahme der ESK und der SSK zur Schachanlage Asse II vom September 2008 zu entnehmen (ESK 2008). Die im Auftrag des ehemaligen Betreibers durchgeführte Ermittlung des Radionuklidinventars der Schachanlage Asse (GSF 2002b) wird von der ESK als grundsätzlich plausibel angesehen. Die genannten Unstimmigkeiten in Bezug auf die Berechnung der Radium- und Thoriumnuklide konnten in Verbindung mit der Aktualisierung der Datenbank ASSEKAT ausgeräumt werden und sind in deren Version 9.2 (Stand 01.02.2010) berücksichtigt (GERSTMANN 2010).

Da die ursprüngliche Erfassung der Radionuklide unter dem Gesichtspunkt der Relevanz für die Langzeitsicherheit erfolgte, wurden einige kurzlebige Radionuklide nicht berücksichtigt. Die noch nicht erfassten kurzlebigen Radionuklide können jedoch für eine mögliche Rückholung aus Strahlenschutzaspekten wichtig sein. In der Version ASSEKAT 9.2 sind diese inzwischen berücksichtigt worden.

Plausibilitätsprüfungen ergaben, dass die aktuellen Tritium-Mengen in der Abluft der Schachanlage Asse II pro Jahr ein 25stel bis 30stel des bisher angegebenen Tritium-Inventars betragen. Deshalb wurde der Frage nachgegangen, ob das gesamte Inventar der Abfälle erfasst wurde. Hierzu wurden Überprüfungen seitens des FZ Jülich bezüglich Tritium und auch Kohlenstoff-14-Gehalten der eingelagerten AVR-Graphitkugeln vorgenommen. Diese Betrachtungen waren auf Grund neuerer Erkenntnisse und besserer Messmethoden möglich geworden. Die Ergebnisse werden der Aktualisierung des Aktivitätsinventars der Graphitkugeln insbesondere für die Radionuklide Tritium und Kohlenstoff-14 zu Grunde gelegt.

Nachdem bekannt geworden war, dass die in der Ermittlung des Radionuklidinventars der Schachanlage Asse II (GSF 2002b) verwendeten Plutoniummassen auf einer fehlerhaften Nachdeklaration für die WAK beruhen, erfolgt eine vollständige Prüfung und Überarbeitung des gesamten Abfallinventars. Im Ergebnis aller Überprüfungen wird das Abfallinventar aktualisiert und entsprechend in die Datenbank ASSEKAT eingearbeitet werden. Wesentlich bleibt, dass neben den weiteren Untersuchungen zu einer möglichst genauen Bilanzierung des Abfallinventars bei der Ableitung des Quellterms für Sicherheitsanalysen die verbleibenden Unsicherheiten durch adäquate Unsicherheitsanalysen berücksichtigt werden. Dies gilt sowohl für einen zu erbringenden Langzeitsicherheitsnachweis bei einem Verbleib der Abfälle in der Schachanlage Asse II wie auch für Störfallbetrachtungen für die Handhabung der Abfälle bei einer Rückholung.

14.1 MAW

Das MAW-Inventar wurde durch den TÜV NORD zu 100 % auf Konsistenz mit den vorliegenden Einlagerungsdokumenten überprüft (s: Kap. 9.4.1). Die im Nachhinein bekannt gewordenen Fehler bei der Deklaration des Plutoniuminventars wurde inzwischen korrigiert und die Datenbank ASSEKAT entsprechend aktualisiert. Weitere noch nicht komplett abgeschlossene Prüfungen können ggf. noch geringfügige Aktualisierungen des MAW-Inventars erforderlich machen.

14.2 LAW

Auf Basis der überarbeiteten Datenbank ASSEKAT erfolgt derzeit ein möglichst vollständiger Abgleich mit den Einlagerungsdokumenten. Teilergebnisse der Prüfungen der AG-Asse Inventar der HMGU und des BfS sind bereits in eine aktualisierte Datenbankversion (ASSEKAT 9.2) eingearbeitet worden. Eine abschließende Version wird nach Beendigung aller derzeit noch beim TÜV SÜD und dem BfS laufen-

den Untersuchungen und Prüfungen erstellt.

14.3 FAKTENERHEBUNG

Untersuchungen, die bei einer Kammeröffnung im Rahmen der Faktenerhebung vorgesehen sind, wie z. B. Analysen von Kammerluft und –flüssigkeiten oder Untersuchungen/Probenahmen an einzelnen Abfallgebinden können für Plausibilitätsbetrachtungen herangezogen werden. Hieraus werden allerdings nur Aussagen resultieren, ob die bisherigen Angaben und Annahmen zum Abfallinventar plausibel sind oder ob ggf. noch größere als bisher angenommene Unsicherheiten existieren. Eine weitere Detaillierung der vorliegenden Abfalldaten wird nicht möglich sein.

Die Ergebnisse der Faktenerhebung werden im Hinblick auf die bisherigen Erkenntnisse zum Abfallinventar der Asse ausgewertet.

LITERATUR

- BfS (1995 a): Anforderungen an endzulagernde radioaktive Abfälle (Endlagerungsbedingungen, Stand: Dezember 1995) – Schachtanlage Konrad. - Bericht ET-IB-79, [REDACTED] Bundesamt für Strahlenschutz Salzgitter, Dezember 1995.
- BfS (1995 b): Produktkontrolle radioaktiver Abfälle – Schachtanlage Konrad – Stand: Dezember 1995. - Bericht ET-IB-45-REV-3, [REDACTED] Bundesamt für Strahlenschutz Salzgitter, Dezember 1995.
- BfS (2007): Prüfung von Unterlagen zur Schließung der Schachtanlage Asse II im Hinblick auf die Anforderungen eines atomrechtlichen Planfeststellungsverfahrens. - Bericht SE-IB-23/07, Bundesamt für Strahlenschutz Salzgitter, 2007.
- BfS (2009): Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle. – Bericht BfS 9A/1350000/BE/RA/0001/00, [REDACTED], Asse GmbH, 27.03.2009; Remlingen.
- ESK (2008): Gemeinsame Stellungnahme der ESK und der SSK zur Schachtanlage Asse II – Plausibilitätsprüfungen der Angaben des Betreibers - Stellungnahme der Strahlenschutzkommission und der Entsorgungskommission. - Geschäftsstelle der Strahlenschutzkommission bzw. Entsorgungskommission Postfach 12 06 29; Bonn.
- GERSTMANN (2010): Beratung und Unterstützung bei der Fortentwicklung und Programmdokumentation der Datenbank Assekate - Abschlussbericht – Bericht im Auftrag des BfS, PSP-Nr.: 9A251, BfS-Bestell-Nr.: 8736-9; München den 28.02.2010.
- FZJ (2009): Stellungnahme zum Tritiuminventar in den AVR-Graphit- und Absorberkugeln, vom Forschungszentrum Jülich in den 70er Jahren an die Asse abgegeben. – Forschungszentrum Jülich, [REDACTED] Jülich, 25.08.2009.
- FZJ (2010): Zusammenfassung der Ergebnisse der erneuten Überprüfung der Kenndaten (Aktivitätsinventare, Kernbrennstoffe) der von der ehemaligen Kernforschungsanlage Jülich an das Forschungsbergwerk Schachtanlage Asse in den Jahren 1968 bis 1978 abgegebenen radioaktiven Abfälle. - Forschungszentrum Jülich, Abschlussbericht Jan. 2010, [REDACTED] Jülich.
- GSF (1971): Bedingungen für die Lagerung von schwachradioaktiven Abfallstoffen im Salzbergwerk Asse – Stand: Juli 1971. – Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH; München.
- GSF (1972): Vorläufige Bedingungen für die Versuchseinlagerung mittelradioaktiver Abfallstoffe im Salzbergwerk Asse – Stand: September 1972. – Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH; München.
- GSF (1975): Bedingungen für die Lagerung von schwachradioaktiven Abfällen im Salzbergwerk Asse – Stand: Dezember 1975. – Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH; München.
- GSF (1976): Bedingungen für die Versuchseinlagerung von mittelradioaktiven Abfällen in die Kammer 8a der 511-m-Sohle des Salzbergwerkes Asse – Stand: Dezember 1976. – Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH; München.
- GSF (2000): Erstellung einer Datenbank zur Aktualisierung des Radionuklidinventars im Forschungsbergwerk Asse. – Interner Bericht Nr. 1/2000, Mitwirkung Fa. FERCHAU Konstruktion GmbH, Gummersbach, [REDACTED] Remlingen.
- GSF (2001): Bestimmung der stofflichen Hauptbestandteile der in die Schachtanlage Asse eingelagerten Abfälle. – Stoller Ingenieurtechnik GmbH, Abschlussbericht, [REDACTED] Dresden, 01.11.2001.
- GSF (2002a): Inventar chemischer und chemotoxischer Stoffe von radioaktiven Abfällen in der Schachtanlage Asse. – Buchheim Engineering, Abschlussbericht; Fällanden/Zürich, Dezember 2002.

- GSF (2002b): Bestimmung des nuklidspezifischen Aktivitätsinventars der Schachanlage Asse. - GSF-Abschlußbericht, Auftrags-Nr. 31/179 294/99, FE Nr. 76277 – GSF - Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, [REDACTED]; Remlingen, August 2002.
- GSF (2003): Abschätzung der Massen von in der Schachanlage Asse außerhalb der Einlagerungskammern verbleibenden Baustoffen und Materialien. – GSF Projekt Langzeitsicherheit Asse; REV 0, [REDACTED] Remlingen, Mai 2003.
- GSF (2004): Bestimmung des Inventars an chemischen und chemotoxischen Stoffen in den eingelagerten radioaktiven Abfällen der Schachanlage Asse. – Abschlussbericht, GSF - Forschungszentrum GmbH, Buchheim, [REDACTED] M; Remlingen, März 2004.
- GSF (2005): Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle. - Projekt Langzeitsicherheit Asse, GSF - Lagerbereiche, Bericht der GSF, 14/77756/RHV/RB/B001/02, REV 02, [REDACTED]; Remlingen, 20.06.2005.
- HMGU (2008): Gebirgsmechanische Stellungnahme zum messtechnischen Befund in der Schwebelücke zwischen Abbau 4/725-m-Sohle und Einlagerungskammer 4/750-m-Sohle. – Arbeitsbericht des Teilbereiches Standortüberwachung Nr. 7/2008, [REDACTED] HMGU; Remlingen, 17.12.2008.
- HMGU (2010): AG-Asse Inventar - Abschlussbericht. – Arbeitsbericht der Projektgruppe Jülich, HMGU; München, 31.08.2010.
- ISTEC (2009 a): Sicherheitsüberprüfung des bestimmungsgemäßen Betriebes der Schachanlage Asse II. – Institut für Sicherheitstechnologie (IsTec) GmbH, [REDACTED] ISTec – A – 1376 (Rev. 0); Köln, 21.04.2009.
- ISTEC (2009 b): Radiologische Sachstandserhebung für die Schachanlage Asse II. – Institut für Sicherheitstechnologie (ISTec) GmbH, [REDACTED] I., ISTec – A – 1423 (Rev. 0); Köln, 21.04.2009.
- NMU (2008): Statusbericht des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt und Klimaschutz über die Schachanlage Asse II. - Niedersächsisches Ministerium für Umwelt und Klimaschutz; Hannover, 01.09.2008.
- ODOJ R. (2009): Moderne Methoden zur Behandlung der radioaktiven Abfälle. – Vortrag von Prof. Dr. Odoj FZJ, Tagung Akademie der Wissenschaft und Künste NRW; Düsseldorf, 19.06.2009.
- SIEMENS (1968): Verfestigung von radioaktiven Abfällen - Einengung von NaBO₂-Lösung in Verbindung mit Chemieabwasser-Konzentrat. – Interner Bericht Nr. 1-68 Abt. ZEF (Zentrale Entwicklung und Forschung), Siemens-Schuckertwerke AG; Berlin / München, 25.01.1968.
- STIPPLER (1979): Abschätzung des Nuklidinventars der radioaktiven Abfälle im Salzbergwerk Asse. – GSF- Bestandsmeldung an die Genehmigungsbehörde Sti/scha; Remlingen, 05.11.1979.
- TÜV-NORD (2008): Gutachtliche Stellungnahme zum Ist-Zustand des Betriebes hinsichtlich der strahlenschutzrelevanten Aspekte und zum vorhandenen radioaktiven Inventar. – Erstellt im Auftrag des NMU und BMBF, TÜV EnSys Hannover GmbH & Co.KG; Hannover, September 2008.
- TÜV-SÜD (2011): Zwischenbericht zur Überprüfung des Abfallinventars – 1. Einzelbeauftragung Überprüfung der Kernbrennstoffdaten – Teil B -.- Bericht ETS4-16/2011, Erstellt im Auftrag des BfS, TÜV-SÜD Industrie Service GmbH; München, April 2011.