



Bundesamt für Strahlenschutz

Deckblatt

GZ: SE 2.1 -9A 25100000

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd.Nr.	Rev.	Seite: I
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	25100000	MAL	RA	0004	00	

31482621

Titel der Unterlage:

SCHACHTANLAGE ASSE II

BERICHT ZUR ÜBERPRÜFUNG DES ABFALLINVENTARS

1. EINZELBEAUFTRAGUNG: ÜBERPRÜFUNG DER KERNBRENNSTOFFDATEN - TEIL B -

Ersteller:

TÜV SÜD INDUSTRIE SERVICE GMBH

Stempelfeld:

Freigabe durch bergrechtlich verantwortliche Person:

LH 9/6/11

Datum und Unterschrift

Freigabe durch atomrechtlich verantwortliche Person:

9.6.2011 Wittwer

Datum und Unterschrift

Freigabe im Projekt/Betrieb:

i.V. LH 9/6/11

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.

13 148262-1



Industrie Service

Schachtanlage Asse II

Bericht

zur Überprüfung des Abfallinventars

1. Einzelbeauftragung: Überprüfung der Kernbrennstoffdaten - Teil B -

Bericht ETS4-16/2011

April 2011

Erstellt im Auftrag des
Bundesamtes für Strahlenschutz
von der TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Energie und Technologie



Inhaltsverzeichnis:

	Abkürzungsverzeichnis	3
1	Einleitung	7
2	Durchgeführte Prüfungen und Prüfumfang	9
3	Abgleich der bei Euratom gemeldeten Kernbrennstoffmassen mit den Kernbrennstoffmeldungen und Materialbegleitscheinen der Ablieferer.....	13
3.1	Euratom-Meldung für die Schachtanlage Asse II	13
3.1.1	Plutonium	16
3.1.2	U-233 und U-235.....	16
3.2	Euratom-Meldungen für einzelne Ablieferer	21
4	Abgleich der Rechercheergebnisse mit den im Kernforschungszentrum Karlsruhe und bei anderen Ablieferern nachrecherchierten Ergebnissen.....	23
4.1	Gesellschaft für Kernforschung (GfK) bzw. Kernforschungszentrum Karlsruhe (KfK).....	23
4.2	Sonstige Ablieferer	33
5	Vergleich der nachrecherchierten Daten mit den in der Datenbank ASSEKAT eingetragenen Daten	36
5.1	Gesellschaft für Kernforschung (GfK) bzw. Kernforschungszentrum Karlsruhe (KfK).....	36
5.2	Sonstige Ablieferer	37
6	Plausibilitätsbetrachtung zur Menge und Zusammensetzung der Kernbrennstoffe.....	39
6.1	GfK/KfK	39
6.1.1	Betriebsdokumente zur Einlagerung.....	39
6.1.2	Plutonium- und Uranzusammensetzung.....	44
6.1.3	Höhe der deklarierten Kernbrennstoffmassen	53
6.2	Sonstige Ablieferer	60
6.2.1	Betriebsdokumente zur Einlagerung.....	60
6.2.2	Plutonium- und Uranzusammensetzung.....	65
6.2.3	Höhe der deklarierten Kernbrennstoffmassen	71
6.3	Begleitende Kontrollen zur Deklaration der Kernbrennstoffdaten.....	74
6.4	Zusammenfassung	76



7	Berechnungen von Plutonium und Uran in kernbrennstoffhaltigen Abfällen mit der Datenbank ASSEKAT/PAI	77
7.1	Plutonium	77
7.2	Uran.....	80
8	Zusammenfassung.....	85
9	Empfehlungen.....	90
	Anhang: Verzeichnis der verwendeten Unterlagen.....	91



Abkürzungsverzeichnis

AB	Amersham-Buchler
ABRA	Abteilung Behandlung Radioaktiver Abfälle im Forschungszentrum Karlsruhe
ADB	Abteilung Dekontaminationsbetriebe der Gesellschaft für Kernforschung mbH (GfK) bzw. des Kernforschungszentrums Karlsruhe (KfK), heute HDB und seit 1.07.2009 zur WAK gehörend
AEG-FSR	Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft, Fachgebiet Schnelle Reaktoren in Großwelzheim
AEG-GWhm	Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft, Kernenergieversuchsanlage in Großwelzheim
ASSEKAT	Access-Datenbank zur Erfassung der Daten von in der Asse eingelagerten Abfällen
ASSEKAT/PAI	Datenbank zur Erfassung der Daten von in der Asse eingelagerten Abfällen mit anschließender Berechnung des Aktivitätsinventars
AtG	Atomgesetz
BfS	Bundesamt für Strahlenschutz
BL	Begleitliste
BR2	Belgian Reactor 2
BW	Bundeswehr
DFR	Dounreay Fast Reactor
E	Empfehlung
Euratom	Europäische Atomgemeinschaft
FB	Fragebogen
FR2	Forschungsreaktor 2 im Forschungszentrum Karlsruhe
FRM	Forschungsreaktor München
FZ	Forschungszentrum
GfK	Gesellschaft für Kernforschung mbH, Karlsruhe, später: Kernforschungszentrum Karlsruhe, dann: Forschungszentrum Karlsruhe, heute: Karlsruher Institut für Technologie KIT
GKSS	Gesellschaft für Kernenergieverwertung in Schiffbau und Schifffahrt, Geesthacht
GNS	Gesellschaft für Nuklearservice, Essen
GNT	Gesellschaft für Nukleartransport, heute: Gesellschaft für Nuklearservice, Essen



GRB	Sammelstelle Bayern für radioaktive Stoffe GmbH
GSF	Gesellschaft für Strahlenforschung, später: Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung – Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit GmbH, Neuherberg, heute: Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt GmbH, Neuherberg
GSF-Han	GSF Hannover
GSF-Nhg	GSF Neuherberg
GWhm	Großwelzheim
GWK	Gesellschaft für Wiederaufarbeitung (heute WAK-GmbH)
IHCh	Institut für heiße Chemie im Forschungszentrum Karlsruhe
IMF	Institut für Material- und Festkörperforschung im Forschungszentrum Karlsruhe
IRCh	Institut für Radiochemie im Forschungszentrum Karlsruhe
HDB	Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe (früher ADB), seit 1.07.2009 zur WAK gehörend
HMI	Hahn-Meitner-Institut für Kernforschung, Berlin, heute: Helmholtz Zentrum Berlin
HMGU	Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt, München (Neuherberg)
HBWR	Halden Boiling Water Reactor
HZ	Heiße Zellen im Forschungszentrum Karlsruhe
ISS	Institut für Strahlenschutz der GSF bzw. HMGU
ITU	Europäisches Institut für Transurane
KFA	Forschungszentrum Jülich (FZJ)
KfK	Kernforschungszentrum Karlsruhe, später Forschungszentrum Karlsruhe, heute: Karlsruher Institut für Technologie KIT
KKB	Kernkraftwerk Brunsbüttel
KKS	Kernkraftwerk Stade
KKU	Kernkraftwerk Unterweser
KNK	Kompakte Natriumgekühlte Kernkraftanlage
KRB	Kernkraftwerk RWE-Bayernwerk (heute Kernkraftwerk Gundremmingen GmbH)
KRT	Kernreaktorteile GmbH
KKW	Kernkraftwerk
KWL	Kernkraftwerk Lingen
KWO	Kernkraftwerk Obrigheim



KWU	Kraftwerk Union
KWW	Kernkraftwerk Würgassen
LAW	Low-level radioactive waste – schwachradioaktiver Abfall
LWR	Leichtwasserreaktor
LWR-MOX	U-Pu-Oxidbrennstoff für Leichtwasserreaktoren
MAW	Medium-level radioactive waste – mittelradioaktiver Abfall
MILLI	Labor-Wiederaufarbeitungsanlage im Forschungszentrum Karlsruhe
MOX	Mischoxid
MP	Mess- und Prüfstelle für die Gewerbeaufsichtsverwaltung des Landes Hessen
MZFR	Mehrzweckforschungsreaktor im Forschungszentrum Karlsruhe
NUKEM	Nuklear-Chemie und –Metallurgie GmbH
PAI	Programm zur Aktualisierung des Asse-Inventars
PTL	Prototyplabor des Forschungszentrums Karlsruhe
RBT/HZ	Abteilung Reaktorbetrieb und Technik/Heiße Zellen im Forschungszentrum Karlsruhe
RBU	Reaktor-Brennelemente Union
RWE	Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerke
SBR	Schneller Brutreaktor
SBR-MOX	U-Pu-Oxidbrennstoff für Schnelle Brutreaktoren
SNEAK	Schnelle-Null-Energie-Anordnung-Karlsruhe
SNR 300	Schneller Natriumgekühlter Reaktor
Steag	Steinkohlen-Elektrizität AG
TN	Transnuklear
TÜV SÜD	TÜV SÜD Industrie Service GmbH
U-nat	Uran mit natürlicher Isotopenzusammensetzung
U-abger	Uran mit abgereichertem U-235-Istopengehalt
VAK	Versuchsatomkraftwerk Kahl
WAK GmbH	Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe Rückbau- und Entsorgungs-GmbH, früher: Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe GmbH
WAK	Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe GmbH (früher GWK, heute WAK-GmbH)
WAU	Uran aus der Wiederaufarbeitung



1 Einleitung

Mit Schreiben des Bundesamts für Strahlenschutz (BfS) vom 18.11.2009 /U-1/, Az. Z 4.5 9A 251 8728-9, wurde zwischen dem BfS und der TÜV SÜD Industrie Service GmbH (TÜV SÜD) ein Vertrag zur Überprüfung des Abfallinventars der Schachtanlage Asse II geschlossen. Im Einzelnen beinhaltet der Vertrag die Erbringung folgender Leistungen durch TÜV SÜD:

- Recherche der Betriebsdokumente hinsichtlich der Kernbrennstoffe, die von der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe (WAK) geliefert wurden.
- Recherche der Betriebsdokumente hinsichtlich der Kernbrennstoffe anderer Ablieferer.
- Recherche der Betriebsdokumente hinsichtlich sonstiger Abfälle.

Die Erbringung der o. a. Leistungen erfolgte mittels Einzelbeauftragungen, in denen die jeweiligen Arbeiten/Aufgaben zwischen dem BfS und TÜV SÜD abgestimmt wurden. Mit dem BfS-Schreiben vom 04.12.2009 /U-2/, Az. SE 4.2 9A 251, wurde TÜV SÜD mit der 1. Einzelaufgabe beauftragt, Daten zu Kernbrennstoffen, die in der Schachtanlage Asse II eingelagert wurden, nachzurecherchieren und auf Plausibilität zu prüfen (1. Einzelbeauftragung). Die Zielsetzung bzw. Inhalt der durchzuführenden Arbeiten der 1. Einzelaufgabe ist nachfolgend aufgeführt:

1. Recherche der Betriebsdokumente hinsichtlich der Kernbrennstoffe, die von der WAK an die Asse abgeliefert wurden.
2. Recherche der Betriebsdokumente hinsichtlich der Kernbrennstoffe, die von den anderen Abfallverursachern abgeliefert wurden.
3. Abgleich der bei Euratom gemeldeten Kernbrennstoffmassen mit den Kernbrennstoffmeldungen und Materialbegleitscheinen der Abfallverursacher.
4. Abgleich der Rechercheergebnisse mit den im FZ Karlsruhe und bei anderen Abfallverursachern nachrecherchierten Ergebnissen.
5. Vergleich der nachrecherchierten Daten mit den in der Datenbank ASSEKAT eingetragenen Daten.
6. Plausibilitätsprüfung der Angaben zur Zusammensetzung der Kernbrennstoffe.



Die Ergebnisse der Überprüfung der Kernbrennstoffdaten in Bezug auf die Recherche der Betriebsdokumente von Abfallgebinden, die von der WAK bzw. dem Forschungszentrum Karlsruhe und den anderen Abfallverursachern an die Asse abgeliefert wurden (o. a. Punkte 1 und 2), wurden vorab in detaillierter Form im Zwischenbericht „Überprüfung des Kernbrennstoffdaten - Teil A: Recherche der Betriebsdokumente“ dargestellt /U-3/.

Der vorliegende Bericht „Überprüfung des Kernbrennstoffdaten - Teil B“ fasst die Ergebnisse der Arbeiten zu den o. a. Punkten 3 bis 6 zusammen.

2 Durchgeführte Prüfungen und Prüfumfang

Die primären Betriebsdokumente aus der Zeit der Einlagerung der Abfallgebinde und die nachträglichen Auswertungen der Betriebsdokumente zur Deklaration der eingelagerten Abfälle haben wir hinsichtlich der Kernbrennstoffe gesichtet und auf ihre Übereinstimmung hin überprüft. Unsere Ergebnisse haben wir im Bericht „Überprüfung der Kernbrennstoffdaten - Teil A: Recherche der Betriebsdokumente“ /U-3/ zusammengestellt. Hierbei wurden die Abweichungen hinsichtlich der Kernbrennstoffe in der Regel konservativ bewertet, d. h. bei unterschiedlichen Angaben zum Vorliegen oder zur Masse von Kernbrennstoffen wurde stets unterstellt, dass der höhere Wert der korrekte Wert ist. Diese bewusst konservative Vorgehensweise stellte bei der Überprüfung des Kernbrennstoffinventars in der Schachtanlage Asse II einen ersten Schritt dar.

In einem zweiten Schritt haben wir die Euratom-Meldungen für die Schachtanlage Asse II /U-8/ und einzelne Euratom-Meldungen von Ablieferern /U-13/ mit den uns vorliegenden Betriebsdokumenten abgeglichen. Hierzu haben wir auch die regelmäßigen Meldungen der Asse an das Bergamt Goslar zur Prüfung herangezogen. Die Prüfung wurde hierbei mit einem so hohen Umfang durchgeführt, dass damit die abweichenden Werte vollständig erklärt werden konnten.

Die Ergebnisse der Nachrecherche zum Abfallinventar in der Schachtanlage Asse II beim Forschungszentrum Karlsruhe und bei den sonstigen Ablieferern sind im Abschlussbericht „AG Asse Inventar – Abschlussbericht“ des Helmholtz Zentrums München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt (HMGU) vom 31.08.2010 /U-13/ (HMGU-Bericht) zusammengefasst. Diese nachrecherchierten Daten /U-13/ haben wir hinsichtlich des Kernbrennstoffinventars mit den Ergebnissen aus unserer Überprüfung der primären Betriebsdokumente und mit den erfassten Werten in der Datenbank ASSEKAT stichprobenweise verglichen. Des Weiteren haben wir die im HMGU-Bericht /U-13/ und den dazugehörigen umfangreichen Anlagen (u. a. /U-18/ bis /U-21/) nachrecherchierten Daten hinsichtlich der Plausibilität und Nachvollziehbarkeit bewertet. Der Schwerpunkt lag hierbei insbesondere bei den Zusammensetzungen und Mengen an Kernbrennstoffen in Abfällen aus dem GFK/KfK.



Die Plausibilitätsbetrachtung zur Menge und Zusammensetzung der Kernbrennstoffe haben wir unterteilt in:

- die Interpretation der im Bericht Teil A /U-3/ im Detail dargestellten abweichenden Angaben zu den Kernbrennstoffmassen zwischen den primären Betriebsdokumenten
- die Überprüfung der herangezogenen Zusammensetzungen von Plutonium und Uran und
- die Bewertung der Höhe der deklarierten Kernbrennstoffmasse

Unsere Prüfung hinsichtlich der Plausibilität des Kernbrennstoffinventars der Asse erfolgt auf Grundlage der uns vorliegenden Unterlagen. Die Plausibilitätsbetrachtung der im Bericht Teil A /U-3/ im Detail dargestellten abweichenden Angaben zu den Kernbrennstoffmassen zwischen den primären Betriebsdokumenten erfolgte ausschließlich für Abweichungen zu höheren Massen. Abweichungen zu geringeren Massen wurden analog dem Bericht Teil A /U-3/ weiterhin nicht betrachtet. Die von uns durchgeführte Plausibilitätsbetrachtung hat somit weiterhin einen konservativen Charakter. Mit Ausnahme des Forschungszentrums Karlsruhe liegen uns für die sonstigen Ablieferer nur wenige Unterlagen zum Anfall von kernbrennstoffhaltigen Abfällen vor. Damit ist insbesondere für U-235 eine Bewertung der an die Asse abgegebenen U-235-Massen nur bedingt möglich.

Um die Nachvollziehbarkeit der im Bericht aufgeführten Uran- und Plutoniummassen bzw. deren Abweichung zu gewährleisten, haben wir bei der Angabe von Massen auf die Rundung der Zahlen verzichtet. Dies gilt auch für die Summenbildung. Durch den Verzicht auf die einheitliche Angabe signifikanter Stellen soll jedoch keine höhere Genauigkeit vorgetäuscht werden.

Für die Plausibilitätsbetrachtung zur Menge und Zusammensetzung haben wir insbesondere unsere Erkenntnisse und Erfahrungen aus unserer Tätigkeit als hinzugezogener Sachverständiger im Rahmen des atomrechtlichen Genehmigungs- und Aufsichtsverfahrens und die Ergebnisse aus unserer Literaturrecherche zu /U-25/ bis /U-47/ herangezogen. Hierzu haben wir die eingelagerte Gesamtmenge an Plutonium und Uran und deren Zusammensetzung aus den primären Betriebsdokumen-



ten, den nachrecherchierten Daten und den Ergebnissen unserer Literaturrecherche gegenübergestellt und bewertet.

Wie schon in unserem Bericht Teil A /U-3/ beschrieben, orientieren wir uns bei unserer Plausibilitätsprüfung der Kernbrennstoffdaten von in der Asse eingelagerten radioaktiven Abfällen an der derzeitigen Definition § 2 Abs. 1 S. 2 AtG /U-16/ für besondere spaltbare Stoffe (Kernbrennstoffe) in Form von Pu-239, Pu-241 und mit U-235 oder U-233 angereichertem Uran. Radioaktive Abfälle mit den spaltbaren Stoffen Pu-239 und Pu-241 werden daher, sofern deren Aktivität im Sinne § 2 Abs. 2 AtG /U-16/ nicht außer Acht gelassen werden kann, als kernbrennstoffhaltige Abfälle eingestuft, unabhängig vom Gehalt an Pu-239 und Pu-241 im Abfall. Radioaktive Abfälle mit den Isotopen U-233 und U-235 werden gemäß AtG § 2 Abs. 1 S. 2 als kernbrennstoffhaltige Abfälle eingestuft, sofern die Summe der U-233- und U-235-Mengen größer ist als die Menge des U-238 multipliziert mit dem natürlichen U-235/U-238-Verhältnis, d. h. es sich nicht um Natururan (U-nat) und abgereichertes Uran handelt. Wie bereits oben erwähnt, wird im vorliegenden Bericht der Begriff kernbrennstoffhaltige Abfälle unabhängig von Kernbrennstoffgehalt verwendet. Es wird im vorliegenden Bericht nicht auf die frühere Begriffsbestimmung im Sinne der §§ 3, 8 und 11 der Strahlenschutzverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 30.06.1989 zurückgegriffen, nach der kernbrennstoffhaltige Abfälle höchstens 3 g Kernbrennstoffe pro 100 kg Abfall enthalten.

Die Prüfung der Kernbrennstoffdaten erfolgt auf der Basis der jeweiligen Massen (g oder kg) der vier spaltbaren Radionuklide Pu-239, Pu-241, U-233 und U-235. Unsere Aussagen zur Plausibilität der Höhe der deklarierten Pu-239, Pu-241, U-233 und U-235-Massen und den verwendeten Plutonium- bzw. Uran-Zusammensetzungen beziehen sich nicht auf einzelne Begleitlisten, sondern auf die Gesamtmenge der eingelagerten Abfallgebinde. Bei der Plausibilitätsbetrachtung hat sich herausgestellt, dass eine Zuordnung der ermittelten Plutonium- bzw. Uran-Zusammensetzungen zu einzelnen Begleitlisten oder Zeiträumen der Einlagerung nicht oder nur bedingt möglich ist. Dies gilt insbesondere für die Zuordnung der Angaben auf den Kernbrennstoffmeldungen und den Begleitlisten der GfK/KfK.

Im letzten Schritt bewerten wir die Berechnungen des Kernbrennstoffinventars mit der Datenbank ASSEKAT/PAI Version 9.2 /U-23/. Neben der Bestimmung der Sum-



me der Plutonium- und Uranmassen /U-24/ haben wir die Berechnung des Kernbrennstoffinventars pro Einlagerungskammer dargestellt und bewertet.



3 Abgleich der bei Euratom gemeldeten Kernbrennstoffmassen mit den Kernbrennstoffmeldungen und Materialbegleitscheinen der Ablieferer

In den uns zur Überprüfung des Abfallinventars in der Schachtanlage Asse II übergebenen Unterlagen /U-5/ bis /U-15/ liegen hinsichtlich der Meldung von Kernmaterialien an Euratom insbesondere folgende Unterlagen vor:

- Meldung für die Schachtanlage Asse II gemäß der Verordnung (Euratom) Nr. 302/2005 der Kommission vom 08. Februar 2005 über die Anwendung der Euratom-Sicherungsmaßnahmen /U-8/.
- Einzelne Schriftwechsel der Euratom mit der GSF bzw. der Asse /U-11/.
- Einzelne Euratom-Meldungen von Ablieferern an die Asse (Anlagen zum Abschlussbericht des Helmholtz Zentrums München vom 31.08.2010 /U-13/).

Der Abgleich der Euratom-Meldungen mit den Betriebsdokumenten zur Einlagerung von Abfällen in die Asse wurde hierbei im Einzelnen gemäß der Definition § 2 Abs. 1 S. 2 AtG für die Kernbrennstoffe in Form von Pu-239, Pu-241 und mit U-233 oder U-235 angereichertem Uran durchgeführt. Des Weiteren wurde zur Bilanzierung der Gesamtmasse von Plutonium beim Abgleich der Kernbrennstoffdaten das Pu-238 mit berücksichtigt.

3.1 Euratom-Meldung für die Schachtanlage Asse II

In der Meldung für die Schachtanlage Asse II (Asse) /U-8/ gemäß der Verordnung Euratom Nr. 302/2005 werden mit Stand 31.12.2007 für die Radionuklide U-233, U-235, Pu-238, Pu-239, Pu-241, Th-232, Ra-226 und für Natururan / abgereichertes Uran die in der nachfolgenden Tabelle 3.1 aufgelisteten Mengenangaben gemacht:

Tabelle 3.1: Kernmaterialbestände für die Schachtanlage Asse II gemäß /U-8/ zum 31.12.2007. Die Mengen ergeben sich aus den Angaben der Ablieferer und beziehen sich auf den Zeitpunkt der Einlagerung.

U-233 (g)	U-235 (g)	Pu-238 (g)	Pu-239 (g)	Pu-241 (g)	U-nat + U-abger. (kg)	Th-232 (GBq)	Ra-226 (GBq)
10,544	26251,929	50,893	23746,673	1509,849	75015	280,42	138,97

Die o. a. Euratom-Meldung haben wir insbesondere mit nachfolgenden Betriebsdokumenten zur Einlagerung von Abfällen in die Asse abgeglichen:

- Kernbrennstoffmeldungen in Form von Anschreiben und/oder tabellarischen Übersichten sowie in Form von Materialbegleitscheinen bzw. Lieferscheinen/Versandscheinen /U-5/ (für den Ablieferer GfK/KfK).
- Begleitlisten/Fragebögen zur Lagerung schwachradioaktiver Abfälle und zur Versuchseinlagerung mittelradioaktiver Abfälle im Salzbergwerk Asse /U-5/ /U-6/ (insbesondere für die sonstigen Ablieferer).
- Fasskontrollbücher der GSF zur Einlagerung der schwach- und mittelradioaktiven Abfallgebinde in das Salzbergwerk Asse /U-5/.
- Meldungen über eingelagerte Kernbrennstoffe der GSF an das Bergamt Goslar /U-12/.

Hinsichtlich der Angaben zu Kernmaterialien wie U-nat und Thorium, die in den Euratom-Unterlagen mit gemeldet werden, werden wir im Rahmen der 3. Einzelbeauftragung Stellung nehmen.

Die Durchsicht der Betriebsdokumente zur Einlagerung von Abfällen in die Asse, zeigt, dass die GSF beginnend mit Juni 1972 im halbjährlichen Rhythmus die in der Asse eingelagerten Kernbrennstoffe an das Bergamt Goslar gemeldet hat /U-12/. Bei der Meldung wurde zudem zwischen der Einlagerung schwach- und mittelradioaktiver Abfälle unterschieden. Unsere Überprüfung der halbjährlichen Kernbrennstoffmeldungen an das Bergamt Goslar hat gezeigt, dass diese z. T. gegenüber den Einlagerungsdokumenten der einzelnen Ablieferer Abweichungen aufweisen. So wurden beispielsweise von GfK (Nachmeldung vom 16.09.1975, Meldungen für Juni bis September 1976), GSF-Neuherberg (Begleitliste ID-Nr. 2563, Einlagerung



30.09.1976) und KFA (Begleitliste ID-Nr. 7, Einlagerung 13.10.1976) gemeldete bzw. deklarierte Kernbrennstoffe in den Meldungen nicht erfasst. Die in den vier Versuchseinlagerungen von 1967 bis 1971 eingelagerten Kernbrennstoffe von KRT waren in den halbjährlichen Kernbrennstoffmeldungen an das Bergamt Goslar ebenfalls nicht gemeldet. Nach einer Überprüfung ihrer Unterlagen meldete die GSF¹ unter Einbeziehung der in den vier Versuchseinlagerungen von 1967 bis 1971 eingelagerten Kernbrennstoffe für den Einlagerungszeitraum vom 04.04.1967 bis 31.12.1978 den in der Tabelle 3.2 aufgelisteten Kernbrennstoffbestand an das Bergamt Goslar. Hierbei wurden die zunächst nicht erfassten Kernbrennstoffmassen berücksichtigt. Der Vergleich dieser Kernbrennstoffdaten mit denen der Euratom-Meldung zeigt eine Übereinstimmung.

Tabelle 3.2: Kernbrennstoffbestände für die Schachtanlage Asse II gemäß der Euratom-Meldung /U-8/ zum 31.12.2007 und weiterer GSF-Betriebsdokumente zur Einlagerung von Abfällen in die Asse sowie gemäß der Datenbank ASSEKAT (Tabelle „Kernbrennstoffemod“) zum 31.12.1978.

	Pu-238 (g)	Pu-239 (g)	Pu-241 (g)	U-233 (g)	U-235 (g)
Euratom-Meldung /U-8/	50,893	23746,673	1509,849	10,544	26251,929
GSF-Meldung an Bergamt	50,893	23746,673	1509,849	10,544	26251,929
Fasskontrollbücher	50,893	23746,673	1509,849	10,544	26251,929
Meldungen* der Ablieferer	51,020	23750,482	1509,827	12,570	28729,094
Abweichung Ablieferer-Meldungen vs. Euratom-Meldung (g)	0,127	3,809	-0,022	2,026	2477,165

* Für GfK/KfK Kernbrennstoffmeldungen, für sonstige Ablieferer Begleitlisten und Fragebögen für die Versuchseinlagerung von schwachradioaktiven Abfällen

Im Rahmen der o. a. Überprüfung der Kernbrennstoffdaten durch die GSF, die auf Bitte des Bergamts Goslar durchgeführt wurde (Schreiben des Bergamtes Goslar vom 10.10.1979), erfolgten offensichtlich in den Fasskontrollbüchern der GSF (LAW und MAW) für die angelieferten Abfallgebinde in roter Farbe handschriftliche Eintragungen zu den deklarierten Kernbrennstoffmassen. Unsere Überprüfung dieser

¹ GSF-Schreiben vom 8.11.19?? /U-12/, Anmerkung TÜV SÜD: die letzten beiden Jahreszahlen sind auf der Kopie des Schreibens abgeschnitten, vermutlich handelt es sich hierbei um das Jahr 1979.



handschriftlichen Eintragungen von Kernbrennstoffmassen in den Fasskontrollbüchern der GSF hat gezeigt, dass deren Summen für die schwach- und mittelaktiven Abfallgebände jeweils den an das Bergamt Goslar und damit auch an Euratom gemeldeten Beständen entsprechen.

3.1.1 Plutonium

Wie der Tabelle 3.2 zu entnehmen ist, zeigt der Abgleich der an Euratom gemeldeten Kernbrennstoffmengen mit den von den Ablieferern deklarierten Kernbrennstoffstoffen in Bezug auf die Plutoniumisotope Pu-238, Pu-239 und Pu-241 nur geringfügige Abweichungen. Diese sind insbesondere auf Einlagerungen der Ablieferer AB (Begleitliste ID-Nr. 1561 mit 0,02 g Pu-238), GSF-Neuherberg (16 Begleitlisten mit 0,111 g Pu-238 und 1,432 g Pu-239), KFA (Begleitliste ID-Nr. 7 mit 2 g Pu-239 und ID-Nr. 2144 mit 0,23 mg Pu-239) und KWU-Erlangen (Begleitliste ID-Nr. 3036 mit 0,5 g Pu-239) zurückzuführen, die von der GSF auch nach der Überprüfung der Kernbrennstoffdaten weiterhin bei der Meldung an das Bergamt Goslar unberücksichtigt blieben. In den Fasskontrollbüchern finden sich diesbezüglich keine entsprechenden Eintragungen an Kernbrennstoffmassen. Für GfK/KfK wird hingegen in der Euratom-Meldung gegenüber den entsprechenden Kernbrennstoffmeldungen für Plutonium geringfügig mehr gemeldet (Pu-238 0,004 g, Pu-239 0,121 g und Pu-241 0,022 g). Berücksichtigt man zudem die Plutoniumisotopenmassen von Pu-240 und Pu-242 (2616 g und 189 g), die von GfK/KfK über Pu-Vektoren z. T. angegeben wurden, ergibt sich für die Asse eine Gesamtmasse an Pu von 28,116 kg, die von den Ablieferern in den Betriebsdokumenten deklariert werden.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die bei Euratom für die Schachtanlage Asse II gemeldeten Kernbrennstoffmassen mit den Betriebsdokumenten des Ablieferers GfK/KfK (Kernbrennstoffmeldungen und Materialbegleitscheine) und der sonstigen Ablieferer (Begleitlisten und Fragebögen) für die Plutoniumisotope Pu-239 und Pu-241 bis auf einige Gramm übereinstimmen.

3.1.2 U-233 und U-235

Für U-233 zeigt der Abgleich der an Euratom gemeldeten Kernbrennstoffmengen mit den von den Ablieferern deklarierten Kernbrennstoffen eine um 2,026 g geringere



Masse (siehe Tabelle 3.2). Dies ist auf Abweichungen zwischen den Daten in den Begleitlisten/Fragebögen und den entsprechenden Eintragungen in den Fasskontrollbüchern zurückzuführen. Die auf den einzelnen Begleitlisten der Ablieferer AB (ID-Nr. 1561), MP (ID-Nr. 2635 und 3044) und GSF-Neuherberg (ID-Nr. 2012, 2015, 2558 und 2945) angegebenen U-233-Massen fehlen im Fasskontrollbuch und in der Euratom-Meldung. Darüber hinaus zeigt der von uns durchgeführte Abgleich der an Euratom gemeldeten Kernbrennstoffmengen mit den von den Ablieferern in Begleitlisten/Fragebögen deklarierten Kernbrennstoffen hinsichtlich U-233 keine Besonderheiten.

Für U-235 zeigt der Abgleich der an Euratom gemeldeten Kernbrennstoffmengen mit den von den Ablieferern deklarierten Kernbrennstoffen eine um 2,477 kg geringere Masse (siehe Tabelle 3.2). Dies ist auf Abweichungen zwischen den Daten in den Kernbrennstoffmeldungen (GfK/KfK) bzw. Begleitlisten/Fragebögen (sonstige Ablieferer) und den entsprechenden Eintragungen in den Fasskontrollbüchern zurückzuführen. In den Fasskontrollbüchern sind gegenüber den Begleitlisten/Fragebögen sowohl höhere als auch geringere U-235-Massen eingetragen. Des Weiteren wurden U-235-Angaben auf den Begleitlisten/Fragebögen nachvollziehbar nicht als Kernbrennstoff angesehen und demzufolge nicht in den Fasskontrollbüchern übernommen. Die bei unserer Überprüfung der U-235-Kernbrennstoffmassen in den Kernbrennstoffmeldungen bzw. Begleitlisten/Fragebögen und in den Fasskontrollbüchern festgestellten Abweichungen sind im Einzelnen in der Tabelle 3.3 zusammengefasst. Analog dem Plutonium bilden die U-235-Angaben in den Fasskontrollbüchern die Basis für die Euratom-Meldung

Im Einzelnen ergaben sich bei unserer Überprüfung gemäß Tabelle 3.3 folgende Punkte:

- Beim Übertrag der von GfK in den beiden Kernbrennstoffmeldungen Juli-November 1974 und April 1976 angegebenen U-235-Massen in das GfK-Fasskontrollbuch für schwachradioaktive Abfälle kam es zu zwei Zahlendrehern (481,219 g anstelle von 481,291 g und 257,037 g anstelle von 275,037 g). Damit fehlen im Fasskontrollbuch und entsprechend in der Euratom-Meldung gegenüber den Kernbrennstoffmeldungen 18,072 g U-235.



- Die auf einzelnen Begleitlisten der Ablieferer FRM, GSF-Neuherberg, KFA und TN angegeben U-235-Massen, die nicht im Fasskontrollbuch berücksichtigt wurden, summieren sich auf insgesamt 288,763 g. Damit fehlen in der Euratom-Meldung gegenüber den Begleitlisten 288,763 g.
- Für die Begleitliste ID-Nr. 15 des Ablieferers GKSS ergibt sich eine Differenz zwischen dem Fasskontrollbuch und der Begleitliste von 4,74 g U-235. Bei dieser Differenz ist davon auszugehen, dass es sich um einen Übertragungsfehler von der Begleitliste in das Fasskontrollbuch handelt, da im gleichen Zeitraum auch Fässer der Begleitlisten ID-Nr. 16 und 17 eingelagert wurden und hierbei anstelle von 18,2 g U-235 der BL 15 fälschlicherweise die Masse von 22,94 g U-235 aus der BL 16 in das Fasskontrollbuch eingetragen wurde. Damit ergibt sich für die Euratom-Meldung gegenüber den Begleitlisten eine versehentliche Erhöhung der U-235-Masse um 4,74 g.
- Von den Ablieferern KRT und NUKEM wurden auf den Begleitlisten insgesamt eine Masse von 2666,75 g U-235 angegeben. Da die angegebenen U-235-Massen aus abgereichertem Uran bzw. aus Uran mit natürlicher Zusammensetzung stammen, wurden diese nicht als Kernbrennstoff in das Fasskontrollbuch übernommen. Damit verringert sich die U-235-Masse in der Euratom-Meldung gegenüber den Begleitlisten um insgesamt 2666,75 g.
- Gegenüber den Begleitlisten ID-Nr. 3030 und 3036 des Ablieferers KWU-Erlangen werden im Fasskontrollbuch 9,5 g mehr an U-235 erfasst. Dieser Massenunterschied resultiert, wenn auf der Begleitliste ID-Nr. 3036 die Position Lfd.-Nr. 281 mit < 0,5 g U-235 nicht und die gestrichene Position Lfd.-Nr. 284 mit 10 g U-235 berücksichtigt werden. Wir gehen davon aus, dass es sich hierbei um einen Übertragungsfehler von der Begleitliste in das Fasskontrollbuch handelt. Damit ergibt sich für die Euratom-Meldung gegenüber den Begleitlisten eine versehentliche Erhöhung der U-235-Masse um 9,5 g.

Tabelle 3.3: Auflistung der Betriebsdokumente der Ablieferer, die für U-235 gegenüber den Angaben in den Fasskontrollbüchern eine Abweichung aufweisen.

Ablieferer	Kernbrennstoff (KB)- Meldung/ Begleitliste (BL)/ Fragebogen (FB)	U-235 Masse (g)		Abweichung Fasskontrollbuch vs. Einlagerungsdokument (g)	
		KB-Meldung/ Begleitliste/ Fragebogen	Fasskontroll- buch	zu geringerer Masse	zu höherer Masse
GfK	KB-Meldung Juli-Nov 74	481,291	481,219	0,072	-
	KB-Meldung April 76	275,037	257,037	18	-
FRM	BL ID-Nr. 2384	15	-	15	-
GKSS	BL ID-Nr. 15	18,2	22,94	-	4,74
GSF, Nhg	BL ID-Nr. 2009, 2012, 2014, 2015, 2558, 2560, 2934, 2937, 2941, 2945	1,00312	-	1,00312	-
KFA	BL ID-Nr. 7	127,76	-	127,76	-
KRT	FB Nr. 294	2728,73	1211,98	1516,75 [†]	-
KWU, Erlangen	BL ID-Nr. 3030,3036	28,6	38,1	-	9,5
NUKEM	BL ID-Nr. 2823 bis 2829	1150	-	1150 [†]	-
RBU	BL ID-Nr. 2377	0,62 [*]	-	0,62	-
RBU	BL ID-Nr. 2873	1,2	54	-	52,8
RBU	BL ID-Nr. 2875	10 ^{**}	-	10	-
TN	BL ID-Nr. 2418, 2419	238	228	10	-
	BL ID-Nr. 2501, 2503	435	300	135	-
	BL ID-Nr. 2510	-	440	-	440
Summe [‡]				2984,205	507,04

* U-235-Masse wurde aus der Angabe „UO₂“ auf der Begleitliste konservativ aus der angegebenen Anreicherung bestimmt

** U-235-Masse wurde aus den Angabe „U“ auf der Begleitliste konservativ angenommen

† Im Fasskontrollbuch nicht als Kernbrennstoffmasse eingestuft

‡ Zur besseren Nachvollziehbarkeit wurde auf eine korrekte Rundung verzichtet

- Auf der Begleitliste ID-Nr. 2377 des Ablieferers RBU wurde insgesamt eine Masse von 10 g UO₂ mit einer U-235-Anreicherung < 7 % angegeben. In das Fasskontrollbuch wurde ein entsprechender Wert nicht übertragen. Aus der angegebenen U-235-Anreicherung von < 7 % berechnet sich ein Wert von 0,62 g U-235. Damit fehlen in der Euratom-Meldung gegenüber der Begleitliste 0,62 g U-235.



- Auf der Begleitliste ID-Nr. 2875 des Ablieferers RBU ist in der Spalte Nuklide „U“ und in der Spalte „Masse und Art der Kernbrennstoffe „< 10g“ angegeben. Im Fasskontrollbuch findet sich weder für Uran noch für U-235 ein entsprechender Eintrag einer Masse. In der Datenbank ASSEKAT wurde die Masse von 10 g als Uran eingetragen. Diese Vorgehensweise widerspricht der für die Begleitliste ID-Nr. 2872, bei der das „U“ konservativ als U-235 eingestuft wurde. Analog der Vorgehensweise für die Begleitliste ID-Nr. 2872 kann daher auch für die Begleitliste ID-Nr. 2875 konservativ 10 g U-235 angesetzt werden. Damit fehlen in der Euratom-Meldung gegenüber der Begleitliste 10 g U-235.

- Für die Begleitliste ID-Nr. 2873 des Ablieferers RBU wurden im Fasskontrollbuch 54 g U-235 erfasst, wohingegen auf der Begleitliste unter der Spalte Kernbrennstoffe 1,2 g U-235 angegeben wurde. Unter der Annahme, dass es sich um 1,2 g U-235 pro Fass handelt, ergibt sich bei der auf der Begleitliste angegebenen Anzahl von 45 Fässern eine Gesamt-U-235-Masse von 54 g. Zur konservativen Abschätzung gehen wir davon aus, dass es sich um 1,2 g U-235 pro Fass handelt. Die Gesamt-U-235-Masse von 54 g wurde in der Euratom-Meldung entsprechend berücksichtigt.

- Für die Begleitliste ID-Nr. 2510 des Ablieferers TN wurden im Fasskontrollbuch 440 g U-235 erfasst, wohingegen sich auf der Begleitliste keine Angaben zu den Kernbrennstoffmassen befinden. Auf dem zur Begleitliste zuordenbaren Schreiben vom 25.11.1971 wird angegeben, dass es sich bei der Anlieferung um 22 Rollreifenfässer mit jeweils ca. 20 g U-235 handelt. Dies entspricht der Masse an U-235, die im Fasskontrollbuch erfasst wurde. Die Gesamt-U-235-Masse von 440 g wurde in der Euratom-Meldung entsprechend berücksichtigt.

Aus der Differenz der Abweichungen zwischen den Fasskontrollbüchern und den Kernbrennstoffmeldungen bzw. Begleitlisten/Fragebögen und den in den Fasskontrollbüchern unberücksichtigten U-235-Mengen aus abgereichertem Uran bzw. aus Uran mit natürlicher Zusammensetzung, ergibt sich mit 2,477 kg (=2984,205 g - 507,04 g) exakt die Menge an U-235, die der Vergleich der an Euratom gemeldeten Kernbrennstoffmengen mit den von den Ablieferern deklarierten Kernbrennstoffen als Abweichung ergeben hat. Damit kann anhand der uns vorliegenden Unterlagen die



Abweichung von 2,477 kg zwischen der an Euratom gemeldeten U-235-Massen und den von den Ablieferern deklarierten U-235-Massen vollständig erklärt werden.

Werden in den Fasskontrollbüchern von den nicht übernommenen 2984,205 g U-235 2666,75 g abgezogen, die die GSF nachvollziehbar nicht als Kernbrennstoff eingestuft hat (abgereichertes Uran bzw. natürliches Uran der Ablieferer KRT und NUKEM), verbleiben insgesamt 317,455 g U-235, die nicht in die Euratom-Meldung übernommen wurden. Berücksichtigt man des Weiteren die 14,24 g U-235 (4,74 g plus 9,5 g), die versehentlich in die Euratom-Meldung übernommen wurden, resultiert eine Masse von insgesamt 303,215 g U-235, die in der Euratom-Meldung nicht berücksichtigt wurde.

3.2 Euratom-Meldungen für einzelne Ablieferer

Im HMGU-Bericht /U-13/ wird der Abschlussbericht des Forschungszentrums Jülich (KFA) vom 19.01.2010 zitiert. Demzufolge wurden von KFA von 1973 bis 1976 Kernbrennstoffe an die Schachtanlage Asse abgegeben und an Euratom gemeldet. Gemäß KFA ergeben sich aus der bei KFA vorliegenden Dokumentation nachfolgende in der Tabelle 3.4 aufgeführte Massen an Kernmaterialien.

Tabelle 3.4: Gemäß KFA-Abschlussbericht an Euratom gemeldete Kernmaterialmassen /U-13/

U-233 (g)	U-235 (g)	U-238 (g)	Pu-Gesamt (g)	U-nat (kg)	U-abger. (kg)	Th-232-nat (kg)
10,533	1531,503	8549,985	12,342	612,327	43,953	185,915

Der Abgleich der in Tabelle 3.4 aufgeführten Massen mit den Betriebsdokumenten zur Einlagerung der Abfälle (Begleitlisten) zeigt in Bezug auf die Kernbrennstoffe U-233, U-235 und Pu-Gesamt eine Übereinstimmung. Hierbei ist anzumerken, dass es sich bei Pu-Gesamt entsprechend den Angaben auf den Begleitlisten ausschließlich um das Isotop Pu-239 handelt.

Neben der o. g. Euratom-Meldung aus dem HMGU-Bericht /U-13/ liegen uns für die Transporte von Abfallgebinden der KFA zur Asse vom 16.03.1973 und 26.10.1973 einzelne Unterlagen mit Angaben zu Kernmaterialien vor /U-11/. Angaben zu Kernbrennstoffen finden sich hierbei ausschließlich für den KFA-Transport von



26.10.1973 im Schreiben Az: Luxembourg ap/rs-N1754/73 vom 03.01.1974. Beim Abgleich der Kernbrennstoffdaten der auf diesem Schreiben aufgeführten Massen mit den Daten der Betriebsdokumente (Begleitliste ID-Nr. vom 19.10.1973 einschließlich der zugehörigen Anlage) haben wir festgestellt, dass im o. g. Schreiben eine U-233-Masse von 3,920 „**kg**“ anstelle der in den Betriebsdokumenten angegebenen Masse 3,920 „**g**“ angegeben ist. Bei den 3,920 kg im o. g. Schreiben gehen wir bei der Masseneinheit von einem Tippfehler aus.

Weitere Euratom-Meldungen mit zusammengefassten Kernmaterialmassen von anderen Ablieferern an die Asse liegen uns nicht vor.

4 Abgleich der Rechercheergebnisse mit den im Kernforschungszentrum Karlsruhe und bei anderen Ablieferern nachrecherchierten Ergebnissen

Zu den im Forschungszentrum Karlsruhe und bei den anderen Ablieferern nachrecherchierten Ergebnissen zum Abfallinventar in der Schachtanlage Asse II wurde uns der Abschlussbericht „AG Asse Inventar – Abschlussbericht“ des Helmholtz Zentrums München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt vom 31.08.2010 /U-13/ vorgelegt. In diesem Bericht wurde anhand von Aktenmaterial der Einlagerungsdokumentation und Altakten, die über die Einlagerungsdokumentation hinausgehen, recherchiert, ob sich hinsichtlich des in den Jahren 1967 bis 1978 in die Asse eingelagerten Abfallinventars neue Erkenntnisse ergeben. Die Aktenrecherche beschränkt sich gemäß dem Bericht des HMGU /U-13/ auf Altakten, die der Projektgruppe Jülich des HMGU vorgelegen haben. Dies sind im Wesentlichen der Datenbestand des HMGU sowie Daten aus den Forschungszentren, sofern dort noch Bestände oder Informationen vorhanden waren. Im Rahmen dieser Recherche wurden zudem die Forschungszentren, die Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe, Rückbau- und Entsorgungs-GmbH (WAK GmbH) und die Industrieunternehmen um Unterstützung und Auskunft gebeten.

4.1 Gesellschaft für Kernforschung (GfK) bzw. Kernforschungszentrum Karlsruhe (KfK)

Hinsichtlich der Gesellschaft für Kernforschung (GfK) bzw. des Kernforschungszentrums Karlsruhe (KfK) wurden im Rahmen des HMGU-Abschlussberichts /U-13/ folgende Unterlagen mit neurecherchierten Ergebnissen zum in der Asse eingelagerten Abfallinventar herangezogen:

- Bewertung des vom Kernforschungszentrum Karlsruhe abgegebenen Uran- und Plutoniuminventars, WAK GmbH-Bericht HWW/6850/BU/H004.005.1/ vom Februar 2010 /U-18/
- Beitrag der WAK-GmbH zur Vorbereitungsklausur Asse beim BMBF, Folienpräsentation vom 19.08.2009 /U-19/
- Stellungnahme zum Plutonium-Inventar des Forschungsbergwerks Asse vom 22.10.2009 /U-20/

Von der WAK GmbH wurde das vom Kernforschungszentrum Karlsruhe an die Schachtanlage Asse abgegebene Uran- und Plutoniuminventar bewertet /U-18/. Im Einzelnen führte die Sichtung und Bewertung der zur Verfügung stehenden Unterlagen gemäß /U-18/ zu folgenden Ergebnissen der WAK GmbH:

- Die bei GSF vorhandenen Unterlagen zu den von GfK/KfK an die Asse abgelieferten Abfällen erscheinen vollständig und plausibel.
- Bei der HDB existieren keinerlei Unterlagen oder Erkenntnisse, die eine Überarbeitung bzw. Ergänzung der vorhandenen Dokumentation erforderlich machen.
- Die Erfassung und Bewertung der Aktivitätsinventare in der Datenbank ASSEKAT sind in Bezug auf die Kernbrennstoffe nachvollziehbar und plausibel.
- Die zum Zeitpunkt der Ablieferung deklarierten in der Datenbank ASSEKAT erfassten Kernbrennstoffdaten in Höhe von 4,6 Mg U-nat, 15,9 kg U-235, 28,1 kg Pu und 23,1 kg Th sind nachvollziehbar.
- Die Daten zu den Kernbrennstoffinventaren der bituminierten oder zementierten Flüssigabfälle (Verdampferkonzentrate und Konversionsabwässer) basieren größtenteils auf Analysen und sind daher als belastbar anzusehen.
- Die im Rahmen der Nachdeklaration in 2002 durchgeführte Reduktion der Kernbrennstoffe auf ca. 1/3 der ursprünglich deklarierten Daten basierte nur auf einem Teil der Abfallströme und ist daher zu überarbeiten.
- Detaillierte Angaben zur Zusammensetzung von uran- und plutoniumhaltigen Abfällen, die von den Abfallverursachern mit Ausnahme von GfK/KfK an die ADB abgegeben wurden, stehen nicht mehr zur Verfügung. Aufgrund der Mischverarbeitung bei der ADB ist in der Regel jedoch von einer durchschnittlichen Uran- und Plutoniumzusammensetzung auszugehen. Als Orientierung können Angaben aus der Betriebsdokumentation (Jahresbericht, Angaben auf den Kernmaterialmeldungen) sowie isotopenspezifische Kernbrennstoffanalysen aus den Jahren 1982 bis 1983 herangezogen werden (s. Tabellen 4.1 und 4.2).
- Aufgrund der im Rahmen der Nachdeklaration in 2002 durchgeführten Zuordnung der abgelieferten Abfallgebände zu Wiederaufarbeitungskampagnen lässt sich nicht ableiten, dass auch alle mit einem definierten Kampagnenvektor deklarierten Abfallgebände mengen- bzw. volumenmäßig aus den entspre-

chenden Wiederaufarbeitungskampagnen stammen. Eine Zuordnung der Abfallgebinde zu den Verursachern der Rohabfälle ist auf Basis der zur Verfügung stehenden Dokumentation nicht mehr möglich. In Bezug auf die β/γ -Aktivität ist die Zuordnung der abgelieferten Abfallgebinde zu Wiederaufarbeitungskampagnen als abdeckend zu betrachten, da durch die bei ADB erfolgte Mischverarbeitung der überwiegende Teil der Abfallprodukte eine aktivitätsmäßig von GWK geprägte Nuklidverteilung aufweist.

Von der WAK GmbH wurden im Rahmen einer „Vorbereitungsklausur Asse“ beim BMBF zudem Folien mit Angaben zum Abfallmanagement am Standort Karlsruhe präsentiert /U-19/. Im Einzelnen sind die Ergebnisse in Bezug auf Kernbrennstoffangaben wie folgt zusammenzufassen:

- Beim Betrieb der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe GmbH (WAK) wurden von 1971 bis 1990 1,1 Mg Plutonium und ca. 200 Mg Uran als Produkte erhalten.
- Im Zeitraum von 1971 bis 1978 wurden in der WAK in elf Kampagnen 85,53 Mg Uran wiederaufgearbeitet, wobei 45,23 Mg aus Forschungs-/Prototypreaktoren und 40,30 Mg aus kommerziellen Reaktoren stammten.
- Von der WAK wurden im Zeitraum von 1971 bis 1978 insgesamt 9579 g Pu in Form verschiedener Abfallarten an die ADB abgegeben.
- In den Jahren 1974 bis 1978 wurden von verschiedenen kerntechnischen Einrichtungen am Standort Karlsruhe insgesamt 16,4 kg Pu an die ADB abgegeben. Tabelle 4.3 zeigt diesbezüglich eine Auflistung.

In einer Stellungnahme zum Plutonium-Inventar in der Asse /U-20/ wurde die Vorgehensweise zur Bestimmung des Plutonium-Inventars in dem GSF-Bericht: „Bestimmung des nuklidspezifischen Aktivitätsinventars der Schachtanlage Asse“ aus dem Jahr 2002 /U-5/ und der aktuelle Sachstand erläutert. Demzufolge stammten nur ca. 9,6 kg der insgesamt 28,1 kg von GfK/KfK an die Asse abgelieferten Plutoniums aus

Tabelle 4.1: Für GfK/KfK gemäß /U-18/ ermittelte Plutoniumvektoren in Massenprozenten. Die Vektoren für die WAK-Kampagnen wurden zur besseren Vergleichbarkeit aus den entsprechenden in /U-18/ angegebenen spezifischen Pu-Aktivitäten berechnet.

GfK/KfK-Einrichtung	Pu-238	Pu-239	Pu-240	Pu-241	Pu-242
	Massen-%				
WAK-Kampagnen					
Uranbetrieb	-	-	-	-	-
ALKEM-Schrott	-	85,53	12,25	1,86	0,37
1. FR2	0,21	74,85	16,52	7,23	1,19
1. VAK	0,56	69,28	18,77	9,40	1,99
1. KWO	0,42	70,39	19,16	8,40	1,63
1. MZFR	0,09	73,05	20,86	5,10	0,89
Pu-Reinigung	0,09	73,05	20,86	5,10	0,89
HDR	0,001	99,38	0,61	0,01	0,00
2. VAK	0,43	72,74	17,79	7,56	1,48
2. MZFR	0,14	68,59	23,32	6,45	1,50
2. KWO	0,94	62,67	22,28	10,36	3,75
KRB	0,62	68,43	19,86	8,54	2,54
3. KWO	1,21	60,37	22,73	11,44	4,24
3. MZFR	0,18	66,76	24,77	6,41	1,88
Dekophase 1978	0,18	66,76	24,77	6,41	1,88
Alkem	0,94	63,45	23,55	8,51	3,55
HZ					
Abfälle (KNK-Brennelement)	-	77,80	16,00	4,80	1,40
Abwässer 1982-1983	1,00	72,29	19,98	4,72	2,01
ITU (Ingot 1966)	-	90,90	8,21	0,85	0,04
ADB					
Konzentratproben 1975	0,30	73,34	21,14	4,20	1,00
Verdampferkonzentrat 1982-1983	1,00	62,65	25,20	7,22	3,86
Abfalleingang 1978	0,60	64,50	25,30	7,00	2,60

Tabelle 4.2: Für GfK/KfK gemäß /U-18/ ermittelte Uranvektoren in Massenprozenten. Die Vektoren für die WAK-Kampagnen wurden zur besseren Vergleichbarkeit aus den entsprechenden in /U-18/ angegebenen spezifischen U-Aktivitäten berechnet.

GfK/KfK-Einrichtung	U-232	U-233	U-234	U-235	U-236	U-238
	Massen-%					
WAK-Kampagnen						
Uranbetrieb	-	-	-	0,51	-	99,49
ALKEM-Schrott	-	-	0,005	0,72	-	99,27
1. FR2	1,05E-08	2,55E-07	0,008	0,76	0,10	99,13
1. VAK	2,87E-08	5,70E-07	0,016	1,20	0,24	98,54
1. KWO	1,76E-08	5,88E-07	0,018	1,42	0,25	98,31
1. MZFR	1,38E-09	7,48E-08	0,005	0,37	0,05	99,57
Pu-Reinigung	1,38E-09	7,48E-08	0,005	0,37	0,05	99,57
HDR	5,97E-11	1,79E-08	0,023	2,96	0,01	97,01
2. VAK	2,89E-08	5,47E-07	0,016	1,33	0,22	98,44
2. MZFR	2,47E-09	9,30E-08	0,005	0,32	0,06	99,62
2. KWO	7,20E-08	6,64E-07	0,015	0,92	0,32	98,74
KRB	4,91E-08	5,37E-07	0,013	0,97	0,23	98,79
3. KWO	8,37E-08	7,51E-07	0,016	0,94	0,38	98,66
3. MZFR	3,72E-09	9,56E-08	0,005	0,28	0,07	99,65
Dekophase 1978	3,72E-09	9,56E-08	0,005	0,28	0,07	99,65
Alkem	Kein angereichertes Uran					
HZ						
Abfälle (KNK-Brennelement)	9,70E-09	1,80E-05	0,009	80,20	1,60	18,10
Abwässer 1982	-	-	0,02	1,75	0,08	98,15
Abwässer 1983	-	-	3,75	45,95	0,15	50,15
ADB						
Konzentratproben 1975	-	-	0,02	0,50	0,05	99,43
Verdampferkonzentrat 1982-1983	-	-	0,01	0,83	0,16	98,99



Tabelle 4.3: In den Jahren 1974 bis 1978 gemäß den GfK/KfK-Kernbrennstoffmeldungen von verschiedenen kerntechnischen Anlagen in Karlsruhe an die ADB abgegebene Pu-Massen /U-19/.

GfK-KfK-Einrichtung	Pu-Gesamt (g)
Alkem	4076
Abwasser (WAK und Dritte)	3546
WAK	3504
RBT/HZ	1629
ITU	1458
IHCh	1146
IMF III	396
IRCh	263
TN	186
KWU	184
GSF	10
ABRA	1,5
Zyklotron	0,05
Summe	16400

der WAK. Wie von der WAK GmbH bereits oben dargestellt, stammte der überwiegende Teil des Plutoniums von anderen Abfallproduzenten. Gemäß /U-20/ muss davon ausgegangen werden, dass die tatsächlich in die Asse eingelagerte Plutoniummasse in etwa der während der Einlagerungszeit des Forschungsbergwerks Asse deklarierten von ca. 28,1 kg entspricht.

In /U-20/ wird darauf hingewiesen, dass analog dem Plutonium die in dem GSF-Bericht: „Bestimmung des nuklidspezifischen Aktivitätsinventars der Schachtanlage Asse“ aus dem Jahr 2002 durchgeführte Reduktion auch für das von GfK/KfK deklarierte Uran zu überarbeiten ist. Gemäß dem HMGU-Bericht /U-13/ sagte im Rahmen des 21. Parlamentarischen Untersuchungsausschusses des Landtages Niedersachsen ein Zeuge aus, dass sich seines Wissens nach 24 bis 26 kg Pu in der Asse befänden. Des Weiteren wird gemäß /U-13/ durch den Bereich Strahlenschutz der Schachtanlage Asse jedes Jahr unverändert dem Bergamt 25,307 kg Pu „effektiv“ als Inventar gemeldet.

In ausgewählten Fallbeispielen sind in dem HMGU-Bericht /U-13/ für den Ablieferer GfK/KfK hinsichtlich Plutonium bzw. Kernbrennstoff folgende Ergebnisse bzw. ergänzende Informationen enthalten:

- Für die Begleitliste ID-Nr. 1377 kam es zu einem Vorfall, bei dem zufällig aufgefunden wurde, dass in einem Fass 115,2 g Plutonium und in einem weiteren 40,9 g Plutonium enthalten waren. Erkannt wurde der Sachverhalt, da noch an zwei Fässern die Paketanhänger klebten, die als Absender die Alkem auswiesen. Die Aufkleber weisen Schlamm mit 115,2 g und 40,9 g Plutonium aus. Auf der Begleitliste ID-Nr. 1377 wurden jedoch 20 Fässer mit Papier- und Metallfiltern und u. a. Plutonium und Natururan angegeben. Das 21. Fass der Begleitliste wurde mit Fällschlämmen und u. a. Plutonium und Natururan angegeben. Weiter ist auf der Begleitliste vermerkt, dass diese 168 g Pu enthalten, so dass man davon ausgehen musste, dass die Transport- und Einlagerungsbedingungen eingehalten wurden. Weitere ähnliche gelagerte Fälle wurden gemäß /U-13/ nicht festgestellt.
- In einer Vereinbarung zwischen GSF und GfK vom 24.10.1974 beabsichtigt GfK von den einzelnen Ablieferern eine Bestätigung zu verlangen, dass sich nicht mehr als 15 g Plutonium in einem Fass befinden. Auf den Formularen werden zum Kernbrennstoffgehalt lediglich Mittelwerte angegeben. Extremwerte einzelner Fässer sind somit nicht feststellbar.
- Eine genaue Bilanz der Plutoniummassen der GfK über alle in die Asse eingelagerten Abfälle liegt nicht vor. Es sind gemäß /U-19/ lediglich die in den Jahren 1974 bis 1978 an die HDB abgegebenen Plutoniummengen bekannt.
- In Bezug auf den Kernbrennstoffgehalt in Abfällen wird auf eine Besprechungsnotiz der ADB vom 24.10.1974 verwiesen. Demzufolge lag die Nachweisgenauigkeit der damals angewandten Röntgenfluoreszenzanalyse für Abfälle in flüssiger Form, die mit Bitumen oder Beton fixiert wurden, bei ca. 10 g Pu/m³, d. h. ein Plutoniumgehalt pro Fass von etwa 0,5 g Pu konnte nachgewiesen werden. Bei festen Abfällen, in denen außer dem Kernbrennstoff keine weiteren Spaltprodukte enthalten waren, konnte eine Messung mit einer Nachweisgrenze von etwa 10 mg/Fass durchgeführt werden. In festen Abfällen, die gemischt mit β/γ -Aktivität anfielen – insbesondere im mittelaktiven Abfall, konnte die GfK Angaben über den Kernbrennstoffgehalt nur aufgrund einer buchmäßigen Abschreibung machen.

- In Bezug auf die Einhaltung der Annahmebedingungen wird auf einen Brief der GfK an die GSF vom 24.06.1975 verwiesen. Darin wird seitens GfK nochmals darauf hingewiesen, dass die geforderten erheblich geringeren Konzentrationen an α -Aktivität bzw. Kernbrennstoffen in den β/γ -Abfällen nur buchhalterisch erfasst werden können. Eine genaue Messung der wirklich im Abfall vorhandenen α -Aktivität war mit den derzeitigen Messmethoden unmöglich. Für eventuelle Überschreitungen führte GfK weiter aus, dass sie daher nur bei wissentlich falschen oder fahrlässigen Angaben haften konnte.
- Der im HMGU-Bericht /U-13/ für den Ablieferer GfK/KfK aufgrund von Verstößen gegen die Einlagerungsbedingungen Asse aufgeführte Schriftverkehr mit der GSF liefert hinsichtlich Plutonium bzw. Kernbrennstoff gegenüber den o. a. Punkten keine neuen wesentliche Erkenntnisse.

Der Abgleich der von uns durchgeführten Recherche der Betriebsdokumente hinsichtlich der Kernbrennstoffe, die von GfK/KfK an die Asse abgeliefert wurden /U-3/, mit den von der WAK GmbH /U-18/ /U-19/ und dem HMGU /U-13/ o. a. nachrecherchierten Ergebnissen sowie der Stellungnahme /U-20/ kann wie folgt zusammengefasst und bewertet werden:

- Die von der WAK GmbH vorgenommene Bewertung des vom Kernforschungszentrum Karlsruhe abgegebenen Uran- und Plutoniuminventars /U-18/ /U-19/, nach der die im Rahmen der Nachdeklaration in 2002 durchgeführte Reduktion des Kernbrennstoffinventars auf ca. 1/3 der ursprünglich deklarierten Daten nicht belastbar und daher zu revidieren ist, ist aus unserer Sicht nachvollziehbar und plausibel.
- Die im Rahmen der Nachdeklaration in 2002 durchgeführte Reduktion der Plutoniummasse von 28,1 kg auf 9,6 kg basierte nur auf einem Teil der Abfallströme mit Herkunft WAK. Die in /U-19/ für den Zeitraum von 1974 bis 1978 neben der WAK weiteren aufgeführten Ablieferer von Plutonium sind unserer Kenntnis zufolge plausibel. Insbesondere für die damals im Forschungszentrum Karlsruhe bearbeiteten Projekte „Wiederaufarbeitung und Abfallbehandlung“ und „Schneller Brüter“ ist von einer interdisziplinären Bearbeitung unter Beteiligung verschiedener Institute bzw. Abteilungen auszugehen. Unsere stichprobenweise Überprüfung der in /U-19/ genannten Ablieferer in Bezug auf die damals durchgeführten Arbeiten anhand von Berichten der GfK/KfK

- /U-29/ /U-25/ /U-26/ bestätigen z. B. für die Institute bzw. Abteilungen IHCh, RBT/HZ, IMF und IRCh deren Umgang mit Kernbrennstoffen, so dass von einem entsprechenden damaligen Abfallanfall auszugehen ist.
- Die in /U-19/ für den Zeitraum von 1974 bis 1978 von den verschiedenen Ablieferern an die ADB abgegebene Plutoniummasse von insgesamt 16,4 kg liegt im Bereich der im selben Zeitraum an die Asse gemeldeten Plutoniummasse von 17,9 kg. Der Unterschied kann ggf. mit einer zeitlichen Verzögerung zwischen der Ablieferung des Abfalls an die ADB und dessen Konditionierung und Einlagerung an die Asse und/oder mit einer konservativeren Deklaration der Plutoniummasse durch die ADB erklärt werden.
 - Die zum Zeitpunkt der Ablieferung deklarierten und in der Datenbank ASSEKAT erfassten Kernbrennstoffdaten in Höhe von 15,9 kg U-235 und 28,1 kg Pu werden von der WAK GmbH als nachvollziehbar bewertet. Aufgrund unserer Überprüfung der Betriebsdokumente zur Einlagerung in die Asse können wir bestätigen, dass diese Massenangaben mit den Kernbrennstoffmeldungen der GfK/KfK übereinstimmen und auch den Eintragungen in der Tabelle „Kernbrennstoffe-mod“ der Datenbank ASSEKAT entsprechen. Zur Plausibilität der o. a. Kernbrennstoffangaben verweisen wir auf das Kapitel 6 des vorliegenden Berichts.
 - Die von der WAK GmbH vorgenommene Ermittlung von abgeberspezifischen Uran- und Plutoniumvektoren /U-18/ zeigt neben den bekannten Nuklidvektoren der WAK-alt-Kampagnen (s. a. GSF-Bericht: „Bestimmung des nuklidspezifischen Aktivitätsinventars der Schachtanlage Asse“ aus dem Jahr 2002 /U-5/) weitere Vektoren für die Verursacher IHCh, RBT/HZ, Alkem und ITU (s. Tab. 4.1 und 4.2). Diese ergänzenden Vektoren sind zwar nicht als repräsentativ für den gesamten Einlagerungszeitraum in die Asse zu bewerten, doch beschreiben sie in den von den o. a. Verursachern gehandhabten radioaktiven Stoffen eine spezifisch anwendbare Zusammensetzung von Plutonium und Uran. Die in den Tabellen 4.1 und 4.2 von der WAK GmbH ermittelten Zusammensetzungen von Plutonium und Uran sind weitestgehend plausibel. Die für HZ ermittelten Uran-Zusammensetzungen mit einem U-235-Gehalt von bis zu ca. 80 Massen-% spiegeln den Umgang mit Kernbrennstoff wider, wie er näherungsweise für Schnelle Brutreaktoren (SBR)-Brennstoff zu erwarten ist. Dies deckt sich mit unseren Kenntnissen in Bezug auf die damals im GfK/KfK durchgeführten Arbeiten anhand von Berichten der GfK/KfK /U-25/

/U-29/ /U-30/ /U-31/. Der U-234-Massenanteil von $8,9E-03$ % erscheint uns hingegen für ein KNK II-Brennelement mit einer U-235-Anreicherung von 80 % vergleichsweise zu niedrig. Zur Bedeutung der in /U-18/ aufgeführten abgeber-spezifischen Uran- und Plutoniumvektoren für die Deklaration des in der Asse eingelagerten Kernbrennstoffinventars verweisen wir auf das Kapitel 6 des vorliegenden Berichts.

- Die Schlussfolgerung der WAK GmbH, dass aufgrund der im Rahmen der Nachdeklaration in 2002 durchgeführten Zuordnung der abgelieferten Abfallgebinde zu Wiederaufarbeitungskampagnen der WAK sich nicht ableiten lässt, dass alle mit einem definierten Kampagnenvektor deklarierten Abfallgebinde mengen- bzw. volumenmäßig aus der entsprechenden Wiederaufarbeitungskampagnen stammen, ist als nachvollziehbar und plausibel zu bewerten.
- In Bezug auf den Vorfall zur Begleitliste ID-Nr. 1377, bei dem gemäß /U-13/ aus dem dokumentierten Schriftverkehr in einem Fass 115,2 g Plutonium und in einem weiteren 40,9 g Plutonium enthalten waren, ergaben sich gegenüber unseren Prüfergebnissen /U-3/ keine neuen Erkenntnisse. Entgegen den Rechercheergebnissen der HMGU /U-13/ gehen wir bei den beiden Fässern von brennbaren Abfällen und nicht von Schlamm aus, da auf den Paketanhängern jeweils das Feld „brennbar“ angekreuzt ist. Dies widerspricht auch nicht den Angaben auf der Begleitliste ID-Nr. 1377, die für die Position 1 bis 20 20 Fässer mit Papier- und Metallfiltern als Art des radioaktiven Abfalls ausweist. Die gemäß der GSF-Notiz vom 22.09.1972 weiteren aufgeführten Vorfälle von in der Asse am 14.09. und 19./20.09.1972 angelieferten 200-l-Fässern mit unzulässig hohen Plutoniummassen (s. a. unsere Prüfergebnisse in /U-3/) werden im HMGU-Bericht /U-13/ nicht erwähnt.
- Die im HMGU-Bericht /U-13/ recherchierten Ergebnisse hinsichtlich der im GfK/KfK praktizierten Vorgehensweise zur Bestimmung des Kernbrennstoffgehalts in Abfällen deckt sich mit unseren Erkenntnissen aus der Recherche der Betriebsdokumente /U-3/. Demzufolge wurde der Kernbrennstoffgehalt in den Abfällen bis 1974 fast ausschließlich und danach in den β/γ -Abfällen nur buchhalterisch anhand der Angaben der Ablieferer erfasst.
- Die im HMGU-Bericht /U-13/ im Rahmen des 21. Parlamentarischen Untersuchungsausschusses des Landtages Niedersachsen zitierte Aussage eines Zeugen, nach der sich 24 bis 26 kg Pu in der Asse befänden und die durch den Bereich Strahlenschutz der Schachtanlage Asse jedes Jahr unverändert

dem Bergamt gemeldete Masse von 25,307 kg Pu „effektiv“ sind aufgrund unserer Prüfungsergebnisse im Kapitel 3 auf Basis der Kernbrennstoffmeldungen der GfK/KfK als nachvollziehbar und zueinander konsistent zu bewerten.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die von der WAK GmbH /U-18/ /U-19/ und dem HMGU /U-13/ nachrecherchierten Ergebnisse sowie der Angaben in der Stellungnahme /U-20/ hinsichtlich der Deklaration des Kernbrennstoffinventars von in der Asse eingelagerten GfK/KfK-Abfällen weitestgehend als nachvollziehbar und plausibel zu bewerten sind.

4.2 Sonstige Ablieferer

Nachfolgend haben wir für die sonstigen Ablieferer die Ergebnisse aus den nachrecherchierten Daten des HMGU-Berichts /U-13/ zusammengestellt. Hierbei sind ausschließlich Ablieferer berücksichtigt, die Kernbrennstoffmassen auf den Primärdokumenten angegeben haben.

- AB: Vom Nachfolgeunternehmen GE Healthcare Buchler GmbH & Co KG wurden Unterlagen zur Ablieferung von Abfallgebinden an die Asse zur Verfügung gestellt. Diese entsprechen den bereits vorliegenden Unterlagen. Daraus ergaben sich bez. der Kernbrennstoffe keine neuen Erkenntnisse.
- FRM: Anhand der Meldung an die Euratom bestätigt sich die Masse der Begleitliste von 15 g U-235. Neu hingegen ist die Angabe des Anreicherungsgrads von 90 %. Mit den Angaben im HMGU-Bericht /U-13/ wurde bestätigt, dass es sich bei den auf der Begleitliste ID-Nr. 2384 angegebenen 15 g U-235 um Kernbrennstoff handelt.
- GKSS: Anhand der Dokumentationsrecherche zu den von GKSS abgelieferten Abfallgebinden ergaben sich bez. der Kernbrennstoffe keine neuen Erkenntnisse. Bei GKSS wurden an 155 sog. Altgebinden Sicherungsmaßnahmen durchgeführt. Im Zuge der Umpackaktion wurde festgestellt, dass bei einem Teil der Gebinde die Abfalldeklaration unvollständig und fehlerhaft war. Hinsichtlich des Kernbrennstoffgehalts wurden keine Defizite festgestellt. Damit ergaben sich bez. der Kernbrennstoffe keine neuen Erkenntnisse.

- GSF-Neuherberg: Mit GSF-Neuherberg ist laut /U-13/ die damalige Landes-sammelstelle gemeint. Nachfolger ist die Sammelstelle Bayern (GRB). Die GRB verfügt noch über alte Fassbücher. Der stichprobenweise Vergleich der Fassbücher mit den Eintragungen auf den Begleitlisten zeigt, dass die Radionuklide, Dosisleistung und Aktivität ordnungsgemäß von den Fassbüchern auf die Begleitlisten übertragen wurden. Auf den Begleitlisten sind Kernbrennstoffmassen angegeben. In den Fassbüchern der Landessammelstelle sind aber keine Kernbrennstoffmassen aufgeführt. Daher ist eine Verifikation der auf den Begleitlisten angegebenen Kernbrennstoffmassen anhand der vorliegenden Fassbücher nicht möglich. Es ergaben sich bez. der Kernbrennstoffe keine neuen Erkenntnisse.
Mit E-Mail vom 14.01.2011 /U-24/ wurden uns u. a. für die Begleitliste ID-Nr. 2025, Lfd.-Nr. 67 (Charge 11094) der GSF-Neuherberg nachrecherchierte Daten übersandt. Auf der o. g. Begleitliste wurde u. a. als Radionuklid U-235 und eine mittlere Aktivität von 10 mCi/Behälter angegeben. Daraus errechnet sich mit der im PAI festgelegten Berechnungsroutine eine U-235-Masse von 1542 g U-235 mit einer 100 %-Anreicherung. Die Unterlagen der GSF-Neuherberg zeigen, dass U-235 mit einer Masse von kleiner 0,1 g vorliegt. Anhand der vorgelegten Unterlagen ist die U-235-Masse von 0,1 g für die Begleitliste ID-Nr. 2025, Lfd.-Nr. 67 (Charge 11094) plausibel. Damit ergeben sich bez. der Kernbrennstoffe neue Erkenntnisse.
- KFA: Von KFA wurden zur Überprüfung der Kernbrennstoffmengen der abgegebenen Abfälle die an die Euratom gemeldeten Kernbrennstoffmengen angegeben. Wie schon im Kapitel 3.2 beschrieben zeigt der Abgleich der an Euratom gemeldeten Massen mit den Betriebsdokumenten zur Einlagerung der Abfälle (Begleitlisten) in Bezug auf die Kernbrennstoffe U-233, U-235 und Pu-Gesamt eine Übereinstimmung.
- KRT: Für die KRT konnten keine Daten nachrecherchiert werden.
- KWU-Erlangen und RBU: Von der Siemens AG wurden u. a. für den Ablieferer KWU-Erlangen und RBU die Angaben der eingelagerten Abfallgebände auf Plausibilität geprüft. Insbesondere wurden die Angaben zwischen Dosisleistung, deklarierter Radioaktivität und Beschreibung des Abfallstoffes nach heutigen Kenntnissen von der Siemens AG überprüft und bewertet. Daraus ergaben sich bez. der Kernbrennstoffe keine neuen Erkenntnisse.



- MP: Dem heutigen Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie liegen sog. Lagernachweise mit Angaben zum Ablieferer vor. Die Lagernachweise enthalten keine über die Begleitlisten hinausgehende weitergehenden Angaben. Damit ergaben sich bez. der Kernbrennstoffe keine neuen Erkenntnisse.
- NUKEM und TN: Für die NUKEM und TN konnten keine Daten nachrecherchiert werden.

Darüber hinaus haben sich für die Ablieferer, die keine Kernbrennstoffmassen auf den primären Betriebsdokumenten angegeben haben, durch die nachrecherchierten Daten keine Hinweise auf Kernbrennstoff ergeben.

5 Vergleich der nachrecherchierten Daten mit den in der Datenbank ASSEKAT eingetragenen Daten

Unsere Ergebnisse aus dem Vergleich der Daten aus den Betriebsdokumenten mit den in der ASSEKAT-Tabelle „Kernbrennstoffe-mod“ eingetragenen Daten haben wir im Zwischenbericht Teil A /U-3/ zur Überprüfung der Kernbrennstoffdaten zusammengefasst. Im Folgenden haben wir geprüft, inwieweit die nachrecherchierten Daten Auswirkungen auf die in der Datenbank ASSEKAT eingetragenen Kernbrennstoffdaten haben, die über unsere Prüfergebnisse in /U-3/ hinausgehen.

5.1 Gesellschaft für Kernforschung (GfK) bzw. Kernforschungszentrum Karlsruhe (KfK)

Wie im Zwischenbericht Teil A /U-3/ für GfK/KfK festgestellt, zeigt der Vergleich der Daten aus den Kernbrennstoffmeldungen mit den in der ASSEKAT-Tabelle „Kernbrennstoffe-mod“ eingetragenen Daten in Bezug auf die Pu- und U-235-Masse nur geringfügige Abweichungen. Die Pu-Gesamtmasse wird in der ASSEKAT-Tabelle „Kernbrennstoffe-mod“ gegenüber den Kernbrennstoffmeldungen um ca. 6 g höher und die U-235-Masse um ca. 3 g niedriger deklariert.

Der Vergleich der von der WAK GmbH /U-18/ /U-19/ und dem HMGU /U-13/ nachrecherchierten Ergebnisse sowie der Stellungnahme /U-20/ zu den in der Asse eingelagerten Kernbrennstoffen mit den in der Datenbank ASSEKAT eingetragenen Daten kann wie folgt zusammengefasst und bewertet werden:

- Die in der ASSEKAT-Tabelle „Kernbrennstoffe-mod“ für GfK/KfK eingetragenen Pu- und U-235-Massen bleiben unverändert (28107,660 g Pu und 15932,978 g U-235). Unsere Überprüfung der eingetragenen Pu- und U-235-Massen in der ASSEKAT-Tabelle „Kernbrennstoffe-mod“ zwischen der Version 8.0 /U-5/ und der Version 9.2 /U-33/ /U-23/ bestätigt dies.
- Aufgrund der Rücknahme der im Rahmen der Nachdeklaration in 2002 durchgeführten Reduktion des Kernbrennstoffinventars auf ca. 1/3 der ursprünglich deklarierten Daten wurde das Programm zur Aktualisierung des Asse-Inventars (PAI) der ASSEKAT-Datenbank in der Version 9.2 geändert /U-33/

/U-23/. Die Rücknahme der Reduktion der Plutonium- und Uranmassen erfolgte im PAI durch Markierung der Programmzeile als Kommentar. Des Weiteren wurde die Umverteilung der Plutoniummasse auf die vier Hauptabfallströme auf die gleiche Weise aufgehoben. In eigenen mit ASSEKAT/PAI durchgeführten Rechnungen erhielten wir die in Tabelle 5.1 aufgelisteten Massen an Plutonium und Uran. Die mit der ASSEKAT 9.2 /U-33/ /U-23/ berechneten Massen an 27618,126 g Plutonium und 40204,95 g U-235 bestätigen, dass die in der ASSEKAT 8.0 /U-5/ erfolgte Reduktion der Kernbrennstoffmassen für GfK/KfK auf ca. 1/3 der ursprünglich deklarierten Daten rückgängig gemacht wurde. Zur Plausibilität der Kernbrennstoffangaben verweisen wir auf das Kapitel 6 des vorliegenden Berichts.

- Nachrecherchierte Daten zur Isotopenzusammensetzung von Plutonium und Uran /U-13/ /U-18/ in den von GfK/KfK an die Asse abgelieferten Abfällen wurden in der ASSEKAT nicht berücksichtigt.

Tabelle 5.1: Für den Ablieferer GfK/KfK mit ASSEKAT/PAI zum Stichtag 01.01.1980 berechnete Massen an Pu- und U-235 in der Schachtanlage Asse II.

	Pu (g)	U-235 (g)
ASSEKAT 8.0	9446,871	14787,381
ASSEKAT 9.2	27618,126	40204,951

Zusammenfassend ist festzustellen, dass aufgrund der nachrecherchierten Kernbrennstoffdaten in der Datenbank ASSEKAT für den Ablieferer GfK/KfK die Reduktion der Kernbrennstoffmassen auf ca. 1/3 der ursprünglich deklarierten Daten rückgängig gemacht wurde. Des Weiteren hat unsere Überprüfung der Datenbank ASSEKAT gezeigt, dass die in /U-17/ vorgenommene Neuverteilung des Plutoniums in den Hauptabfallströmen der WAK-Abfälle wieder aufgehoben wurde.

5.2 Sonstige Ablieferer

Nachfolgend sind die sonstigen Ablieferer aufgeführt, für die sich aufgrund der nachrecherchierten Daten des HMGU-Berichts /U-13/ in der Datenbank ASSEKAT Änderungen ergeben haben.



- FRM: Für den FRM hat die Nachrecherche ergeben, dass es sich bei den auf der Begleitliste ID-Nr. 2384 angegeben 15 g U-235 um U-235 mit einer Anreicherung von 90 Massen-% handelt. Der nachrecherchierte Anreicherungsgrad wurde zur Berechnung des Aktivitätsinventars manuell im Programmcode der Datenbank ASSEKAT Version 9.2 aufgenommen. Auf die Masse an U-235 hat dies keinen Einfluss.

- GSF-Neuherberg: Der für die Begleitliste ID-Nr. 2025, Lfd.-Nr. 67 (Charge 11094) gemäß /U-24/ nachrecherchierte Wert für U-235 von 0,1 g ist plausibel. Es bestehen gegen die noch zu erfolgende Aufnahme in die Datenbank ASSEKAT keine Bedenken. Die mit dem PAI berechnete Kernbrennstoffmasse von U-235 verringert sich dadurch um 1542 g.



6 Plausibilitätsbetrachtung zur Menge und Zusammensetzung der Kernbrennstoffe

6.1 GfK/KfK

6.1.1 Betriebsdokumente zur Einlagerung

Die Ergebnisse unserer Überprüfung der Betriebsdokumente zur Einlagerung von GfK/KfK-Abfällen in die Schachanlage Asse II wurden im Zwischenbericht Teil A zur Überprüfung der Kernbrennstoffdaten /U-3/ zusammengefasst. Gemäß den Kernbrennstoffmeldungen von GfK/KfK wurden beginnend mit 1971 bis zum Einlagerungsende 1978 in die Schachanlage Asse II ca. 28,102 kg Pu und 15,936 kg U-235 eingelagert. Der Vergleich der Daten aus den Kernbrennstoffmeldungen mit weiteren Betriebsdokumenten (Begleitlisten, Schriftverkehr) zeigte gemäß /U-3/ für GfK/KfK mehrere Abweichungen bzw. Hinweise auf möglicherweise höhere Kernbrennstoffmengen. Für den konservativen Fall, dass alle diese abweichenden Angaben zu höheren Massen hin zutreffen würden, erhöhen sich gemäß /U-3/ die Massen von eingelagertem Plutonium entsprechend um ca. 3,240 kg und von U-235 entsprechend um ca. 2,274 kg. Hierbei handelt es sich um konservativ abgeschätzte Maximalwerte, wobei auch offensichtliche Fehler wie Zahlendreher, Summenfehler oder vertauschte Werte ohne weiterführende Plausibilitätsbetrachtungen von uns in /U-3/ in der Regel konservativ als höhere Massen bewertet wurden.

Im Folgenden bewerten wir die im Zwischenbericht Teil A zur Überprüfung der Kernbrennstoffdaten /U-3/ festgestellten Abweichungen hinsichtlich ihrer Plausibilität.

Einlagerung im Jahr 1971/1972: Die im Schriftverkehr der GSF zwischen der Kernbrennstoffmeldung und den Begleitlisten festgestellten Abweichungen im Pu-Gehalt² sowie anhand von beigefügten Paketanhängern festgehaltenen Kernbrennstoff-Abweichungen bei 14 von GfK im September 1972 abgelieferten Abfallgebinden³ hätten eine zusätzliche Deklaration von ca. 1995 g Pu erfordert. Hiervon wären alleine 1894 g auf die Massenangaben auf den Paketanhängern zurückzuführen. Ein

² GSF-Schreiben vom 26.10.1972

³ GSF-Schreiben vom 11.09.1972 und GSF-Notiz vom 22.09.1972



einzelnes Fass würde gemäß den Paketanhängern bis zu max. 1173 g Pu enthalten. Diese Abweichungen wurden alle von der GSF festgestellt und dem GfK/KfK mitgeteilt bzw. vorgetragen. Da jedoch keine Änderung bzw. Anpassung der diesbezüglichen Kernbrennstoffmeldung erfolgte bzw. nach dem Informationsaustausch von der GSF der Materialbegleitschein für Kernbrennstoffe unterschrieben wurde, gehen wir davon aus, dass die von der GSF festgestellten Abweichungen damals als nicht mehr relevant betrachtet wurden. Unabhängig hiervon empfehlen wir, die Abweichungen mit den Paketanhängern nochmals zu überprüfen. Sofern hieraus keine neuen Erkenntnisse resultieren, empfehlen wir, aufgrund unserer o. a. Prüfergebnisse das in den Kernbrennstoffmeldungen für das Jahr 1971/1972 gemeldete Pu- und U-235-Inventar unverändert beizubehalten (**Empfehlung E 1**).

Einlagerung im Jahr 1973: Der Vergleich zwischen den Begleitlisten und den Kernbrennstoffmeldungen für den Monat April zeigte in Summe für die Begleitlisten eine um bis zu 422,625 g höhere Pu-Masse (und ggf. auch U-235) als in der Kernbrennstoffmeldung gemeldet. Die Prüfung der Begleitlisten zeigt, dass 84 der einzulagernden LAW-Abfallgebinde und 9 MAW-Abfallgebinde mit jeweils 8 g Pu (bzw. auch „Pu+U-235“) deklariert wurden. Dieser Wert stellte damals für Pu eine maximal zulässige Masse dar (GSF-Notiz vom 22.09.1972 sowie Einlagerungsbedingungen für schwachradioaktive Abfallstoffe vom Juli 1971). Aus unserer Sicht ist anzunehmen, dass seitens GfK/KfK in den Begleitlisten die Abfallgebinde in einem ersten Schritt konservativ mit dem maximal zulässigen Wert deklariert wurden. Nachfolgend wurden dann in der später erstellten Kernbrennstoffmeldung die Werte präzisiert und damit niedriger angegeben. Aufgrund unserer o. a. Prüfergebnisse kann daher das in den Kernbrennstoffmeldungen für das Jahr 1973 gemeldete Pu- und U-235-Inventar unter Berücksichtigung der uns vorliegenden Betriebsdokumente unverändert beibehalten werden.

Einlagerung im Jahr 1974: Anhand der Begleitlisten wurden im Juni 1974 21 mittelradioaktive und 24 schwachaktive Abfallgebinde eingelagert, die mit insgesamt 505 g Pu und 525 g U-235 deklariert wurden. Des Weiteren wurden gemäß einer Begleitliste am 01.07.1974 sieben mittelradioaktive Abfallgebinde, die mit insgesamt 95 g Pu und 210 g U-235 deklariert wurden, eingelagert. Für diese Abfallgebinde liegt keine Kernbrennstoffmeldung bzw. kein Materialbegleitschein für Kernbrennstoffe vor (Juni 1974) oder sie werden in der Kernbrennstoffmeldung für Juli 1974 nicht aufgeführt.



Im Schriftverkehr zwischen der GSF und der GfK finden sich zu dieser Diskrepanz keine ergänzenden Hinweise. Da wir nicht sicher ausschließen können, dass die entsprechende Kernbrennstoffmeldung ggf. nicht erstellt bzw. bei der Einlagerung am 01.07.1974 in der Kernbrennstoffmeldung ggf. unberücksichtigt blieb, sind die in den Begleitlisten deklarierten Kernbrennstoffmassen aus konservativer Sicht mit zu berücksichtigen. Unabhängig hiervon empfehlen wir, diese Abweichungen nochmals zu überprüfen. Sofern hieraus keine neuen Erkenntnisse resultieren, empfehlen wir, das in den Kernbrennstoffmeldungen für das Jahr 1974 gemeldete Pu- und U-235-Inventar unter Berücksichtigung der uns vorliegenden Betriebsdokumente um insgesamt 600 g Pu und 735 g U-235 zu erhöhen. Die in der ASSEKAT-Tabelle „Kernbrennstoffe-mod“ eingetragenen Daten sind entsprechend anzupassen (vgl. **E 1**).

In den anderen im Jahr 1974 festgestellten Abweichungen zwischen den Begleitlisten und Kernbrennstoffmeldungen gehen wir von einer Präzisierung der Kernbrennstoffdaten in den später erstellten Kernbrennstoffmeldungen aus, so dass das entsprechende gemeldete Pu- und U-235-Inventar unter Berücksichtigung der uns vorliegenden Betriebsdokumente unverändert beibehalten werden kann.

Einlagerung im Jahr 1975: Der Vergleich zwischen den Begleitlisten und den Kernbrennstoffmeldungen für das Jahr zeigt, dass die Pu-Massen mehrerer Begleitlisten oder einzelner Positionen bzw. Chargen einer Begleitliste in den Kernbrennstoffmeldungen nicht oder abweichend gemeldet wurden. Da wir nicht sicher ausschließen können, dass die entsprechenden Positionen bzw. Chargen in den Begleitlisten bei der Erstellung der Kernbrennstoffmeldung ggf. vergessen bzw. fehlerhaft übertragen wurden, sind die in den Begleitlisten deklarierten Kernbrennstoffmassen aus konservativer Sicht mit zu berücksichtigen. Unter Berücksichtigung unserer o. a. Prüfergebnisse empfehlen wir daher, das in den Kernbrennstoffmeldungen für das Jahr 1975 gemeldete Pu-Inventar unter Berücksichtigung der uns vorliegenden Betriebsdokumente um insgesamt 78,071 g Pu zu erhöhen. Die in der ASSEKAT-Tabelle „Kernbrennstoffe-mod“ eingetragenen Daten sind entsprechend anzupassen. Darüber hinaus ist das Pu-Inventar der Kernbrennstoffmeldung für Juni 1975 um weitere 0,045 g Pu zu erhöhen (vgl. **E 1**). Diese Masse ist in der ASSEKAT-Tabelle „Kernbrennstoffe-mod“ bereits berücksichtigt.



Einlagerung im Jahr 1976: Der Vergleich zwischen den Begleitlisten und den Kernbrennstoffmeldungen für das Jahr zeigt, dass die Pu-Massen mehrerer Begleitlisten oder einzelner Positionen bzw. Chargen einer Begleitliste in den Kernbrennstoffmeldungen nicht oder abweichend gemeldet wurden. Da wir nicht sicher ausschließen können, dass die entsprechenden Positionen bzw. Chargen in den Begleitlisten bei der Erstellung der Kernbrennstoffmeldung ggf. vergessen bzw. fehlerhaft übertragen wurden, sind die in den Begleitlisten deklarierten Kernbrennstoffmassen aus konservativer Sicht mit zu berücksichtigen. Aufgrund unserer o. a. Prüfergebnisse empfehlen wir daher, das in den Kernbrennstoffmeldungen für das Jahr 1976 gemeldete Pu-Inventar unter Berücksichtigung der uns vorliegenden Betriebsdokumente um insgesamt 51,248 g Pu und 107,272 g U-235 erhöhen. Die in der ASSEKAT-Tabelle „Kernbrennstoffe-mod“ eingetragenen Daten sind entsprechend anzupassen (vgl. E 1).

In den für U-235 im Oktober festgestellten Abweichungen von 1416 g zwischen den Begleitlisten und Kernbrennstoffmeldungen gehen wir von versehentlichen Fehlern in den Begleitlisten und von einer Richtigstellung der Daten in den später erstellten Kernbrennstoffmeldungen aus, so dass das entsprechende gemeldete U-235-Inventar unter Berücksichtigung der uns vorliegenden Betriebsdokumente unverändert beibehalten werden kann.

Einlagerung im Jahr 1977: Aufgrund unserer o. a. Prüfergebnisse kann das in den Kernbrennstoffmeldungen für das Jahr 1977 gemeldete Pu- und U-235-Inventar unter Berücksichtigung der uns vorliegenden Betriebsdokumente unverändert beibehalten werden. Für die in der ASSEKAT-Tabelle „Kernbrennstoffe-mod“ eingetragenen Daten kann die U-235-Masse für eine Begleitliste um 1,008 g erniedrigt werden, da diese fehlerhaft übertragen wurde.

Einlagerung im Jahr 1978: Der Vergleich zwischen den Begleitlisten und den Kernbrennstoffmeldungen für das Jahr zeigt, dass die Pu-Massen mehrerer Begleitlisten oder einzelner Positionen bzw. Chargen einer Begleitliste in den Kernbrennstoffmeldungen nicht oder abweichend gemeldet wurden. Hierbei fällt auf, dass in der Kernbrennstoffmeldung häufig ein Abfallgebilde einer Einzelposition bzw. Charge weniger mit Kernbrennstoff gemeldet wurde als in der Begleitliste. Ob dies dem tatsächlichen Kenntnisstand entsprach oder ob bei der nachträglichen Kernbrennstoffmel-



dung möglicherweise ein Abfallgebinde „vergessen“ wurde, kann mit den uns vorliegenden Informationen nicht beurteilt werden. Darüber hinaus wurden in einem Fall eine zwischen Begleitliste und Kernbrennstoffmeldung vertauschte Zuordnung von Pu und U-235 sowie eine fehlerhafte Berechnung der Gesamtmasse an Pu in einer Kernbrennstoffmeldung festgestellt. Da wir nicht sicher ausschließen können, dass die Kernbrennstoffdaten in den Begleitlisten bei der Erstellung der Kernbrennstoffmeldung ggf. vergessen bzw. fehlerhaft übertragen wurden, sind die in den Begleitlisten deklarierten Kernbrennstoffmassen aus konservativer Sicht mit zu berücksichtigen. Aufgrund unserer o. a. Prüfergebnisse empfehlen wir daher, das in den Kernbrennstoffmeldungen für das Jahr 1978 gemeldete Pu-Inventar unter Berücksichtigung der uns vorliegenden Betriebsdokumente um insgesamt 27,877 g Pu und 15,793 g U-235 zu erhöhen. Die in der ASSEKAT-Tabelle „Kernbrennstoffe-mod“ eingetragenen Daten sind entsprechend anzupassen (vgl. E 1). Hierbei ist anzumerken, dass die Angaben in der Tabelle „Kernbrennstoffe-mod“ vom Übertragungsfehler in der Kernbrennstoffmeldung für den Monat November von 5,285 g Pu nicht betroffen sind.

Aufgrund unserer Überprüfung der Betriebsdokumente zur Einlagerung von GfK/KfK-Abfällen in die Schachtanlage Asse II sowie einer Plausibilitätsbetrachtung der diesbezüglichen Abweichungen bzw. Auffälligkeiten kommen wir zusammenfassend zu dem Ergebnis, für die in den Kernbrennstoffmeldungen gemeldeten Kernbrennstoffmassen eine Erhöhung für Pu um ca. 757 g auf insgesamt ca. 28,859 kg und für U-235 um ca. 858 g auf insgesamt ca. 16,794 kg zu empfehlen (vgl. E 1, s. Tabelle 6.1). Dies gilt unter dem Vorbehalt, dass bei der Überprüfung von abweichenden Betriebsdokumenten durch das HMGU keine neuen Erkenntnisse resultieren.

Tab. 6.1: Zusammenfassung der von GfK/KfK in den Jahren von 1967 bis 1978 für die Einlagerung schwach und mittelradioaktiver Abfälle in die Asse gemeldeten Massen an Pu und U-235 sowie die empfohlene Anpassung dieser Werte aufgrund der Prüfung der Betriebsdokumente zur Einlagerung.

GfK / KfK	Kernbrennstoff meldungen*		Empfohlene Erhöhung (vgl. E 1)		Revidierte Massen	
	Pu [g]	U-235 [g]	Pu [g]	U-235 [g]	Pu [g]	U-235 [g]
1967/72	7678,027	3714,575	-	-	7678,027	3714,575
1973	2511,695	1005,742	-	-	2511,695	1005,742
1974	3360,653	2022,046	600,000	735,000	3960,653	2757,046
1975	4421,625	1708,704	78,071	-	4499,696	1708,704
1976	2762,796	3040,036	51,248	107,272	2814,044	3147,308
1977	1531,127	1896,685	-	-	1531,127	1896,685
1978	5835,783	2548,220	27,877	15,793	5863,660	2564,013
Summe	28101,706	15936,008	757,196	858,065	28858,902	16794,073

6.1.2 Plutonium- und Uranzusammensetzung

Eine Bewertung der Zusammensetzung der von GfK/KfK in den primären Betriebsdokumenten (Begleitlisten, Kernbrennstoffmeldungen, Materialbegleitscheine bzw. Lieferscheine für Kernbrennstoffe) deklarierten Plutonium- und Uran-Massen ist ohne nähere Kenntnisse über die einzelnen Abgeber zur ADB und deren Umgang an Kernbrennstoffen nur bedingt möglich. Im GSF-Bericht 2002 /U-17/ wurden für Plutonium und Uran jeweils die Zusammensetzung der einzelnen Wiederaufarbeitungskampagnen der WAK zugeordnet. Unabhängig von der zeitlichen Zuordnung der abgelieferten Abfallgebände zu den Wiederaufarbeitungskampagnen sind die in /U-17/ aufgeführten und in /U-18/ bestätigten Zusammensetzungen (s. a. Tab. 4.1 und 4.2 sowie Tabelle 6.1) in Bezug auf die Abfälle der WAK plausibel.



Wie zwischenzeitlich festgestellt wurde, stellten die Wiederaufarbeitungskampagnen der WAK nur einen Teil der Abfallströme dar, die im GfK/KfK über die ADB an die Asse abgeliefert wurden. Im Rahmen der Nachrecherche der WAK GmbH /U-18/ /U-19/ wurden neben der WAK weitere Abfallverursacher genannt, die damals ihre Abfälle an die ADB zur weiteren Behandlung abgaben. Für einen Teil dieser Ablieferer wurden ergänzende plausible Zusammensetzungen ermittelt /U-18/ (s. Kap. 4.1, Tab. 4.1 und 4.2). Die mögliche Auswirkung der nachrecherchierten Zusammensetzungen auf das Kernbrennstoffinventar der Asse entsprechend dem GSF-Bericht 2002 /U-17/ wurde hierbei nicht näher diskutiert. Um die Zusammensetzung von Plutonium und Uran im GSF-Bericht 2002 /U-17/ und im WAK-Abschlussbericht /U-18/ bewerten zu können, haben wir daher versucht, die für den Einlagerungszeitraum in die Asse relevanten Arbeiten mit Kernbrennstoffen bei GfK/KfK bzw. bei der Firma ALKEM zu ermitteln. In den Tabellen 6.2 und 6.3 haben wir für bei GfK/KfK bearbeitete Projekte und für die LWR-MOX-Brennstoff-Herstellung bei der ALKEM für Plutonium und Uran typische Zusammensetzungen zusammengefasst. Diesen Werten sind zudem die entsprechenden Zusammensetzungen gegenübergestellt, die aus den Betriebsdokumenten zur Einlagerung resultieren und mit der ASSEKAT/PAI berechnet bzw. hergeleitet werden.

Tabelle 6.2: Typische Zusammensetzung von Plutonium, das bei den im GfK/KfK bearbeiteten Projekten und der LWR-MOX-Brennstoff-Herstellung bei der ALKEM verwendet und in Abfällen über GfK/KfK an die Asse abgeliefert wurde. Zum Vergleich ist die Zusammensetzung des Pu-Inventars der Asse dargestellt, wie es gemäß den Betriebsdokumenten zur Einlagerung und der ASSEKAT/PAI berechnet wird.

	Pu-238	Pu-239	Pu-240	Pu-241	Pu-242
	Massen-%				
Projekt Wiederaufarbeitung /U-21/ WAK-Kampagnen [†]	0,3	70,0	21,2	6,7	1,7
Projekt Schneller Brüter: /U-27/ bis /U-31/ SNEAK, DFR, Rapsodie KNK II	0,7	≈91 78,7	≈7 14,3	≈0,7 5,1	≈0,03 1,2
LWR-MOX-Brennstoff /U-18/	0,9	63,5	23,6	8,5	3,6
Primäre GfK/KfK-Betriebsdokumente	0,2	84,5	9,3	5,4	0,7
ASSEKAT/PAI [‡] /U-24/	0,5	69,5	21,4	6,4	2,2

[†] Bezogen auf alle Kampagnen

[‡] Bezugsdatum: 01.01.1980



Der Vergleich der Plutonium-Zusammensetzungen aus der Nachrecherche der WAK GmbH /U-18/ (Tab. 4.1), die insbesondere auf die verschiedenen Abgeber im GfK/KfK fokussierte, mit den projektbezogenen Plutonium-Zusammensetzungen in Tabelle 6.2 führt zu folgenden Ergebnissen:

- Für die Gesamtheit der Abfälle aus der Wiederaufarbeitung sind für Pu-239 ein Massenanteil von ca. 70 % und für Pu-241 ca. 6,5 % anzusetzen. Aufgrund der derzeit in der Datenbank ASSEKAT/PAI implementierten Zuordnung aller von GfK/KfK an die Asse abgelieferten Abfälle zu den einzelnen WAK-Kampagnen entspricht die mit der Datenbank ASSEKAT/PAI berechnete Pu-Zusammensetzung zwangsläufig derjenigen der von WAK abgelieferten Abfällen.
- Für Pu-haltige Abfälle, die aus dem Projekt Schneller Brüter resultierten, ist ein höherer Pu-239-Anteil zu erwarten. Schneller Brutreaktoren (SBR)-Brennstoff wurde im Zeitraum der Einlagerung in die Asse von GfK/KfK in Kooperation mit der ALKEM insbesondere für die Schnelle-Null-Energie-Anordnung-Karlsruhe (SNEAK), Bestrahlungsexperimente an Versuchsreaktoren (z. B. Belgian Reactor 2 (BR2), Dounreay Fast Reactor (DFR), Rapsodie), den Erstkern der Kompakten Natriumgekühlten Kernkraftanlage (KNK II) und zu Probezwecken für den Schnellen Natriumgekühlten Reaktor (SNR 300) gefertigt. /U-30/ /U-31/. Ein Anfall von Abfällen war hierbei insbesondere bei der Brennstofffertigung wie auch bei den zerstörenden Analysen des bestrahlten Brennstoffs zu erwarten.

Die von der WAK GmbH /U-18/ (Tab. 4.1) nachrecherchierte Pu-Zusammensetzung mit einem Massenanteil für Pu-239 von ca. 78 % und für Pu-241 von ca. 5 % bezieht sich auf den Brennstoff für den Erstkern des KNK II. Diese stimmt auch mit anderen Angaben /U-22/ zur Pu-Zusammensetzung von im Jahr 1975 (Zeitraum, in dem der Erstkern des KNK II gefertigt wurde) bei der ALKEM verarbeiteten Plutonium überein. Demgegenüber wurde der Brennstoff für SNEAK und andere Bestrahlungsexperimente in der zweiten Hälfte der 60er Jahre aus Pu-Pulver mit einem hohen Anteil an Pu-239 von mehr als 90 % und einem entsprechend geringen Anteil an Pu-241 von weniger als 1 % gefertigt /U-31/. Diese Plutonium-Zusammensetzung findet sich näherungs-



weise in der zweiten Wiederaufarbeitungskampagne „ALKEM-Schrott“ und vor allem für den so genannten ITU-Ingots aus dem Jahr 1966. In den Materialbegleitscheinen für Kernbrennstoffe wurde mit Beginn März 1972 in den Kernbrennstoffmeldungen bis einschließlich Februar 1974 ebenfalls eine Pu-Zusammensetzung von 90 % Pu-239 und 10 % Pu-240 sowie kein Pu-241 gemeldet (s. a. Abbildung 6.1). Für die Bestimmung des Kernbrennstoffinventars der Asse mit der Datenbank ASSEKAT/PAI bleibt diese Pu-Zusammensetzung jedoch nahezu unberücksichtigt. So sind gemäß der Wiederaufarbeitungskampagne „ALKEM-Schrott“ lediglich 62 g Pu in den Abfällen angefallen /U-21/. Da für SNEAK gemäß /U-31/ 416 kg Plutonium zu Brennstoff verarbeitet wurden und von einem Verlust in den Abfällen im niedrigen einstelligen Prozentbereich ausgegangen werden kann /U-28/, ist aus unserer Sicht die Pu-Zusammensetzung des SNEAK-Brennstoffs bei der Deklaration zu berücksichtigen.

- Für Abfälle, die aus der LWR-MOX-Brennelementfertigung bei der ALKEM resultierten, halten wir die in /U-18/ nachrecherchierte Pu-Zusammensetzung mit einem Massenanteil von ca. 64,5 % für Pu-239 und ca. 8,5 % für Pu-241 lediglich für die letzten Jahre der Einlagerung in die Asse für plausibel (ca. 1976 bis 1978). Für den gesamten Einlagerungszeitraum halten wir für Abfälle, die bei der LWR-MOX-Brennelementfertigung angefallen sind, analog den Wiederaufarbeitungsabfällen der WAK eine durchschnittliche Pu-Zusammensetzung von ca. 70 % für Pu-239 und ca. 6,5 % für Pu-241 für realistischer.

Zur Abschätzung der Pu-Zusammensetzung aller von GfK/KfK an die Asse abgelieferter Abfälle sind wir bei der Plutoniummasse von 18,523 kg, welche zusätzlich zu den 9,579 kg Plutonium von der WAK an die ADB abgegeben wurde, von einem äquivalenten Anfall aus der SBR-MOX- und LWR-MOX-Brennstoffherstellung ausgegangen. Bei der Pu-Zusammensetzung der SBR-MOX-Brennstoffherstellung sind wir aufgrund der dominierenden Masse des SNEAK-Projektes für Pu-239 zudem von einem Massenanteil von 91 % und für Pu-241 von 1 % ausgegangen. Für das von GfK/KfK an die Asse abgelieferte Plutonium lässt sich damit zum Zeitpunkt der Einlagerung folgende abgeschätzte Zusammensetzung ableiten: 0,2 % Pu-238, 76,9 % Pu-239, 16,9 % Pu-240, 4,9 % Pu-241 und 1,1 % Pu-242. Damit ist hinsichtlich des Kernbrennstoffgehalts gegenüber dem mit der ASSEKAT/PAI berechneten Inventar

für Pu-239 eine Erhöhung um ca. 12,5 % und für Pu-241 eine Verringerung um ca. 40 % zu erwarten. In Summe ist für das in die Asse eingelagerte Plutonium aufgrund der geänderten Isotopenzusammensetzung von einem um ca. 7 % höheren Kernbrennstoffinventar auszugehen. Wir empfehlen daher, die Pu-Isotopenzusammensetzung in der Datenbank ASSEKAT/PAI entsprechend anzupassen (**Empfehlung E 2**).

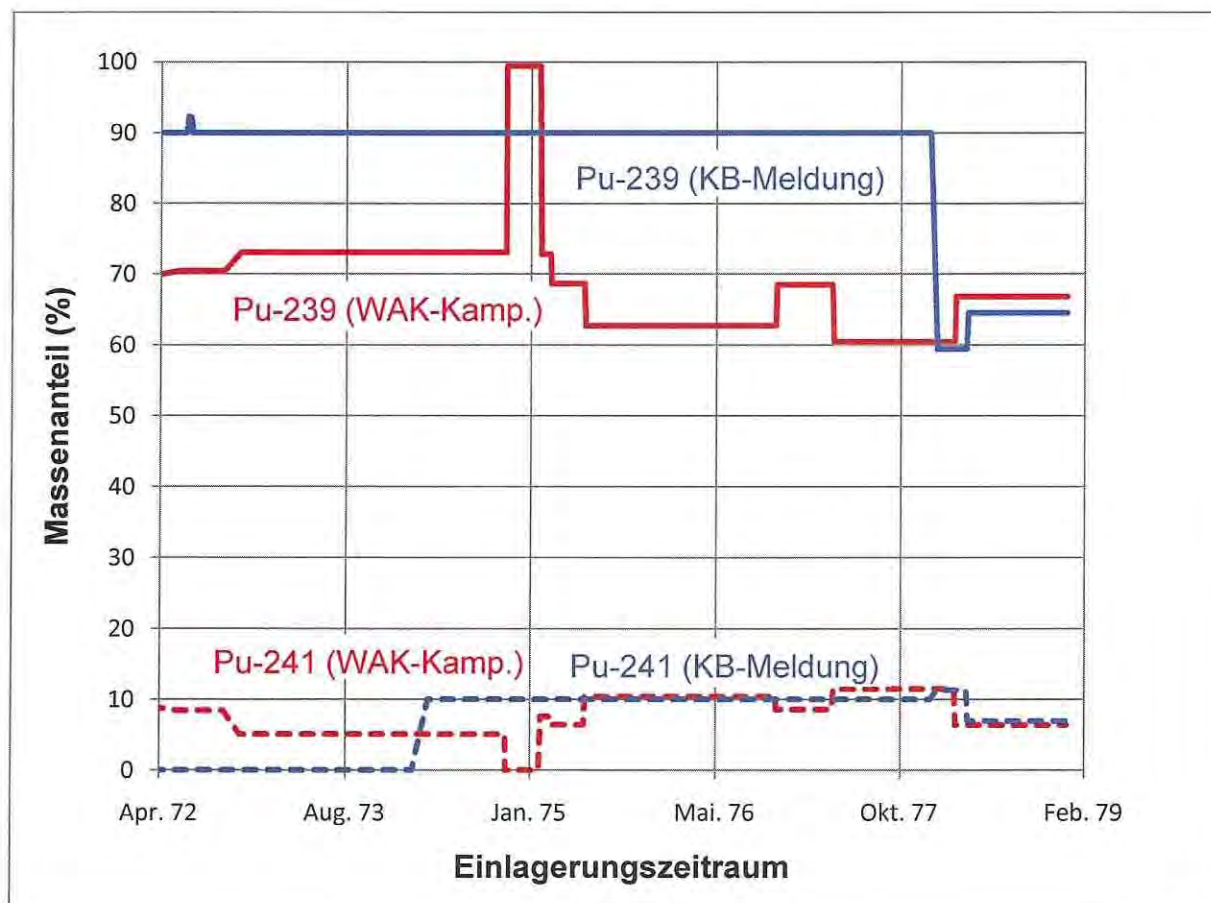


Abbildung 6.1: Pu-239- und Pu-241-Massenanteile am Plutonium der einzelnen WAK-Kampagnen gemäß /U-18/ und gemäß den Angaben der GfK/KfK in den Kernbrennstoffmeldungen und Materialbegleitscheinen bzw. Lieferscheinen für Kernbrennstoffe /U-5/.

Der Vergleich der Uran-Isotopenzusammensetzungen aus der Nachrecherche der WAK GmbH /U-18/ (Tab. 4.2), die analog dem Plutonium insbesondere auf die verschiedenen Abgeber im GfK/KfK fokussierte, mit den projektbezogenen Uran-Isotopenzusammensetzungen in Tabelle 6.3 führt zu folgenden Ergebnissen:

Tabelle 6.3: Typische Zusammensetzung von Uran, das bei den im GfK/KfK bearbeiteten Projekten und der LWR-MOX-Brennstoff-Herstellung bei der ALKEM verwendet und in Abfällen über GfK/KfK an die Asse abgeliefert wurde. Zum Vergleich ist die Zusammensetzung des Uran-Inventars der Asse dargestellt, wie es gemäß den Betriebsdokumenten zur Einlagerung und der ASSEKAT/PAI berechnet wird.

	U-234	U-235	U-236	U-238
	Massen %			
Projekt Wiederaufarbeitung /U-21/ WAK-Kampagnen [†]	0,008	0,69	0,11	99,20
WAK-Kampagnen (ohne Uranbetrieb)	0,009	0,69	0,13	99,17
Projekt Schneller Brüter: /U-27/-/U-29/, /U-31/ SNEAK (Pu-Zone, Brutzone)	-	0,7	-	99,3
SNEAK (U-Zone)	-	19	-	81
DFR, Rapsodie	-	83-86,5	-	13,5-17
KNK II	-	93	-	7
LWR-MOX-Brennstoff	-	0,7	-	99,3
Primäre GfK/KfK-Betriebsdokumente*	-	0,43	-	99,57
ASSEKAT/PAI [‡] /U-24/	0,016	1,25	0,27	98,47

[†] Bezogen auf alle Kampagnen

[‡] Bezugsdatum: 01.01.1980

* ohne Abfallgebinde mit ausschließlicher Deklaration von U-nat

- Für die Gesamtheit der Abfälle aus der Wiederaufarbeitung ist für U-235 ein Massenanteil von ca. 0,7 % anzusetzen. Aufgrund der derzeit in der Datenbank ASSEKAT/PAI implementierten Berechnung der Uran-Isotopenzusammensetzung, bei der die deklarierten Massenangaben von U-235 und U-nat zunächst addiert und anschließend mit den entsprechenden Uran-Vektoren der verschiedenen WAK-Kampagnen auf die einzelnen Uranisotope umgelegt werden /U-17/, liegt der mit der Datenbank ASSEKAT/PAI berechnete U-235-Massenanteil von ca. 1,25 % zwangsläufig über dem Wert von ca. 0,7 %, wie er von WAK für die abgelieferten Abfälle deklariert wird.
- Für uranhaltige Abfälle, die aus dem Projekt Schneller Brüter resultierten, ist gegenüber den Abfällen aus der Wiederaufarbeitung ein höherer U-235-Anteil

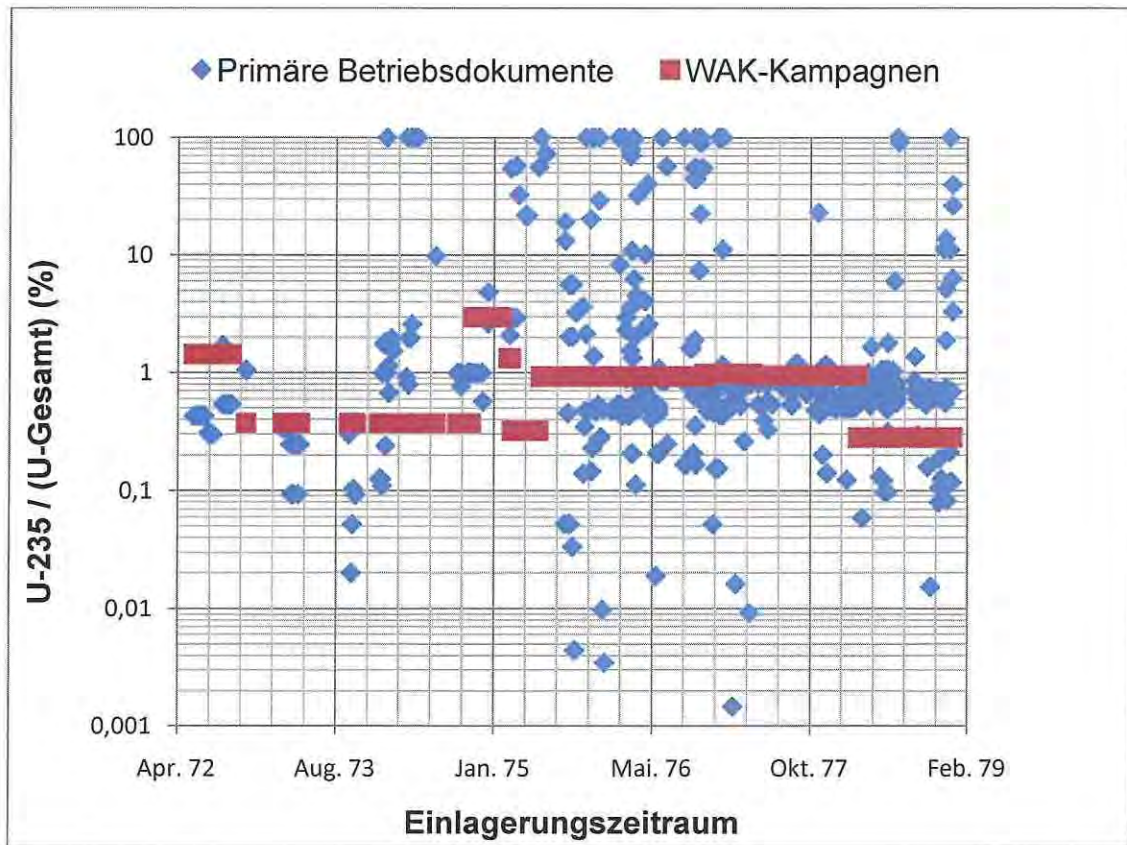


Abbildung 6.2: U-235-Massenanteile am Gesamturan (U-235 + U-nat) in den von GfK/KfK an die Asse abgelieferten Abfällen entsprechend den Angaben in der Tabelle „Kernbrennstoffe-mod“ der Datenbank ASSEKAT. Den Daten liegen die GfK/KfK-Angaben auf den Begleitlisten und Kernbrennstoffmeldungen /U-5/ zugrunde, wobei nur Abfälle berücksichtigt sind, für die U-235 explizit angegeben wurde.

zu erwarten. Schneller Brutreaktoren (SBR)-Brennstoff, wie er für die Schnelle-Null-Energie-Anordnung-Karlsruhe (SNEAK), Bestrahlungsexperimente an Versuchsreaktoren (z. B. Belgian Reactor 2 (BR2), Dounreay Fast Reactor (DFR), Rapsodie), dem Erstkern der Kompakten Natriumgekühlten Kernkraftanlage (KNK II) und zu Probezwecken für den Schnellen Natriumgekühlten Reaktor (SNR 300) verwendet wurde /U-30/ /U-31/, enthielt eine U-235-Anreicherung z. T. bis über 90 %. Ein Anfall von Abfällen war hierbei insbesondere bei der Brennstofffertigung wie auch bei den zerstörenden Analysen des bestrahlten Brennstoffs zu erwarten. Wie der Abbildung 6.2 zu entnehmen

ist, bestätigen die von GfK/KfK für die Abfälle deklarierten U-235-Massen das Vorliegen von höher angereichertem Uran aus dem Schnellen Brüter Projekt.

- Aufgrund der im PAI verwendeten Berechnungsroutinen /U-17/ /U-4/ gibt die mit der Datenbank ASSEKAT/PAI berechnete Uran-Isotopenzusammensetzung die Werte wieder, wie sie von WAK für die einzelnen Wiederaufarbeitungskampagnen deklariert wurden. Damit können einzelne Chargen von in die Asse eingelagerten Abfallgebinden nicht die Uran-Isotopenzusammensetzung von Abfällen aus dem Schnellen Brüter Projekt besitzen. Wie der Abbildung 6.3 zu entnehmen ist, resultieren wenigstens ca. 2,7 kg bzw. 17 % des deklarierten U-235 aus GfK/KfK-Abfällen, die nicht aus der Wiederaufarbeitung stammen können. Es ist zu unterstellen, dass diese Abfälle mit einer U-235-Anreicherung $> 3 \%$ insbesondere beim Schnellen Brüter Projekt anfielen. Um die U-235-Masse von einer größeren Charge von in einer Kammer eingelagerten Abfallgebinden genauer abschätzen zu können, empfehlen wir, die von GfK/KfK in den Primärdokumenten ursprünglich deklarierten U-235-Massen bei der Deklaration mit der Datenbank ASSEKAT/PAI entsprechend zu berücksichtigen (vgl. E 2).
- Die Klassifizierung der von GfK/KfK in die Asse eingelagerten Abfallgebinde mit den deklarierten U-235-Massen in Abhängigkeit vom U-235-Gehalt gemäß Abbildung 6.3 zeigt, dass die Uranzusammensetzung hinsichtlich der Kernbrennstoffmasse nicht immer einheitlich deklariert wurde. Ein U-235-Massenanteil am Gesamturan unterhalb 0,2 % kann den uns bekannten Projekten im GfK/KfK nicht ohne Weiteres zugeordnet werden und ist beispielsweise zu erklären, wenn U-235 aus abgereichertem oder Natururan mit U-235 aus kernbrennstoffhaltigem Uran zusammen verpackt jedoch nicht gemeinsam deklariert wird (z. B. ausschließliche Deklaration des als Kernbrennstoff eingestuftes U-235). Demgegenüber sind Abfälle mit ausschließlicher Deklaration einer U-235-Masse ohne gleichzeitige Angabe von U-nat oder U-238 ebenfalls nicht plausibel. In diesen Fällen wurde offensichtlich U-nat nicht separat, sondern ausschließlich das U-235 deklariert.
- Für Abfälle, die aus der LWR-MOX-Brennelementfertigung bei der ALKEM resultierten, halten wir die in /U-18/ getroffene Feststellung, das in der Konver-

sionsanlage ausschließlich nicht angereichertes Uran eingesetzt wurde, für plausibel. Entsprechend setzen wir einen U-235-Anteil von natürlichem Uran an, wobei bei gleichzeitiger Anwesenheit von Plutonium in den Abfällen diese als kernbrennstoffhaltig und nicht als Natururan einzustufen sind.

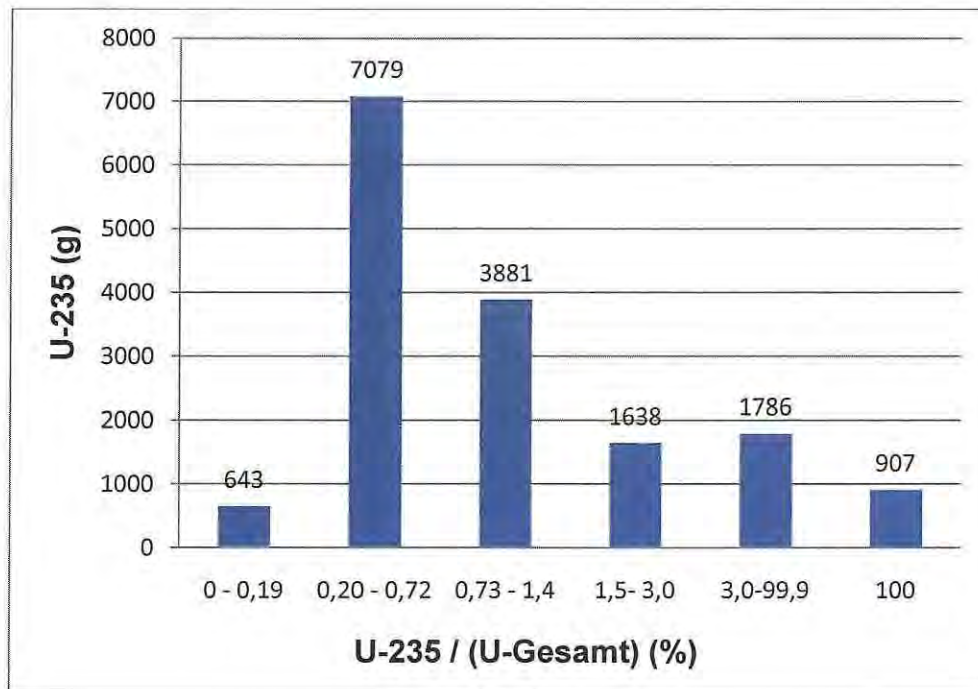


Abbildung 6.3: Von GfK/KfK in die Asse eingelagerte Abfallgebinde mit den deklarierten U-235-Massen in Abhängigkeit vom U-235-Gehalt in Massenprozent.

Für eine belastbare Bestimmung des Kernbrennstoffinventars von den in die Asse eingelagerten Abfällen sind die derzeit in der ASSEKAT/PAI verwendeten wie auch von der WAK GmbH nachrecherchierten Uran-Isotopenzusammensetzungen den Abfällen zuzuordnen. Im Rahmen der Nachrecherche /U-13/ /U-18/ /U-19/ ergaben sich diesbezüglich keine neuen Erkenntnisse, so dass trotz der nachrecherchierten Uran-Isotopenzusammensetzungen eine belastbare quantitative Bestimmung der U-235-Masse kernbrennstoffhaltiger Abfälle einzelner Transporte, Chargen oder Kammern in der Asse weiterhin nicht möglich ist. Wie oben bereits aufgeführt, sind die derzeit im PAI verwendeten Berechnungsroutinen /U-17/ /U-4/ mit der zeitlichen Zuordnung der abgelieferten Abfallgebinde zu den entsprechenden Uran-Isotopenzusammensetzungen der WAK-Wiederaufarbeitungskampagnen aus unserer Sicht

ebenfalls nicht geeignet, um die U-235-Masse kernbrennstoffhaltiger Abfälle von einer größeren Charge von in einer Kammer eingelagerten Abfallgebinden genauer abschätzen zu können. Für GfK/KfK sind hinsichtlich der Bilanzierung der U-235-Masse kernbrennstoffhaltiger Abfälle aus unserer Sicht die U-235-Massenangaben auf den Begleitlisten und Kernbrennstoffmeldungen einer Berechnung mit Uran-Isotopenvektoren vorzuziehen. Wir empfehlen daher, zur Deklaration von U-235 in kernbrennstoffhaltigen Abfällen die von GfK/KfK in den Primärdokumenten ursprünglich deklarierten U-235-Massen zu verwenden (vgl. E 2). Entsprechend ist in der ASSEKAT/PAI U-235, das ausschließlich über U-nat in Verbindung mit einem Uran-Nuklidvektor berechnet wird, separat zu kennzeichnen. Für die Bestimmung von U-233, das von GfK/KfK nicht extra deklariert wurde, bietet sich hierbei eine Berechnung über ein festes konservatives Verhältnis zu U-235 an (z. B. 500 ppm). Hinsichtlich der absoluten Masse ist auch der konservative Beitrag von U-233 im Gramm-Bereich vergleichsweise gering.

6.1.3 Höhe der deklarierten Kernbrennstoffmassen

Zur Plausibilitätsbetrachtung der Höhe der von GfK/KfK deklarierten Plutonium- und U-235-Massen haben wir analog der Bewertung der Isotopenzusammensetzung versucht, die für den Einlagerungszeitraum in die Asse relevanten Arbeiten mit kernbrennstoffhaltigen Abfällen bei GfK/KfK bzw. bei der Firma ALKEM zu ermitteln. Ziel war es hierbei, für das in die Asse eingelagerte Plutonium eine von den Primärdokumenten weitgehend unabhängige Masse abschätzen zu können. Im Rahmen unserer Literaturrecherche und der Nachrecherche der WAK GmbH konnten für Arbeiten bzw. Projekte, in denen mit größeren Mengen an Plutonium umgegangen wurde, einzelne Angaben zur eingesetzten Plutoniummasse und zum Abfallanfall (als Masse oder prozentual) ermittelt oder abgeschätzt werden. In Tabelle 6.4 sind die Ergebnisse der Plausibilitätsbetrachtung zur Abschätzung des in die Asse eingelagerten Plutoniums zusammengefasst. Im Einzelnen kann für folgende Arbeiten bzw. Projekte ein Abfallanfall für Plutonium ermittelt bzw. abgeschätzt werden (s. a. Tab. 6.4):

- Im Rahmen der einzelnen Wiederaufarbeitungskampagnen sind gemäß /U-21/ 9,579 kg Pu als Abfall angefallen. In Bezug auf eine abgeschätzte wiederaufgearbeitete Pu-Gesamtmasse von ca. 425 kg /U-34/ /U-21/ resultiert ein prozentualer Abfallanfall von 2,3 %. Dieser Anfall ist unter Berücksichtigung des

in den ersten Wiederaufarbeitungskampagnen noch nicht optimierten Prozessablaufs /U-26/ als plausibel zu bewerten. Ein Pu-Verlust von 1 % oder weniger bei der Wiederaufarbeitung /U-34/ /U-35/ entsprach gemäß /U-26/ offensichtlich erst dem Erfahrungsstand 1975/76 mit der zweiten KWO-Kampagne.

- Im Zeitraum von 1965 bis 1968 wurden von der Fa. ALKEM auf dem Gelände des Forschungszentrums Karlsruhe für SNEAK ca. 3000 Schachteln mit 416 kg Plutonium hergestellt /U-31/. Für Plutonium haben wir hierbei eine angefallene Abfallmasse von insgesamt ca. 8,3 kg unterstellt. Bei der Fertigung der SNEAK-Plättchen sind wir von einem Verlust von ca. 2 % des Pu in dem festen Abfall ausgegangen. Hierbei haben wir uns u. a. an einer Safeguard-Betrachtung zur Spaltstoffflusskontrolle der ALKEM-Anlage am Beispiel einer vergleichbaren Herstellungskampagne /U-28/ orientiert. Bei der Fertigung von Brennelementen für die subkritische Anordnung PLATR (USA) im Jahr 1968 wurde beispielhaft als Ergebnis der Materialbilanzierung ein Pu-Ausgang im Abfall von 0,13 kg bzw. 2,5 % angegeben /U-28/. Ob die Abfälle aus der PLATR-Kampagne dem Auftraggeber zurückgegeben wurden und ob ggf. weitere Pu-Verarbeitungen für das Ausland durch die ALKEM erfolgten, ist uns nicht bekannt. Die vergleichsweise geringe Pu-Abfallmasse der PLATR-Kampagne von 0,13 kg haben wir konservativ in unserer Plausibilitätsbetrachtung zur Abschätzung des in die Asse eingelagerten Plutoniums mit berücksichtigt. In diesem Zusammenhang ist anzumerken, dass mit Plutonium versetzter bzw. kontaminierter Metallschrott der ALKEM 1971 in einer der ersten Kampagnen der WAK wiederaufgearbeitet und dabei Plutonium zurückgewonnen wurde.
- Für die Fertigung von SBR-MOX-Brennstoff im Prototyplabor (PTL) des Forschungszentrums Karlsruhe und der ALKEM für Bestrahlungsexperimente an Versuchsreaktoren (z. B. FR2, MZFR, HBWR, BR2, DFR, Rapsodie /U-31/), die in der zweiten Hälfte der 60er Jahre des 20. Jahrhunderts begann, haben wir anhand der gefertigten Brennstäbe /U-31/ eine verarbeitete Plutoniummasse von ca. 7,5 kg abgeschätzt. Ausgehend von einem unterstellten Verlust von ca. 2 % des Pu in den festen Abfall haben wir hierbei eine Plutoniummasse von insgesamt ca. 0,15 kg abgeschätzt.

- Für die Fertigung von SBR-MOX-Brennstoff für den Erstkern des KNK II und für den Probelauf der Brennstofffertigung für die SNR 300-Brennstofffertigung 1975/76 haben wir eine verarbeitete Plutoniummasse von ca. 80 kg /U-30/ /U-31/ abgeschätzt. Ausgehend von einem unterstellten Verlust von ca. 1 % des Pu in dem festen Abfall haben wir hierbei eine Plutoniummasse von insgesamt ca. 0,8 kg abgeschätzt. Bei dem unterstellten Verlust von ca. 1 % sind wir von gegenüber der früher durchgeführten Brennstoffherstellung von einer optimierten Prozessführung ausgegangen /U-35/.
- Für den im Rahmen bei ALKEM bis 1978 gefertigten LWR-MOX-Brennstoff haben wir anhand /U-36/ eine verarbeitete Plutoniummasse von ca. 800 kg abgeschätzt. Ausgehend von einem unterstellten Verlust von ca. 1 % des Pu in den festen Abfall haben wir hierbei eine Plutoniummasse von insgesamt ca. 8 kg abgeschätzt.
- Im Rahmen der Nachrecherche zum Abfallinventar in der Schachtanlage Asse II wurden von der WAK GmbH /U-19/ für den Zeitraum von 1974 bis 1978 neben der WAK und ALKEM weitere Ablieferer aufgeführt (RBT/HZ, ITU, IHCh, IMF III, IRCh, TN, KWU), die insgesamt eine Plutoniummasse von 5,26 kg an die ADB zur weiteren Abfallbehandlung abgaben. Dieser Abfallanfall kann insbesondere auf zerstörende Untersuchungen von bestrahltem Brennstoff und den Betrieb der Versuchsanlage MILLI des IHCh zur Wiederaufarbeitung von LWR-Brennstoffen zurückgeführt werden.

Die von den Primärdokumenten weitgehend unabhängig durchgeführte Plausibilitätsbetrachtung der von GfK/KfK deklarierten Plutoniummasse von 28,1 kg anhand von Arbeiten bzw. Projekten, in denen im GfK/KfK und ALKEM bis 1978 mit größeren Mengen an Plutonium umgegangen wurde, zeigt mit einer abgeschätzten Masse von insgesamt ca. 32 kg eine weitgehende Übereinstimmung. Die in Tab. 6.4 aufgelisteten Massen an Plutonium, mit denen umgegangen wurde, stimmen auch zum Stichdatum Mitte 1974 mit Literaturangaben /U-37/ weitgehend überein. Gemäß /U-37/ wurden im Forschungszentrum Karlsruhe und bei ALKEM bei der Brennelementproduktion, der Wiederaufarbeitung und in Forschungslaboratorien, hierbei insbesondere am IRCh, IHCh und später dem ITU von 1965 bis Mitte 1974 mit 600 kg Plutonium umgegangen. Bis zu diesem Zeitpunkt fielen /U-37/ zufolge ca. 4700 Fässer mit einer

Gesamtmasse an Plutonium von ca. 15 kg an. Dies entspricht einem Verlust von ca. 2,5 % des Pu in den Abfall wie dieser auch gemäß /U-26/, /U-21/ und /U-28/ für die damaligen Arbeiten dokumentiert wird. Die in den jährlichen Berichten der Betriebsgruppe der Abteilung Dekontaminationsbetriebe der GfK/KfK (/U-38/ bis /U-43/) bis einschließlich 1973 dargestellten Tätigkeiten zeigen hinsichtlich der in Tab. 6.4 aufgelisteten Projekte mit dem jeweiligen abgeschätzten Anfall an Plutonium keine Auffälligkeiten. Mit der Kenntnis, dass die in Tab. 6.4 aufgeführten Plutoniummassen ggf. mit erheblichen Unsicherheiten versehen sind und möglicherweise im Zeitraum bis 1978 auch weitere Arbeiten bzw. Projekte mit Plutonium und entsprechendem Abfallanfall durchgeführt wurden, die in Tab. 6.4 nicht berücksichtigt sind, kommen wir zu dem Ergebnis, die von GfK/KfK deklarierte Plutoniummasse von 28,1 kg unter Berücksichtigung unserer o. a. Empfehlung der Erhöhung auf ca. 28,9 kg Plutonium als plausibel zu bewerten.

Tabelle 6.4: Plausibilitätsbetrachtung der Plutonium-Gesamtmasse in den von GfK/KfK an die Asse abgelieferten Abfällen. Die u. a. Abschätzung erfolgt unabhängig von den in den Primärdokumenten von GfK/KfK deklarierten Plutoniummassen anhand von eigenen und von der WAK GmbH nachrecherchierten projektbezogenen Arbeiten bei GfK/KfK und ALKEM bis zum Jahr 1978. Bei kursiven Werten handelt es sich um abgeschätzte Werte.

Projekt	Pu-Masse (kg)	Pu-Verlust (kg)	Pu-Verlust (%)
WAK-Kampagnen	425	9,6	2,3
SNEAK	416	8,3	2,0
PLATR	5,035	0,1	2,5
SBR-MOX-Brennstoff für Bestrahlungsversuche	7,5	0,2	2,0
KNK II, SNR 300 (Probelauf)	80	0,8	1,0
LWR-MOX-Brennstoff	800	8,0	1,0
Sonstige Untersuchungen (1974-1978)	-	5,3	-
Summe Abschätzung		32,3	
Summe GfK/KfK-Deklaration		28,1	

Hinsichtlich der Massen an Pu-239 und Pu-241 kommen wir aufgrund der Plausibilitätsbetrachtung der Abweichungen in den primären Betriebsdokumenten zur Einlagerung und der Plutonium-Isotopenzusammensetzung (s. vorausgehende Kap. 6.1.1 und 6.1.2) zu folgendem Ergebnis: Zum Zeitpunkt der damaligen Einlagerung resultiert für Pu-239 eine Masse von 22,2 kg und für Pu-241 eine Masse von 1,4 kg.

Tabelle 6.5: Aufgrund der Überprüfung der primären Betriebsdokumente zur Einlagerung, der nachrecherchierten Daten und der Isotopenzusammensetzung und einer Plausibilitätsbetrachtung resultierende Plutoniumzusammensetzung in den von GfK/KfK an die Asse abgelieferten Abfällen. Bezugsdatum ist das Einlagerungsdatum der Abfälle.

	Pu-238	Pu-239	Pu-240	Pu-241	Pu-242	Gesamt
Massenanteil (%)	0,2	76,9	16,9	4,9	1,1	100
Masse (g)	58	22192	4877	1414	317	28859

Die Plausibilitätsbetrachtung zur Abschätzung der in die Asse eingelagerten Massen der Uranisotope U-233 und U-235 basiert auf einer vergleichsweise geringen Datenbasis. Dies liegt insbesondere daran, dass dem Uran zum Zeitpunkt der Einlagerung in die Asse nicht die sicherheitstechnische Bedeutung des Plutoniums zugekommen ist und dementsprechend auch in der Literatur dem Abfallaufkommen deutlich weniger Aufmerksamkeit geschenkt wurde. Eine dem Plutonium analoge Vorgehensweise, für den Einlagerungszeitraum in die Asse relevante Arbeiten mit U-233/U-235-Kernbrennstoffen bei GfK/KfK bzw. bei der Firma ALKEM abzuschätzen, führt zu folgenden Ergebnissen (s. a. Tab. 6.6):

- In den verschiedenen Kampagnen der WAK wurden mit Ausnahme der Kampagnen Uranbetrieb und ALKEM-Schrott bestrahlte Brennelemente wiederaufgearbeitet. Sofern die hierbei anfallenden Abfälle Plutonium enthalten, sind diese unabhängig vom jeweiligen U-235-Massenanteil zunächst als kernbrennstoffhaltig einzustufen. Für eine Deklaration der U-235-Masse als besonderer spaltbarer Stoff sind jedoch ausschließlich WAK-Kampagnen von Bedeutung, deren verbleibende U-235-Anreicherung über der von natürlichem Uran von 0,72 % liegen. Im Rahmen der einzelnen Wiederaufarbeitungskampagnen sind für die WAK-Kampagnen mit einer verbleibenden U-235-Anreicherung > 0,72 % (FR 2-, 1./2. VAK-, 1./2./3. KWO-, HDR- und KRB-Kampagne /U-17/) gemäß /U-18/ und /U-21/ 3 mg U-233 und 6,873 kg U-235

als Abfall angefallen. In Bezug auf die wiederaufgearbeitete Uran-Gesamtmasse der o. a. Kampagnen von ca. 50 Mg /U-21/ /U-34/ resultiert daraus ein prozentualer Abfallanfall von 1,1 % oder 570 kg Gesamturan. Die U-235-Masse von 6,873 kg U-235 entspricht ca. 43 % der von GfK/KfK insgesamt für in die Asse eingelagerte Abfälle deklarierten U-235-Masse von 15,936 kg. Dieser Wert kann in diesem Größenbereich als plausibel und nachvollziehbar dokumentiert bewertet werden.

- Für die Fertigung von SNEAK- und SBR-MOX-Brennstoff, bei dem U-235 z. T. in hochangereicherter Form bis über 80 % eingesetzt wurde (Brennstoff für Bestrahlungsversuche und KNK II-Erstkern), haben wir insgesamt einen Umgang von ca. 200 kg U-235 abgeschätzt /U-30/ /U-31/. Ausgehend von einem unterstellten Verlust von ca. 1 bis 2 % des Urans in dem festen Abfall haben wir hierbei eine U-235-Masse von insgesamt ca. 2,3 kg abgeschätzt. Hierbei ist der Umgang mit 1000 kg U-235 /U-44/, welches insbesondere für die SNEAK- UO_2 -Zone eingesetzt wurde, nicht berücksichtigt. Hinsichtlich der Fertigung dieses UO_2 -Brennstoffs liegen uns keine Informationen vor. Es ist zu vermuten, dass ggf. NUKEM den Brennstoff hergestellt hat. Von einem entsprechenden Abfallanfall seitens GfK/KfK oder ALKEM ist aus unserer Sicht nicht auszugehen.
- Für den im Rahmen bei ALKEM bis 1978 gefertigten LWR-MOX-Brennstoff sind wir hinsichtlich des Urans von einer natürlichen oder ggf. abgereicherten Zusammensetzung ausgegangen /U-36/. Entsprechend haben wir eine Bilanzierung des U-235 als besonderen spaltbaren Stoff nicht vorgenommen.
- Im Rahmen der Nachrecherche zum Abfallinventar in der Schachtanlage Asse II wurden von der WAK GmbH /U-19/ für den Zeitraum von 1974 bis 1978 für die neben der WAK und ALKEM aufgeführten Ablieferer (RBT/HZ, ITU, IHCh, IMF III, IRCh, TN, KWU) ausschließlich Plutonium- und keine U-235-Massen angegeben. Für die Abschätzung der entsprechenden U-235-Massen sind wir von einer dem Plutonium entsprechenden äquivalenten Masse

Tabelle 6.6: Plausibilitätsbetrachtung der U-235-Gesamtmasse in den von GfK/KfK an die Asse abgelieferten Abfällen. Die Abschätzung erfolgt unabhängig von den in den Primärdokumenten von GfK/KfK deklarierten U-235-Massen anhand von eigenen und auf Basis von der WAK GmbH nachrecherchierten projektbezogenen Arbeiten bei GfK/KfK und ALKEM bis zum Jahr 1978. Bei kursiven Werten handelt es sich um abgeschätzte Werte.

Projekt	U-235-Masse (kg)	U-235-Verlust (kg)	U-235-Verlust (%)
WAK-Kampagnen	634	6,8	1,1
SBR-MOX für Bestrahlungsversuche u. SNEAK	25	0,5	2,0
KNK II, SNR 300 (Probelauf)	175	1,8	1,0
LWR-MOX-Brennstoff	-	-	-
Sonstige Untersuchungen (1974-1978)	-	5,3	-
Summe Abschätzung		14,4	
Summe GfK/KfK-Deklaration	-	15,9	-

ausgegangen. Diese Vorgehensweise ist aus unserer Sicht unter Berücksichtigung der insgesamt von GfK/KfK deklarierten Kernbrennstoffe (28,102 kg Pu, 15,936 kg U-235) hinreichend konservativ.

Die von den Primärdokumenten weitgehend unabhängig durchgeführte Plausibilitätsbetrachtung der von GfK/KfK deklarierten U-235-Masse von 15,9 kg anhand von Arbeiten bzw. Projekten, in denen im GfK/KfK und ALKEM bis 1978 mit größeren Mengen an U-235 umgegangen wurde, zeigt mit einer abgeschätzten Masse von insgesamt ca. 14 kg eine in der Höhe weitgehende Übereinstimmung. Analog dem Plutonium kommen wir daher zu dem Ergebnis, dass die von GfK/KfK deklarierte U-235-Masse von 15,9 kg unter Berücksichtigung unserer o. a. Empfehlung der Erhöhung auf ca. 16,8 kg U-235 in dieser Höhe als plausibel bewertet werden kann. Dies erfolgt in der Kenntnis, dass die in Tab. 6.6 aufgeführten U-235-Massen ggf. mit erheblichen Unsicherheiten versehen sind und möglicherweise im Zeitraum bis 1978 auch weitere Arbeiten bzw. Projekte mit Plutonium und entsprechendem Abfallanfall durchgeführt wurden, die nicht berücksichtigt sind.

6.2 Sonstige Ablieferer

6.2.1 Betriebsdokumente zur Einlagerung

Die Ergebnisse unserer Überprüfung der Betriebsdokumente zur Einlagerung von Abfällen der sonstigen Ablieferer in die Schachtanlage Asse II wurden im Zwischenbericht Teil A zur Überprüfung der Kernbrennstoffdaten /U-3/ zusammengefasst. Aus dem Vergleich der primären Betriebsdokumente und dem Abgleich mit der Euratom-Meldung bzw. dem Fasskontrollbuch haben sich für die sonstigen Ablieferer verschiedene Summen an Pu-, U-233- und U-235-Massen ergeben. Diese haben wir in Tabelle 6.7 zusammengefasst.

Für den konservativen Fall, dass alle diese abweichenden Angaben zu höheren Massen hin zutreffen würden, erhöhen sich gemäß /U-3/ die Massen von eingelager-tem U-233 entsprechend um 0,053 g und von U-235 entsprechend um ca. 523 g. Hierbei handelt es sich um konservativ abgeschätzte Maximalwerte, wobei auch offensichtliche Fehler wie Zahlendreher und Übertragungsfehler ohne weiterführende Plausibilitätsbetrachtungen von uns in /U-3/ in der Regel konservativ als höhere Massen bewertet wurden.

Tabelle 6.7: Zusammenstellung der Pu-, U-233 und U-235-Massen für die sonstigen Ablieferer aus den primären Betriebsdokumenten.

	Pu [g]	U-233 [g]	U-235 [g]
Begleitlisten (Tab. 4.2, Teil A /U-3/)	14,765	12,565	12793,086
ASSEKAT „Kernbrennstoffe-mod“ (Tab. 4.2, Teil A /U-3/)	14,765	12,565	12781,575
Hinweise auf zusätzliche Massen (Tab 4.2, Teil A /U-3/)	-	0,053	522,645

Im Folgenden bewerten wir die im Bericht Teil A zur Überprüfung der Kernbrennstoffdaten /U-3/ festgestellten Abweichungen und die Abweichungen zwischen Begleitlisten und ASSEKAT hinsichtlich ihrer Plausibilität.

Abweichungen zwischen Begleitlisten und ASSEKAT

Der Vergleich der Plutoniummassen der Begleitlisten mit den Werten in der Datenbank ASSEKAT zeigt keine Abweichungen. Der Vergleich der U-235-Masse der Begleitlisten mit den Werten in der Datenbank ASSEKAT (s. Tabelle 6.7) zeigt, dass in der Tabelle „Kernbrennstoffe-mod“ 11,511 g U-235 weniger übertragen wurden, als auf den Begleitlisten angegeben ist. Diese Differenz ist auf folgende Punkte zurückzuführen:

- KFA: Auf den Begleitlisten ID-Nr. 2157 und 2158 bzw. aus zugehörigen Anlagen ergibt sich eine Summe der U-235-Masse von 468,81 g. Diese Summe wurde für die Eingabe in die Datenbank ASSEKAT in verschiedene Chargen aufgeteilt. Für die Begleitliste ID-Nr. 2157 Lfd.-Nr. 90-92 wurden anstelle von 26,95 g U-235 nur 26,05 g in die ASSEKAT eingetragen. Wir empfehlen, den Wert in der ASSEKAT anzupassen (Empfehlung **E 3**).
- KWU-Karlstein: Auf der Begleitliste ID-Nr. 3025 ist eine U-235-Masse von 5,834 g angegeben. In die Datenbank ASSEKAT wurden 5,843 g eingetragen. Wir empfehlen, den Wert in der ASSEKAT anzupassen (vgl. **E 3**).
- RBU: Auf der Begleitliste ID-Nr. 2377 wurde eine Uranoxidmasse von 10 g mit einer Anreicherung von < 7 % angegeben. In die ASSEKAT wurden die 10 g ordnungsgemäß als UO₂ übernommen, jedoch keine U-235-Masse angegeben. Für die Bestimmung der U-235 Masse aus Kernbrennstoff haben wir anhand der Angaben auf der Begleitliste konservativ eine U-235-Masse von 0,62 g bestimmt. Damit ergibt sich in der Tabelle „Kernbrennstoffe-mod“ im Hinblick auf die U-235-Masse eine geringere Masse. Zur weiteren Vorgehensweise in der ASSEKAT verweisen wir auf Kap. 7.

Auf der Begleitliste ID-Nr. 2875 wird Uran „U“ mit einer Kernbrennstoffmasse < 10 g angegeben. In die ASSEKAT wurden die 10 g „U“ ordnungsgemäß als Uran übernommen, jedoch keine entsprechende U-235-Masse angegeben. Analog zu den Begleitlisten ID-Nr. 2872 und 2873 haben wir die Angabe „U“ auf der Begleitliste konservativ als U-235-Masse angenommen. Damit ergibt sich in der Tabelle „Kernbrennstoffe-mod“ im Hinblick auf die U-235-Masse eine gerin-

gere Masse. Zur weiteren Vorgehensweise in der ASSEKAT verweisen wir auf Kap. 7.

Aus der Addition der o. a. Abweichungen der U-235-Massen (+0,9 g, -0,009 g, +0,62 g und +10 g) zwischen den Begleitlisten und der Tabelle „Kernbrennstoffemod“ der Datenbank ASSEKAT lässt sich die Differenz von 11,511 g U-235 erklären (vgl. Tab. 6.7). Unter Berücksichtigung unserer Empfehlung stimmen die Werte in der Datenbank ASSEKAT mit den Angaben für Pu, U-233 und U-235 auf den Begleitlisten/Fragebögen überein.

Hinweise auf zusätzliche U-233/235-Massen

Aus dem Vergleich der primären Betriebsdokumente der sonstigen Ablieferer hinsichtlich der Kernbrennstoffdaten und deren Übertrag in die Datenbank ASSEKAT resultieren Hinweise auf die Einlagerung von zusätzlichem Kernbrennstoff bzw. U-233/235-Masse (siehe Bericht Teil A /U-3/). Insgesamt hat sich hierbei eine zusätzliche Masse von 0,053 g U-233 und 522,645 g U-235 ergeben (siehe Tabelle 6.8).

Tabelle 6.8: Hinweise auf die Einlagerung von zusätzlichen Pu und U-233/235-Massen, die sich aus dem konservativen Vergleich der primären Betriebsdokumente der sonstigen Ablieferer hinsichtlich der Kernbrennstoffe und deren Übertrag in die Datenbank ASSEKAT ergeben haben (siehe auch Tabelle 4.2, Teil A /U-3/).

Ablieferer	Zusätzliche Masse			Bemerkung
	Pu [g]	U-233 [g]	U-235 [g]	
GKSS	-	-	4,74	Vergleich Fasskontrollbuch und MAW-BL ID-Nr. 15 bis 17
KFA	-	0,053	14,18	Schreiben 21.06.76, Fehlende Zuordnung zur BL
KWU-Erlangen	-	-	9,5	Vergleich Fasskontrollbuch und BL ID-Nr. 3036 und 3030
KWU-Karlstein	-	-	1,425	Nuklearlieferschein zur BL ID-Nr. 3025
RBU	-	-	52,8	Vergleich Fasskontrollbuch und BL ID-Nr. 2873
TN	-	-	440	Vergleich Fasskontrollbuch und BL ID-Nr. 2510
Summe[‡]	-	0,053	522,645	

[‡] Zur besseren Nachvollziehbarkeit wurde auf eine korrekte Rundung verzichtet

Nachfolgend haben wir die Hinweise auf zusätzliche U-233/235-Massen aus dem Vergleich der primären Betriebsdokumente hinsichtlich ihrer Plausibilität bewertet.

- GKSS: Zwischen der Begleitliste ID-Nr. 15 des Ablieferers GKSS mit einer Gesamtmasse an U-235 von 18,2 g und dem Fasskontrollbuch mit einer eingetragenen U-235-Masse von 22,94 g ergibt sich eine Differenz von 4,74 g U-235. Wie schon im Kapitel 3.1.2 beschrieben, ist bei dieser Differenz davon auszugehen, dass es sich um einen Übertragungsfehler von der Begleitliste in das Fasskontrollbuch handelt, da im gleichen Zeitraum auch Fässer der Begleitliste ID-Nr. 16 mit 22,94 g U-235 eingelagert wurden. Damit ergibt sich kein Hinweis auf eine zusätzlich eingelagerte U-235-Masse. In die Datenbank ASSEKAT sind die Werte der Begleitliste richtig übertragen worden. Damit ist eine Änderung der Daten in der Datenbank ASSEKAT nicht notwendig.

- KFA: Gemäß einem KFA-Schreiben vom 21.06.1976 beabsichtigte KFA 12 Stück 200-l-Fässer mit getrocknetem Verdampferkonzentrat gemischt mit thorium- und uranhaltigen Flüssigkeiten und mit Zement fixiert an die Asse abzugeben. Als Mengen von Spalt-, Aktivierungs- und Korrosionsprodukten werden neben U-nat, U-abgereichert und U-238 auch 0,053 g U-233 und 14,18 g U-235 genannt. Nach dem 21.06.1976 wurden gemäß den Begleitlisten außer den acht Abfallfässern mit MAW-Abfällen keine Abfälle mit Kernbrennstoff mehr an die ASSE abgeliefert. Auch wurden keine Abfallgebinde mit der Abfallart „getrocknete Verdampferkonzentrate“ angeliefert. Daher gehen wir davon aus, dass die o. g. kernbrennstoffhaltigen Abfallgebinde nicht in die Asse eingelagert wurden. Eine Änderung der Daten in der Datenbank ASSEKAT erachten wir nicht als notwendig.

- KWU-Erlangen: Für die Begleitlisten ID-Nr. 3030 und 3036 ergibt sich zwischen dem Fasskontrollbuch und den Begleitlisten eine Differenz von 9,5 g U-235. Wie schon im Kapitel 3.1.2 beschrieben, resultiert dieser Wert, wenn auf der Begleitliste ID-Nr. 3036 die Position Lfd.-Nr. 281 mit < 0,5 g U-235 nicht und die gestrichene Position Lfd.-Nr. 284 mit 10 g U-235 berücksichtigt werden. Daher gehen wir davon aus, dass es sich bei der Differenz um einen Übertragungsfehler von der Begleitliste in das Fasskontrollbuch handelt. Damit ergibt sich kein Hinweis auf eine zusätzlich eingelagerte U-235-Masse. In die Daten-

bank ASSEKAT sind die Werte der Begleitliste richtig übertragen. Damit ist eine Änderung der Daten in der Datenbank ASSEKAT nicht notwendig.

- KWU-Karlstein: Auf der Begleitliste ID-Nr. 3025 des Ablieferers KWU-Karlstein wird hinsichtlich der Nuklidangaben auf den beiliegenden Nuklearlieferschein verwiesen. Auf diesem sind neun Positionen mit unterschiedlichen Gegenständen mit der entsprechenden Zusammensetzung des Urans und dem Anreicherungsgrad angegeben. Für die beiden Positionen 1 und 9 auf dem Nuklearlieferschein wurden für die Anreicherungsgrade von 1,9 bzw. 3,1 Massen-% keine U-235-Massen ausgewiesen. Aus der Gesamturanmasse und dem Anreicherungsgrad ergibt sich eine zusätzliche U-235-Masse von 1,425 g. Wir empfehlen, diese U-235-Masse in die Datenbank ASSEKAT zusätzlich mit aufzunehmen (vgl. E 1).
- RBU: Für die Begleitliste ID-Nr. 2873 des Ablieferers RBU wurden im Fasskontrollbuch 54 g U-235 erfasst, wohingegen auf der Begleitliste unter der Spalte Kernbrennstoffe 1,2 g U-235 angegeben wurde. Wie schon im Kapitel 3.1.2 beschrieben, ergibt sich unter der Annahme, dass es sich um 1,2 g U-235 pro Fass handelt, bei der auf der Begleitliste angegebenen Anzahl von 45 Fässer eine Gesamt-U-235-Masse von 54 g. Zur konservativen Abschätzung gehen wir davon aus, dass es sich um 1,2 g U-235 pro Fass handelt. In der Datenbank ASSEKAT erfolgt die Berechnung durch manuelle Ergänzung im Programmcode mit der Gesamt-U-235-Masse von 54 g. Damit ist eine Änderung der Daten in der Datenbank ASSEKAT nicht notwendig.
- TN: Für die Begleitliste ID-Nr. 2510 des Ablieferers TN wurden im Fasskontrollbuch 440 g U-235 erfasst, wohingegen sich auf der Begleitliste keine Angaben zu den Kernbrennstoffmassen befinden. Wie schon im Kapitel 3.1.2 beschrieben, wird auf dem zur Begleitliste zuordenbaren Schreiben vom 25.11.1971 angegeben, dass es sich bei der Anlieferung um 22 Rollreifenfässer mit jeweils ca. 20 g U-235 handelt. Dies entspricht der Masse an U-235, die im Fasskontrollbuch erfasst wurde. In der Datenbank ASSEKAT erfolgt die Berechnung mit einer U-235-Masse von 20 g, die manuell im Programmcode eingegeben wurde. Damit fehlen bei der Berechnung im PAI 420 g U-235. Wir empfehlen, diese

U-235-Masse in die Datenbank ASSEKAT zusätzlich mit aufzunehmen (vgl. E 1).

Aufgrund unserer Überprüfung der Betriebsdokumente zur Einlagerung von Abfällen sowie einer Plausibilitätsbetrachtung der diesbezüglichen Abweichungen bzw. Auffälligkeiten kommen wir zusammenfassend zu folgenden Ergebnissen:

- Von den in Tab. 6.8 aufgeführten Hinweisen auf zusätzlich zu deklarierende Massen gehen wir aufgrund unserer Plausibilitätsbetrachtung davon aus, dass von GKSS, KFA und KWU-Erlangen keine zusätzlichen U-235-Massen eingelagert wurden. Damit verringert sich die aus dem Vergleich der primären Betriebsdokumente resultierende zusätzlich zu deklarierende Masse von 522,645 g U-235 auf 494,225 g U-235.
- Hinsichtlich der in den primären Betriebsdokumenten zusätzlich zu deklarierenden U-235-Masse von 494,225 g empfehlen wir, für die Ablieferer KWU-Karlstein und TN in der Datenbank ASSEKAT/PAI eine U-235-Masse von insgesamt 421,425 g (1,425 g ID-Nr. 3025 und 420 g ID-Nr. 2510) zusätzlich mit aufzunehmen (vgl. E 1).

Die von den sonstigen Ablieferern in den Betriebsdokumenten zur Einlagerung deklarierte U-235-Masse von 12793,086 g (s. Tab. 6.7) erhöht sich aufgrund der o. a. Plausibilitätsprüfung zunächst um 494,225 g (anstelle von 522,645 g U-235 infolge einer konservativen Prüfung) auf eine U-235-Masse von insgesamt 13287,311 g. Nachfolgend prüfen wir, ob aufgrund der Plausibilität der Angaben zur Isotopenzusammensetzung diese Masse weiter anzupassen ist.

6.2.2 Plutonium- und Uranzusammensetzung

Eine Bewertung der Plutonium- und Uranzusammensetzung der von den sonstigen Ablieferern in den primären Betriebsdokumenten deklarierten Plutonium- und U-233/U-235-Massen ist ohne nähere Kenntnisse über die einzelnen Ablieferer und deren Umgang an Kernbrennstoffen nur bedingt möglich. Je nachdem, ob die Ablieferer mit Natururan, abgereichertem Uran, angereichertem Uran, bestrahlten (und damit plutoniumhaltigen) Uran oder wiederaufgearbeitetem Uran einen Umgang hatten, bestimmt dies die Einstufung der an die Asse abgelieferten radioaktiven Abfälle

als kernbrennstoffhaltiger Abfall und damit auch die Höhe des Kernbrennstoffinventars in der Asse.

Plutonium

Auf den primären Betriebsdokumenten wurden von den sonstigen Ablieferern bis auf 3 µg Pu das jeweilige Pu-Isotop (Pu-238, Pu-239 oder Pu-241) angegeben. Insgesamt wurden von den sonstigen Ablieferern radioaktive Abfälle mit einer deklarierten Pu-239-Masse von 14,472 g und von 0,022 g für Pu-241 an die Asse abgegeben.

In den uns vorgelegten Unterlagen /U-5/ bis /U-15/ ergeben sich für die sonstigen Ablieferer von plutoniumhaltigen Abfällen keine näheren Informationen über den Umgang mit Kernbrennstoffen. Bei der GSF-Neuherberg als Landessammelstelle, KWU-Erlangen als Entwicklungszentrum und das KFA als Forschungszentrum handelte es sich um Ablieferer, die im Rahmen ihrer Tätigkeiten/Aufgabengebiete generell mit Plutonium in den oben genannten Mengen umgehen konnten. Es liegen uns keine Kenntnisse vor, die einer Plausibilität dieser von den o. a. Ablieferern deklarierten Massen an Pu-239 und Pu-241 widersprechen.

Uranisotop U-233

Bei den sonstigen Ablieferern wurden entsprechend den primären Betriebsdokumenten einige Gramm U-233 (12,57 g) an die Asse abgegeben. Der größte Anteil ca. 10,53 g stammt von KFA. Des Weiteren wurden von GSF-Neuherberg und MP jeweils ca. 1 g abgegeben. Gemäß dem KFA-Schreiben vom 31.08.1973 fielen die Mengen an U-233 beim Institut für Reaktorwerkstoffe am Forschungszentrum Jülich an. Dies ist anhand der Angaben auf den Begleitlisten zu den Herkunftsländern USA und Großbritannien des Kernbrennstoffes nachvollziehbar dokumentiert.

In den uns vorgelegten Unterlagen /U-5/ bis /U-15/ ergeben sich für die sonstigen Ablieferer von U-233-Abfällen keine näheren Informationen über den Umgang mit Kernbrennstoffen. Bei der GSF-Neuherberg und MP als Landessammelstelle und beim KFA als Forschungszentrum handelte es sich um Ablieferer, die im Rahmen ihrer Tätigkeiten/Aufgabengebiete generell mit U-233 in den oben genannten Men-

gen umgehen konnten. Es liegen uns keine Kenntnisse vor, die einer Plausibilität dieser von den o. a. Ablieferern deklarierten Masse an U-233 widersprechen.

Für die Bestimmung von U-233, das von den sonstigen Ablieferern nicht extra deklariert wurde, bietet sich für den Fall, dass ein kernbrennstoffhaltiger Abfall mit einer deklarierten U-235-Masse vorliegt, eine Berechnung über ein festes konservatives Verhältnis zu U-235 an (z. B. 500 ppm). Hinsichtlich der absoluten Masse ist der konservative Beitrag von U-233 im Gramm-Bereich vergleichsweise gering.

Uranisotop U-235

In den primären Betriebsdokumenten zur Einlagerung der Abfälle in die Asse wurden von den sonstigen Ablieferern neben der Angabe einer U-235-Masse wahlweise folgende zusätzlichen Angaben zur Zusammensetzung gemacht:

- U-235-Anreicherungsgrad in Massen-%
- U-238- bzw. Uranmasse
- Radionuklid „U-235“, „U“, UO_2 oder „Uran“
- Radionuklid „U-nat“ oder „U-abg.“

Sofern der Anreicherungsgrad und/oder beide Uranmassen (U-235 und U-238 bzw. U-Gesamt) auf den primären Betriebsdokumenten angegeben werden und es sich nicht um bestrahltes oder wiederaufgearbeitetes Uran handelt, kann anhand des Anreicherungsgrades eine eindeutige Einordnung als Kernbrennstoff erfolgen. Wie der Abbildung 6.4 zu entnehmen ist, können von den insgesamt 10,534 kg U-235, die von den sonstigen Ablieferern in den primären Betriebsdokumenten als Kernbrennstoff deklariert wurden, ca. 5,620 kg U-235 einer Anreicherung bzw. einem Anreicherungsbereich über dem von natürlichen Uran zugeordnet werden.

Bei den 4,055 kg U-235 mit einem Anreicherungsgrad von bis zu 5 Massen-% (s. Abb. 6.4) befinden sich die Abfallgebände der Ablieferer wie KFA, KRT, KWU-Erlangen, KWU-Karlstein und RBU. Da diese insbesondere bei der Herstellung und Entwicklung von Brennelementen für Leichtwasserreaktoren beteiligt waren, sind die angegebenen Anreicherungsgrade als plausibel zu bewerten.

Die Abfallgebinde mit einem U-235-Anreicherungsgrad zwischen 5,1 und 19,9 Massen-% und einer Masse von insgesamt 0,823 kg U-235 (s. Abb. 6.4) wurden von den Ablieferern GKSS (2,2 %), KFA (97,7 %) und RBU (< 1 %) abgeliefert.

Die Abfallgebinde mit Uranabfällen mit einem U-235-Anreicherungsgrad von mehr als 20 Massen-% und einer Masse von insgesamt 0,742 kg U-235 (s. Abb. 6.4) stammen bis auf 0,015 kg vom FRM vom Ablieferer KFA. Auf den KFA-Begleitlisten wurde die Zusammensetzung des angereicherten Urans und der anderen Kernbrennstoffe (U-233, Pu-239) sowie zum Teil das Herkunftsland plausibel und nachvollziehbar dokumentiert.

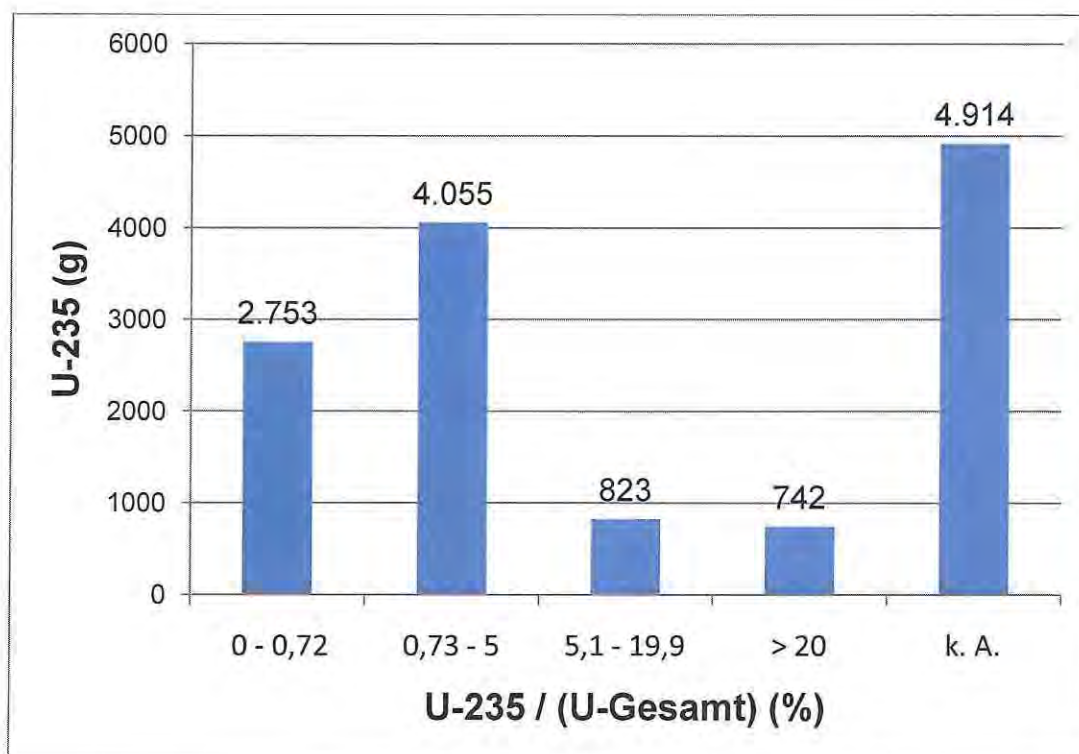


Abbildung 6.4: Von den sonstigen Ablieferern in den Betriebsdokumenten zur Einlagerung deklarierten U-235-Massen in Abhängigkeit vom U-235-Gehalt. Die Abfallgebinde, für die keine eindeutige Zuordnung der U-235-Masse zu kernbrennstoffhaltigen Abfällen möglich ist, haben wir im Balken „k. A.“ zusammengefasst.

Wurden von den Ablieferern in den Begleitlisten zur Einlagerung in der Spalte „Masse und Art der Kernbrennstoffe“ neben der Angabe einer U-235-Masse lediglich „U-235“, „U“, UO_2 oder „Uran“ angegeben, ist eine eindeutige Einordnung als kernbrennstoffhaltiger Abfall nicht möglich, da es sich auch um die U-235-Masse von abgereichertem oder natürlichem Uran handeln könnte. Wie der Abbildung 6.4 zu entnehmen ist, können von den 10,534 kg U-235 insgesamt 4,914 kg keinem eindeutigen Anreicherungsgrad von Uran und damit einem kernbrennstoffhaltigen Abfall zugeordnet werden. Hierbei handelt es sich um überwiegend um Abfallgebilde von TN (4,273 kg U-235) und von der NUKEM (0,509 kg U-235). Die restlichen 0,084 kg U-235 stammen von den Ablieferern GKSS, GSF-Neuherberg, KWU-Erlangen, MP und RBU.

Für den Ablieferer TN ist festzustellen, dass TN für verschiedene Abfallverursacher Abfälle an die Asse abgeliefert hat und die Herkunft der Abfälle (Abfallverursacher) nur im Einzelfall (z. B. Begleitliste ID-Nr. 2501 von KRT) auf der Begleitliste angegeben wurde. Aus diesem Grund ist hier eine Bewertung der Angaben im Detail nicht möglich.

Wie zum Teil schon im Kapitel 3.1.2 beschrieben, stammt das auf einigen Fragebögen/Begleitlisten deklarierte U-235 von abgereichertem Uran bzw. Uran mit natürlicher Zusammensetzung. Demzufolge wäre eine Einstufung der entsprechenden Abfallgebilde als kernbrennstoffhaltiger Abfall nicht erforderlich und die diesbezüglichen U-235-Massen nicht separat zu bilanzieren. Nachfolgend haben wir für die Ablieferer KRT, KWU-Erlangen, NUKEM und RBU die jeweiligen U-235-Massen und die entsprechenden Begleitlisten aufgeführt:

- KRT: Vom Ablieferer KRT (Fragebogen 294, Charge 1290) wurde auf den primären Betriebsdokumenten eine Masse von 1516,75 g U-235 angegeben. Da die angegebenen U-235-Massen mit einer Anreicherung von 0,22 bzw. 0,4 % U-235 angegeben sind, wurden diese Abfälle nachvollziehbar nicht als kernbrennstoffhaltig eingeordnet und die U-235-Massen nicht in das Fasskontrollbuch übernommen.

- KWU-Erlangen: Auf den Begleitlisten des Ablieferer KWU-Erlangen wurden neben den U-235-Massen auch die U-238-Massen angegeben. Für die Begleitliste ID-Nr. 3095 lfd-Nr. 31 ergibt sich eine U-235-Anreicherung von 0,6 %.
- NUKEM: Vom Ablieferer NUKEM (ID-Nr. 2823 bis 2829) wurde auf den primären Betriebsdokumenten insgesamt eine Masse von 1150 g U-235 angegeben. Da die angegebenen U-235-Massen aus Uran mit natürlicher Zusammensetzung stammen („U-nat“), wurden diese nachvollziehbar nicht als kernbrennstoffhaltiger Abfall eingestuft und entsprechend nicht in das Fasskontrollbuch übernommen.
- RBU: Auf den Begleitlisten des Ablieferer RBU wurden zum Teil neben den U-235-Massen auch die U-238-Massen angegeben. Für die Begleitlisten ID-Nr. 3027, ID-Nr. 3029 lfd-Nr. 367 sowie ID-Nr. 3028 lfd-Nr. 401 und 404 ergeben sich eine U-235-Anreicherung von kleiner 0,7 %.

Aufgrund der o. a. Angaben würde sich damit eine U-235-Masse von 2752,95 g mit Herkunft aus abgereichertem Uran ergeben, das nicht als Kernbrennstoff einzustufen ist. Damit würde sich die zuvor im Kapitel 6.2.1 aufgeführte U-235-Masse von 13287,311 g entsprechend auf eine U-235-Masse von 10534,361 g U-235 in kernbrennstoffhaltigen Abfällen reduzieren. Aus Gründen der Konservativität berücksichtigen wir jedoch die von den Ablieferern deklarierten Massen bei der Bilanzierung der kernbrennstoffhaltigen Abfälle weiterhin.

Aus den uns vorliegenden Unterlagen /U-5/ bis /U-15/ geht nicht hervor, dass von den sonstigen Ablieferern Abfallgebinde mit größeren Mengen an bestrahltem oder wiederaufgearbeitetem Uran an die Asse angeliefert wurden. Für den Fall, dass bei der Brennelementfertigung (z. B. bei den Fa. NUKEM und RBU bzw. TN als Transporteur) Uran aus der Wiederaufarbeitung (WAU) verwendet wurde, was aus unserer Sicht nicht ausgeschlossen werden kann, kann U-233 entsprechend den damals international anerkannten Spezifikation bestimmt werden. Dieser Wert lag für U-233 bei maximal 500 ppm, bezogen auf den U-235-Gehalt. Die maximale α -Aktivität durch Transurane kann im WAU aufgrund unserer Kenntnisse in atomrechtlichen Genehmigungsverfahren auf 25 Bq/g Uran bzw. für Uranyl Nitrat-Lösungen auf 250 Bq/g Uran abgeschätzt werden. Die Masse von verunreinigtem Pu in WAU kann

demzufolge auf maximal ca. 1 ppm, bezogen auf den U-235-Gehalt, abgeschätzt werden. Im Vergleich zu der von GfK/KfK in die Asse eingelagerten Plutoniummasse kann daher eine Plutoniumbilanzierung bei der ggf. stattgefundenen Verarbeitung von WAU bei der UO₂-Brennelementfertigung aus unserer Sicht vernachlässigt werden.

Wir empfehlen, zur Deklaration von U-235 in kernbrennstoffhaltigen Abfällen die von den sonstigen Ablieferern in den Primärdokumenten ursprünglich deklarierten bzw. zwischenzeitlich nachrecherchierten U-235-Massen zu verwenden (vgl. E 2).

Wir haben die Angaben auf den Begleitlisten stichprobenweise hinsichtlich Auffälligkeiten und Übereinstimmung mit den anderen uns vorliegenden primären Betriebsdokumenten geprüft. Hierbei ergaben sich über die in den vorangegangenen Kapiteln schon beschriebenen Hinweise hinaus keine weiteren Auffälligkeiten. Die Ablieferer, die U-235 in kernbrennstoffhaltigen Abfällen an die Asse abgeliefert haben, konnten aufgrund ihrer Tätigkeiten bei der Entwicklung, Herstellung und Lagerung von Kernbrennstoff mit den auf den Begleitlisten angegebenen U-235-Anreicherungen bzw. Isotopenverhältnissen umgehen.

6.2.3 Höhe der deklarierten Kernbrennstoffmassen

Analog der in Kap. 6.2.2 geschilderten Probleme bei der Zuordnung des U-235 zu kernbrennstoffhaltigen Abfällen ist eine Bewertung der Höhe der von den sonstigen Ablieferern in den primären Betriebsdokumenten deklarierten Pu-, U-233- und U-235-Massen (ca. 15 g Pu, ca. 13 g U-233 und 12,8 kg U-235, s. Tab. 6.7 Kap. 6.2.1) ohne nähere Kenntnisse über die einzelnen Ablieferer und deren Umgang an Kernbrennstoffen nur bedingt möglich.

Für die sonstigen Ablieferer liegen in den uns vorliegenden Unterlagen /U-5/ bis /U-15/ wie auch den selbst recherchierten Unterlagen wenige Angaben zum Anfall von kernbrennstoffhaltigen Abfällen vor /U-32/ /U-46/. Grund hierfür ist u. a., dass es sich bei den Ablieferern wie KWU-Erlangen, KWU-Karlstein, NUKEM und RBU im Gegensatz zum Forschungszentrum Karlsruhe um Industrieanlagen zur Herstellung und Entwicklung von Brennelementen handelt.

Eine Literaturstelle, die detaillierte Angaben zum Anfall von radioaktiven Abfällen bei der Herstellung von Brennelementen beinhaltet, ist der Bericht KFK 2403 „Kernmaterialbilanzierung und Datenverifikation in der Brennelementfabrikationsanlage der Reaktor-Brennelement Union Hanau“ vom Juni 1977 /U-32/. Darin sind beispielhaft für das Jahr 1975 für RBU für Kernmaterialien in Form einer Materialbilanzierung Durchflussdaten erfasst. Dieser Safeguard-Betrachtung zufolge werden bei einem Durchsatz von etwa 605 t Uran (davon 525 t Uran mit Anreicherungsgraden bis zu 3,5 Massen-% und 80 t Natururan) feste Abfälle mit etwa 300 kg abgeschätzt, die in den 500 Fässern in das Endlager Asse II transportiert werden sollen. Je nach geschätztem U-235-Anreicherungsgrad von 2 % bis 3,5 Massen-% könnte demzufolge in den festen Abfällen eine U-235-Masse von ca. 6 kg bis 10,5 kg pro Jahr enthalten sein.

Demgegenüber wurden von RBU über den gesamten Einlagerungszeitraum an die Asse 1523 Abfallbinde mit einer deklarierten U-235-Masse von ca. 2,4 kg U-235-Masse abgegeben. Der Vergleich mit den Angaben im KFK-Bericht /U-32/ zeigt, dass deutlich weniger Abfälle mit einer deutlich geringeren U-235-Masse in die Asse eingelagert wurden als anhand der Angaben im KFK-Bericht pro Jahr abgeschätzt wurde. Diese Diskrepanz könnte wie folgt erklärt werden:

- Die U-235-Masse in den Abfällen der RBU wurde zu niedrig deklariert.
- Ein Teil der Abfälle wurde durch TN abgeliefert und deklariert. Die reicht als alleinige Erklärung jedoch nicht aus, da TN insgesamt nur ca. 4,3 kg U-235 deklariert hat.
- Die im KFK-Bericht beschriebene Uran-Abfallmasse von 300 kg resultiert insbesondere aus dem verwendeten Natururan. Damit würde sich die zu deklarierende U-235-Masse entsprechend verringern.
- Bei der im KFK-Bericht beschriebenen Uran-Abfallmasse von 300 kg handelt es sich um Rohabfall, der von RBU einer weiteren Behandlung unterzogen wurde, um den Wertstoff U-235 im Abfall zurückzugewinnen. Damit würde sich die zu deklarierende U-235-Masse entsprechend verringern.
- Die angefallenen Uran-Abfallmassen wurden nicht zeitnah an die Asse abtransportiert und verblieben teilweise am Standort bzw. in einem externen Zwischenlager.

- Bei der im KFK-Bericht beschriebenen Uran-Abfallmasse von 300 kg handelt es sich um eine Schätzung. Möglicherweise wurde diese Uran-Abfallmasse deutlich überschätzt.

Das o. a. Beispiel verdeutlicht, dass ohne detaillierte belastbare Kenntnisse über Anfall und dem Verbleib der kernbrennstoffhaltigen Abfälle eine abschließende Plausibilitätsprüfung hinsichtlich der Höhe der deklarierten U-235-Masse nicht möglich ist. Dies gilt insbesondere für die Abfälle, die von TN ohne Angabe des ursprünglichen Abfallverursachers an die Asse abgeliefert wurden.

Hinsichtlich des Anfalls von kernbrennstoffhaltigen Abfällen bei der Brennelementfertigung ist festzuhalten, dass es sich bei angereichertem Uran um einen Wertstoff handelte und dieser soweit technisch möglich und sinnvoll einer Rückgewinnung zugeführt wurde. So wurden beispielsweise gemäß /U-47/ bei der NUKEM bei der Verarbeitung von Kernmaterial anfallenden Rückläufe teilweise dem Produktstrom direkt wieder zugegeben (z. B. nicht maßhaltige Bildchen, Abfälle aus der Strangpresse etc.) oder wurden in der Schrottaufbereitung chemisch aufbereitet (z. B. Beizlösungen etc.). Hingegen war offensichtlich eine Rückgewinnung des Kernmaterials in den bei der Konversion von UF_6 zu U-Metall bzw. Oxid unter Verwendung organischer Reagenzien anfallenden Abfallstoffen praktisch nicht möglich /U-47/.

Eine Vielzahl der Ablieferer hat keine Kernbrennstoffe auf den primären Betriebsdokumenten angegeben. Bei diesen Ablieferern liegen uns auch keine Hinweise vor, dass diese mit größeren Mengen an Kernbrennstoff umgegangen sind oder diesen an die Asse abgeliefert haben.

Zusammenfassend stellen wir fest, dass anhand der uns für die sonstigen Ablieferer (ausgenommen GfK/KfK) vorliegenden Unterlagen eine belastbare Plausibilitätsprüfung der Höhe für die kernbrennstoffhaltige Abfälle deklarierten Pu-, U-233- und U-235-Massen nicht möglich ist. Insbesondere für in die Asse eingelagerte kernbrennstoffhaltige Abfälle aus der UO_2 -Brennelementfertigung kann aus unserer Sicht ein möglicherweise höheres U-235-Inventar nicht ausgeschlossen werden. Dies kann u. a. mit der aus heutiger Sicht nicht immer eindeutig nachvollziehbaren Einstufung der Abfälle als kernbrennstoffhaltig (angereichertes Uran) oder als nicht kernbrennstoffhaltig (Natururan und abgereichertes Uran) erklärt werden. Weitere Unstimmigkeiten zu von den sonstigen Ablieferern deklarierten Kernbrennstoffen in den uns vorliegenden Unterlagen /U-5/ bis /U-15/ wie auch den selbst recherchierten Unterla-

gen, die über die o. a. Safeguard-Abschätzung /U-32/ hinausgehen, haben wir nicht festgestellt.

6.3 Begleitende Kontrollen zur Deklaration der Kernbrennstoffdaten

Die von den Ablieferern für die in die Asse abgelieferten Abfallgebände deklarierten Massen an Kernbrennstoffen und Kernmaterialien unterlagen zum Zeitpunkt der Einlagerung – abgesehen von den Eingangskontrollen der GSF - unmittelbar keinen begleitenden Kontrollen. Aufgrund des Euratom-Vertrags waren jedoch regelmäßig Bestandsmeldungen über die Verarbeitung und den Verbleib der Kernbrennstoffe an die Euratom-Kontrollbehörde zu machen. Des Weiteren waren gemäß dem Kernwaffen-Nichtverbreitungsvertrag internationale Kontrollen vorgesehen. Das wichtigste Werkzeug der Überwachung war hierbei das Materialbilanzierungsprinzip /U-32/.

Im Rahmen unserer Tätigkeit im atomrechtlichen Aufsichtsverfahren ist uns bekannt, dass von den Herstellern von Brennelementen darüber hinaus interne Mengenkontrollen (tägliche Inventuren) stattfanden. Die entstandenen Verlustmengen wurden an Euratom gemeldet. Für das in Abfallchargen enthaltene nicht rückgewinnbare Kernmaterial endeten jedoch die Sicherungsmaßnahmen der Überwachungsbehörden, da es für eine weitere nukleare Verwendung nicht mehr geeignet war /U-47/.

Von einer präzisen Bilanzierung des Verlustes an Kernbrennstoffen in den von den Ablieferern an die Asse abgelieferten Abfällen allein auf Basis einer Eingangs-/Ausgangs-Materialbilanzierung kann gemäß /U-32/ /U-46/ nicht ausgegangen werden. Am Beispiel der RBU-Brennelementfabrik (s. Kap. 6.2.3) wurde festgestellt, dass die Unsicherheit einer Bilanz etwa 0,2 % des Einsatzes entspricht. Dies entsprach ca. 1200 kg 3 % Uran pro Jahr oder 36 kg U-235 /U-32/ /U-46/. Die Daten des Kernmaterialinhalts mussten daher auf Messungen oder aufgrund von Messungen durchgeführten Schätzungen beruhen /U-47/.

Die im GfK/KfK von den Abfalllieferanten meist als Schätzwerte angegebenen Plutoniumgehalte der bei ADB angelieferten Fässer wurden bis 1975 vor dem Konditionieren der Abfallfässer mit einer einfachen Gamma-Messapparatur überprüft /U-45/. Ergaben diese Messungen Werte, die über dem für ein einzelnes Fass zulässigen Kernbrennstoffgehalt lagen, so wurde der Inhalt der betreffenden Fässer auf mehre-

re Fässer aufgeteilt /U-45/. Gemäß /U-45/ war nicht auszuschließen, dass die gemessenen Werte z. T. auch deutlich von den angegebenen Schätzwerten abwichen. In Ausführungen der GfK bzw. ADB vom 09.10.1974⁴ und 29.10.1974⁵ wurde darauf hingewiesen, dass bei der ADB zur Erfassung und Meldung der Kernbrennstoffe bis zu diesem Zeitpunkt fast ausschließlich die von den Ablieferern der Abfälle schriftlich bei ADB angezeigten Werte auf die zur Asse gesandten Fässer buchhalterisch übertragen wurden. Eine analytische Überprüfung (Bestimmung der emittierten γ -Strahlung des Pu) seitens ADB fand dem GfK-Schreiben zufolge nur bei Abfallfässern statt, die frei von β/γ -Aktivität waren. Bei flüssigen kernbrennstoffhaltigen Abfällen konnte dem o. a. Schriftverkehr zufolge der Kernbrennstoffgehalt über eine chemische Analyse bestimmt werden.

Zusammenfassend stellen wir fest, dass aufgrund der im Einlagerungszeitraum im weiteren Sinne durchgeführten Kontrollen zum Kernbrennstoffgehalt der in die Asse eingelagerten Abfallgebände (ADB, Euratom, Safeguard-Analysen) eine belastbare Überprüfung der deklarierten Kernbrennstoffe im Einzelfall (Abfallgebände bzw. Charge v. Abfallgebänden, Begleitliste) nicht gegeben war. Andererseits ergaben sich in den uns vorliegenden Unterlagen /U-5/ bis /U-15/ wie auch den selbst recherchierten Unterlagen hinsichtlich der begleitenden Kontrollen keine Hinweise darauf, dass das Gesamtinventar der von den Ablieferern deklarierten Kernbrennstoffe für die an die Asse abgelieferten Abfällen nicht plausibel ist.

⁴ Aktenvermerk der GfK/ADB vom 09.10.1974: Ergebnisprotokoll zur Besprechung am 24.09.1974 bei der Asse II.

⁵ GfK-Schreiben vom 29.10.1974: Besprechungsnotiz zur Besprechung am 14.10.1974 bei der GSF in Neuherberg, Thema „Interpretation der Einlagerungsbedingungen für radioaktive Abfälle in der Asse hinsichtlich der notwendigen Messgenauigkeit zur Bestimmung der Aktivität und des Kernbrennstoffgehaltes in den Fässern“.

6.4 Zusammenfassung

Aufgrund der in den vorausgegangenen Kapiteln durchgeführten Plausibilitätsprüfung der Einlagerungsdokumente sowie der Höhe und Zusammensetzung des Kernbrennstoffinventars und den daraus resultierenden Empfehlungen **E 1** bis **E 3** kommen wir für die in die Asse eingelagerten kernbrennstoffhaltigen Abfällen zu dem in Tab. 6.9 zusammengefassten Ergebnis.

Tabelle 6.9: Ergebnis der Plausibilitätsprüfung gemäß Kap. 6.1 bis 6.3 in Bezug auf das Inventar der Plutonium-, U-233- und U-235-Masse von in die Asse eingelagerten kernbrennstoffhaltigen Abfällen.

Ablieferer	Pu [g]	U-233 [g]	U-235 [g]	Bemerkung
GfK/KfK	28858,902	-	16794,073	Empfehlung Revision deklarerter Massen (Kap. 6.1.1) Empfehlung Pu-Vektor (Kap. 6.1.2): 0,2 % Pu-238, 76,9 % Pu-239, 16,9 % Pu-240, 4,9 % Pu-241 1,1 % Pu-242 Empfehlung U-Vektor (Kap. 6.1.2, 6.2.2): U-235 aus primären Einlagerungsdokumenten U-233 festes konservativ. Verhältnis zu U-235 (z. B. 500 ppm für WAU) Ursprüngliche GfK/KfK-Deklaration
	28101,706		15936,008	
Sonstige Ablieferer	14,765	12,565	13287,311	Empfehlung Revision deklarerter Massen (Kap.6.2.1): 10534,361 hiervon kernbrennstoffhaltige Abfälle (Kap. 6.2.2) 2752,950 hiervon Abfälle mit Natur-/abger. U (Kap. 6.2.2) Empfehlung Pu-Vektor: (Kap. 6.2.2) Angaben gemäß Einlagerungsdokumente Empfehlung U-Vektor (Kap. 6.2.2) U-235 aus Einlagerungsdokument./Nachrecherche U-233 festes konservativ. Verhältnis zu U-235 (z. B. 500 ppm) Ursprüngliche Ablieferer-Deklaration
	14,765	12,565	12793,086	
Summe Ablieferer	28873,667	12,565	30081,384	Empfehlung Revision deklarerter Massen

7 Berechnungen von Plutonium und Uran in kernbrennstoffhaltigen Abfällen mit der Datenbank ASSEKAT/PAI

Mit dem in der Datenbank ASSEKAT integrierten Programm PAI (Programm zur Aktualisierung des Asse-Inventars) wird aus den Angaben in den Betriebsdokumenten zur Einlagerung von Abfallgebinden in die Asse ein nuklidspezifisches Aktivitätsinventar je Einlagerungskammer ermittelt.

Die Berechnung im PAI erfolgt über verschiedene Berechnungsroutinen. Die Festlegung, welche Berechnungsroutine für welchen Ablieferer bzw. welche Charge von abgelieferten Abfallgebinden angewendet wird, ist in sogenannten Modulen bzw. Prozeduren mit If-Then-Else-Anweisungen festgelegt und wird chargenweise durchgeführt.

Die Vorgehensweise bei der Berechnung ist im GSF-Bericht „Bestimmung des nuklidspezifischen Aktivitätsinventars der Schachtanlage Asse“ (Gerstmann, Meyer und Tholen, August 2002) /U-17/ beschrieben. Die Datenbank ASSEKAT mit dem Berechnungsmodul PAI haben wir in unserer Stellungnahme mit positivem Ergebnis bewertet /U-4/.

Aufgrund der bereits durchgeführten Bewertungen der Aktivitätsinventarbestimmung durch BfS, TÜV Nord EnSys und ESK/SSK wurde die Datenbank ASSEKAT bzw. das PAI angepasst. Mit E-Mail vom 14.01.2011 wurden uns die Ergebnisse zu Uran- und Plutoniummassen der Datenbank ASSEKAT/PAI Version 9.2 in einer Excel-Datei mit verschiedenen Listen zur Verfügung gestellt /U-24/.

7.1 Plutonium

Mit /U-24/ haben wir die mit der ASSEKAT/PAI berechneten und auf den 01.01.1980 zerfallskorrigierte Plutoniummasse pro Einlagerungskammer, aufgeteilt in die verschiedenen Plutoniumisotope, erhalten. Insgesamt ergibt sich eine zerfallskorrigierte Plutoniummasse von ca. 27,639 kg mit einem Anteil an Pu-239 von 19,219 kg (69,5 %) und Pu-241 von 1,772 kg (6,4 %). Die Tabelle 7.1 zeigt eine Zusammenfassung der zur Bestimmung der Plutoniummasse gemäß /U-24/ durchgeführten ASSEKAT/PAI-Rechnungen.

Tabelle 7.1: Ergebnis der gemäß /U-24/ durchgeführten ASSEKAT/PAI-Rechnungen zur Bestimmung der Plutoniummasse in den einzelnen Einlagerungskammern der Asse.

Einlagerungs-kammer	Pu-238 [g]	Pu-239 [g]	Pu-240 [g]	Pu-241 [g]	Pu-242 [g]	Pu-244 [g]	Pu-gesamt [g]
1/750m	1,27E+01	2,78E+03	7,05E+02	2,13E+02	5,70E+01	9,04E-04	3,76E+03
10/750m	1,26E-01	1,88E+01	4,51E+00	1,44E+00	5,55E-01	1,63E-05	2,54E+01
11/750m	1,34E+01	1,96E+03	5,48E+02	1,64E+02	5,81E+01	1,57E-03	2,74E+03
12/750m	2,01E+00	1,62E+03	4,62E+02	8,46E+01	1,97E+01	7,28E-05	2,19E+03
2/750m	1,21E+01	3,77E+03	1,05E+03	2,45E+02	6,43E+01	7,68E-04	5,14E+03
2/750mNA2	2,62E+00	3,29E+02	9,96E+01	3,47E+01	1,18E+01	1,56E-04	4,78E+02
4/750m	3,68E-06	2,54E-04	1,54E-04	4,31E-05	6,37E-05	0,00E+00	5,19E-04
5/750m	1,26E+01	1,18E+03	3,89E+02	1,35E+02	5,29E+01	1,59E-03	1,77E+03
6/750m	4,20E+00	1,61E+03	5,97E+02	1,45E+02	4,52E+01	1,56E-04	2,40E+03
7/725m	2,06E+01	1,43E+03	5,06E+02	1,92E+02	8,46E+01	2,88E-03	2,23E+03
7/750m	3,41E+01	2,51E+03	9,40E+02	3,56E+02	1,38E+02	4,45E-03	3,98E+03
8/750m	5,27E+00	6,01E+02	1,57E+02	5,35E+01	2,23E+01	7,07E-04	8,39E+02
8a/511m	1,33E+01	1,41E+03	4,42E+02	1,47E+02	5,78E+01	1,65E-03	2,07E+03
Summe	1,33E+02	1,92E+04	5,90E+03	1,77E+03	6,12E+02	1,49E-02	2,76E+04

Wie der Tabelle 7.1 zu entnehmen ist, befinden sich den ASSEKAT/PAI-Berechnungen zufolge kernbrennstoffhaltige Abfälle mit Plutonium praktisch in allen Kammern.

Mit Ausnahme der Kammer 4/750m (Plutoniummasse < 1 mg) variiert die Plutoniummasse in den Einlagerungskammern zwischen 25 g in Kammer 10/750m bis zu 5,1 kg in Kammer 2/750m. Hierbei fällt auf, dass der Plutoniumgehalt in den in der MAW-Kammer 8a/511m eingelagerten kernbrennstoffhaltigen MAW-Abfällen gemäß den ASSEKAT/PAI-Berechnungen mit ca. 2070 g nicht höher ist als in vergleichbaren Kammern mit LAW-Abfällen.

Bei unserer Prüfung ergaben sich keine Hinweise, dass die von den Ablieferern in den Kernbrennstoffmeldungen/Begleitlisten/Fragebögen angegebenen Plutoniummassen durch die Berechnungsroutinen im PAI unzulässig verändert werden. Es findet lediglich die korrekte erforderliche Berücksichtigung des radioaktiven Zerfalls statt.

Durch die im PAI verwendeten Berechnungsroutinen werden auch Plutoniummassen berechnet, die von den Ablieferern in den Betriebsdokumenten zur Einlagerung in die Asse nicht explizit angegeben wurden. So wird z. B. für die Begleitlisten ID-Nr. 2137 und 2783 des HMI anhand der auf den Begleitlisten angegebenen mittleren Aktivität



und der Nennung des Nuklids „Pu-239“ insgesamt eine Pu-239-Masse von 4,88 g berechnet. Diese Vorgehensweise zur Berechnung ist als ausgesprochen konservativ zu bewerten.

Des Weiteren wird mit ASSEKAT/PAI für Kernkraftwerksabfälle ein geringer Teil an Kernbrennstoff in Form von Pu-239 und Pu-241 berechnet. So wird z. B. für die Kammer 4/750m, in der im Zeitraum von 1967 bis 1971 im Rahmen der Versuchseinlagerung schwachradioaktive Abfällen eingelagert wurden, eine geringe Plutoniummasse von weniger als 1 mg berechnet. Hierbei handelt es sich nicht um Massenangaben, die von den Ablieferern deklariert wurden, sondern um Massen, die aufgrund eines im PAI für verschiedene Ablieferer (wie z. B. KWO, KRN, TN und AEG-GWhm) unterstellten Nuklidvektors mit KKW-Herkunft berechnet wurden /U-17/. Diese auf diese Weise mit ASSEKAT/PAI berechneten Massen an Pu-239 und Pu-241 sind im Vergleich zu den Plutoniummassen, die von GfK/KfK deklariert und abgeliefert wurden, zu vernachlässigen und wurden daher im vorliegenden Bericht von uns nicht näher bewertet. Unabhängig davon nehmen wir zur Plausibilität der Aktivitätsberechnung von Abfällen, für die im PAI KKW-Nuklidvektoren herangezogen werden, in unserem Bericht zur Überprüfung der sonstigen Abfalldaten Stellung.

Die für die Einlagerungskammern 7/750m und 12/750m stichprobenweise durchgeführte Überprüfung der Zuordnung von in die Asse abgelieferten Abfallgebinden zu den Kammern zeigt, dass Abfallgebände eines einzelnen Transports bzw. einer Begleitliste häufig in verschiedene Kammern aufgeteilt wurden. Die im Fasskontrollbuch zur Einlagerung von LAW-Abfällen dokumentierte mengenmäßige Aufteilung der Abfallgebände in die verschiedenen Kammern wurde in der Datenbank ASSEKAT entsprechend berücksichtigt. Nachdem im Fasskontrollbuch die einzelnen Positionen bzw. Chargen an Abfallgebinden eines einzelnen Transports bzw. einer Begleitliste nicht explizit benannt wurden, können entsprechend deklarierte Plutoniummassen, z. B. gemeinsame Masse für alle Abfallgebände oder auch chargenspezifische Massenangaben, einer Kammer nicht eindeutig zugeordnet werden. Dieser Sachverhalt trifft analog für die Datenbank ASSEKAT zu, wodurch bei der kammer-spezifischen Berechnung des Plutoniuminventars (s. Tab. 7.1) entsprechende Unsicherheiten zu erwarten sind.



Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die Prüfung der kammerspezifischen Berechnung der Plutoniummasse von in die Asse eingelagerten kernbrennstoffhaltigen Abfällen keine Auffälligkeiten zeigt. Unter Berücksichtigung unserer Empfehlungen **E 1** und **E 2** zur Plausibilität der Einlagerungsdokumente sowie der Höhe und Zusammensetzung des Plutoniums und den o. a. Unsicherheiten bei der Aufteilung von Transportchargen in verschiedene Kammern ist die Datenbank ASSEKAT/PAI damit geeignet, das Plutoniuminventar der Asse kammerspezifisch zu berechnen.

7.2 Uran

Mit /U-24/ haben wir die mit der ASSEKAT/PAI berechnete und auf den 01.01.1980 zerfallskorrigierte Uranmasse pro Einlagerungskammer, aufgeteilt in die verschiedenen Uranisotope, erhalten. Insgesamt ergibt sich ungeachtet des Anreicherungsgrads und des Ablieferers eine Uranmasse von insgesamt ca. 103,6 Mg. Nachfolgend haben wir hiervon nur die Uranisotope U-233 und U-235 betrachtet. Hinsichtlich weiterer Uranisotope wie z. B. U-234 und U-238 nehmen wir separat im Bericht zur Überprüfung der sonstigen Abfalldaten Stellung.

Für die Zuordnung des U-235 zu kernbrennstoffhaltigem Abfall wurde gemäß /U-24/ der mit der ASSEKAT/PAI berechnete U-233/235-Anreicherungsgrad verwendet. Chargen mit einer Anreicherung $> 0,72\%$ von U-233 und/oder U-235 wurden in der Liste „Chargen mit anger. U“ /U-24/ als kernbrennstoffhaltiger Abfall ausgewiesen.

Anhand der in der Datenbank ASSEKAT festgelegten Abfallgebinde-Chargen haben wir die U-235- bzw. U-233-Massen in der Liste „Chargen mit anger. U“ dem Ablieferer GfK/KfK und den sonstigen Ablieferern zugeordnet (s. Tabelle 7.2). Hierbei wurde die Korrektur der Charge Nr. 11094 /U-24/ (GSF-Neuherberg Begleitliste ID-Nr. 2025) berücksichtigt, die zu einer Verringerung der U-235-Masse um 1542 g führt.

Die mit Hilfe der Datenbank ASSEKAT/PAI bestimmte U-233-Gesamtmasse der sonstigen Ablieferer (Tabelle 7.2) stimmt mit den auf den primären Betriebsdokumenten deklarierten U-233-Massen überein.

Tabelle 7.2: Mit Hilfe von ASSEKAT/PAI gemäß /U-24/ berechnete U-233/235-Massen von in die Asse eingelagerten Abfallgebände-Chargen. Für U-235 ist die Masse zudem in Abhängigkeit vom U-233/235-Anreicherungsgrad bzw. der Einstufung als kernbrennstoffhaltiger Abfall aufgeführt.

Ablieferer	U-233 [g]	U-235 [g]	U-235 [g]
		Kernbrennstoffhaltiger Abfall (U-233/235 > 0,72 %)	Nicht kernbrennstoffhaltiger Abfall (U-233/235 ≤ 0,72 %)
GfK/KfK	0,0206	35.644,975	4.559,975
Sonstige Ablieferer	12,5704	5.246,622*	618.523,853
Summe	12,591	40.891,597	623.083,828

* Inkl. Korrektur (Charge Nr. 11094) um 1542 g /U-24/

Vergleicht man die für die kernbrennstoffhaltigen Abfälle der sonstigen Ablieferer berechnete U-235-Masse von 5,247 kg (s. Tab. 7.2) mit der entsprechenden auf den primären Betriebsdokumenten deklarierten U-235-Masse von 12,793 kg bzw. der von uns verifizierten Masse von 10,544 kg (s. Kap. 6.2.2 und Kap. 6.4 Tab. 6.9) wird ersichtlich, dass die mit Hilfe von ASSEKAT/PAI ermittelte U-235-Masse in kernbrennstoffhaltigen Abfällen deutlich niedriger ist.

Im Gegensatz zu den sonstigen Ablieferern zeigt der Vergleich der für die kernbrennstoffhaltigen Abfälle von GfK/KfK berechneten U-235-Masse von 35,645 kg (s. Tab. 7.2) mit der entsprechenden auf den primären Betriebsdokumenten deklarierten U-235-Masse von 15,936 kg bzw. der von uns verifizierten Masse von 16,794 kg (s. Kap. 6.1.1 und Kap. 6.4 Tab. 6.9), dass die mit Hilfe von ASSEKAT/PAI ermittelte U-235-Masse in kernbrennstoffhaltigen Abfällen deutlich höher ist. Ein entsprechender Vergleich für U-233, für das mit ASSEKAT/PAI eine Masse von 20,6 mg berechnet wurde (s. Tab. 7.2), ist nicht möglich, da dieses in den primären Betriebsdokumenten von GfK/KfK nicht deklariert wurde.

Eine grundsätzliche Erklärung für die Unterschiede zwischen den mit ASSEKAT/PAI berechneten Werten besteht in der Zielsetzung der Datenbank ASSEKAT/PAI: Die Datenbank ASSEKAT/PAI sollte im Hinblick auf die Langzeitsicherheitsanalyse für die Stilllegung der Schachtanlage Asse II ein abdeckendes nuklidspezifisches Aktivitätsinventar bestimmen. Die separate Berechnung einer U-233- und U-235-Masse in



kernbrennstoffhaltigen Abfällen war nicht vorgesehen. Im PAI wird in den Berechnungsroutinen zur Bestimmung der Uranisotope oftmals pauschal die Zusammensetzung von Natururan oder abgereichertem Uran mit 0,3 % U-235 verwendet. Damit werden die Informationen über den U-235-Anreicherungsgrad in den primären Betriebsdokumenten oftmals nicht genutzt. Entsprechend ist im PAI insbesondere für U-235 eine Herkunft aus kernbrennstoffhaltigen Abfällen nicht mehr zu erkennen.

Am Beispiel von GfK/KfK haben wir bei der Bestimmung der U-235-Masse aus kernbrennstoffhaltigen Abfällen mit Hilfe der Datenbank ASSEKAT/PAI Folgendes festgestellt: Gemäß der Berechnungsroutine im PAI zur Bestimmung der Uranisotope in GfK/KfK-Abfällen /U-17/ werden die für eine Charge deklarierten Massenangaben zu U-235 und U-nat aufsummiert und anschließend mit dem zugehörigen Uran-Nuklidvektor auf die einzelnen Uranisotope umgelegt. Dies kann dazu führen, dass für einzelne Abfallchargen die U-235-Masse hinsichtlich seiner Zuordnung zu kernbrennstoffhaltigem Abfall unterschätzt (z. B. bei ausschließlicher Deklaration von U-235) oder überschätzt wird (z. B. bei ausschließlicher Deklaration von U-nat). Für eine realistische Bestimmung der U-235-Masse aus kernbrennstoffhaltigen Abfällen mit der Datenbank ASSEKAT/PAI empfehlen wir daher, die Informationen über den U-235-Anreicherungsgrad bzw. die Einstufung als kernbrennstoffhaltiger Abfall mit zu berücksichtigen (vgl. **E 2**).

Unabhängig davon, ob die U-235-Masse einer Begleitliste bzw. Charge in /U-24/ anhand des berechneten Anreicherungsgrads einem kernbrennstoffhaltigen Abfall zugeordnet wird, haben wir die berechneten U-235-Massen mit den auf den primären Betriebsdokumenten angegebenen U-235-Massen in kernbrennstoffhaltigen Abfällen verglichen. Dabei hat sich gezeigt, dass für einzelne Chargen wie z. B. für die KFA-Charge 7160, Begleitliste ID-Nr. 1631 (Begleitliste: 21,342 g, Berechnung mit PAI: 1888 g U-235), mit der Datenbank ASSEKAT/PAI eine deutlich höhere U-235-Masse ausgewiesen wurde.

In der Tabelle 7.3 haben wir die Begleitlisten einschließlich Lfd.-Nr und Chargen-Nr. der sonstigen Ablieferer aufgeführt, für die aufgrund der von PAI verwendeten Berechnungsroutinen gegenüber den primären Betriebsdokumenten geringere U-235-Massen deklariert werden. Dadurch kommt es bei der Bestimmung der U-235-Masse pro Gebinde und für die entsprechenden Einlagerungskammern zu Abweichungen.

Wir empfehlen, für die in der Tabelle 7.3 aufgeführten Begleitlisten/Chargen die Berechnung der U-235-Massen in der Datenbank ASSEKAT/PAI zu überprüfen und ggf. anzupassen (vgl. E 3).

Des Weiteren werden mit ASSEKAT/PAI für die Abfälle der Kernkraftwerke aufgrund der für KKW typische Nuklidvektoren analog den Plutoniumnukliden Pu-239 und Pu-241 geringe Massenanteile an U-233 und U-235 bestimmt. Diese Massen an U-233 und U-235 sind im Vergleich zu den von den Ablieferern deklarierten Massen zu vernachlässigen und wurden daher von uns nicht näher bewertet.

Tabelle 7.3: Begleitlisten einschließlich Lfd.-Nr und Chargen-Nr. der sonstigen Ablieferer, bei denen es aufgrund der im PAI verwendeten Berechnungsroutinen gegenüber den primären Betriebsdokumenten zu geringeren U-235-Massen in kernbrennstoffhaltigen Abfällen kommt.

Ablieferer	Begleitliste ID-Nr	Lfd.-Nr.	Charge Nr.	U-235-Masse Begleitliste [g]	U-235-Masse PAI [g]	Differenz [g]
GSF, Nhg	2934	131	18844	0,00001	0	0,00001
GSF, Nhg	2934	138	18850	0,00001	0	0,00001
KFA	1631	2866-70	7108	211,344	123	88,344
KFA	2157	90-92	12321	26,95**	7,8	19,15
KFA	2158	8-24	12326	188,24	68	120,24
KFA	2158	28-46	12329	222,22	21,7	200,52
KFA	2158	47-48	12330	26,15	0,173	25,977
RBU	2377	1-2	14269	0,62*	0,127	0,493
RBU	2872	1-28	20235	1,3	0	1,3
RBU	2875	1-3	18602*	10	1,08	8,92
TN	2501	22-29	15166	120	2,88	117,12
TN	2503	1-21	15168	315	7,56	307,44
KWU-Karlstein	3025	97	19557	1,425**	0	1,425
Summe‡	-	-	-	1123,24902	232,32	890,92902

* Die Gebinde der Lfd.-Nr. 1-28 wurden auf zwei verschiedene Kammern aufgeteilt.

** Abweichung zu der „Tabelle Kernbrennstoffe-mod“ der Datenbank ASSEKAT

‡ Zur besseren Nachvollziehbarkeit wurde auf eine korrekte Rundung verzichtet



Zusammenfassend stellen wir fest, dass die Datenbank ASSEKAT auf Grund der verwendeten Berechnungsroutinen und Abfragen derzeit nicht geeignet ist, um die U-235-Massen in kernbrennstoffhaltigen Abfällen korrekt auszuweisen. Um dies mit der ASSEKAT/PAI leisten zu können, müsste die Datenbank ASSEKAT/PAI unter Berücksichtigung unserer Empfehlungen **E 1** bis **E 3** entsprechend angepasst werden.



8 Zusammenfassung

Im Rahmen unserer Überprüfung des Abfallinventars der Schachtanlage Asse II haben wir im vorliegenden Bericht „Überprüfung der Kernbrennstoffdaten – Teil B“ die Betriebsdokumente zur Einlagerung /U-5/ bis /U-15/, die Euratom-Meldung für die Schachtanlage Asse II /U-8/ /U-11/, die zwischenzeitlich nachrecherchierten Ergebnisse (Abschlussbericht des Helmholtz Zentrums München vom 31.08.2010 /U-13/) und die in der Datenbank ASSEKAT eingetragenen Daten /U-5/ /U-8/ /U-24/ in Bezug auf die Kernbrennstoffdaten miteinander verglichen und auf Plausibilität hin geprüft. Der vorliegende Bericht ist die Fortsetzung des Berichts „Überprüfung der Kernbrennstoffdaten – Teil A: Recherche der Betriebsdokumente“ /U-3/ und baut auf den darin dargestellten Prüfergebnissen zur Übereinstimmung der primären Einlagerungsdokumente auf.

Die Überprüfung der Betriebsdokumente und der Euratom-Meldung erfolgte insbesondere durch stichprobenweise Einsichtnahme in Betriebsdokumente und sonstigen Schriftverkehr aus der Zeit der Einlagerung der Abfallgebinde. Dies gilt auch für die von der GSF erstellte Datenbank ASSEKAT, in die die verfügbaren Daten der in die Asse eingelagerten Abfallgebinde eingetragen sind. Für die Plausibilitätsbetrachtung der Menge und Zusammensetzung der in die Asse eingelagerten Kernbrennstoffe haben wir auf die Ergebnisse der Nachrecherche der damaligen Ablieferer an die Asse zurückgegriffen, das mit der ASSEKAT/PAI berechnete Inventar berücksichtigt, eigene Recherchen hinsichtlich des Anfalls von kernbrennstoffhaltigen Abfällen im Zeitraum der Einlagerung in die Asse angestellt, insbesondere für das Forschungszentrum Karlsruhe, und unsere Erkenntnisse und Erfahrungen aus unserer Tätigkeit im Rahmen des atomrechtlichen Aufsichts- und Genehmigungsverfahrens herangezogen.

Die Prüfung der uns vorgelegten Unterlagen erfolgte unter der Randbedingung, dass eine weitere Nachrecherche der Abfalldaten kernbrennstoffhaltiger Abfälle von den damaligen Ablieferern zu keinen neuen Kenntnissen führen wird, d. h. die uns vorliegenden Unterlagen wurden als abschließend angesehen. Es ist anzumerken, dass der Umfang der primären Betriebsdokumente zur Einlagerung der radioaktiven Abfälle in die Asse den damaligen Anforderungen entsprach, jedoch werden aus heutiger Sicht zusätzliche Anforderungen an die Endlagerung radioaktiver Abfälle gestellt.



Sofern sich bei unserer Prüfung der Kernbrennstoffdaten Unstimmigkeiten ergaben, haben wir eine entsprechende Empfehlung zur Anpassung der Kernbrennstoffdaten formuliert.

Die Überprüfung der Meldung für die Schachtanlage Asse II gemäß der Verordnung (Euratom) Nr. 302/2005 der Kommission vom 08. Februar 2005 über die Anwendung der Euratom-Sicherungsmaßnahmen hat gezeigt, dass die bei Euratom gemeldeten Massen für die Plutoniumisotope Pu-239 und Pu-241 mit den Betriebsdokumenten des Ablieferers GfK/KfK (Kernbrennstoffmeldungen und Materialbegleitscheine) und der sonstigen Ablieferer (Begleitlisten und Fragebögen) bis auf einige Gramm und somit ausreichend übereinstimmen. Für das Uranisotop U-233 zeigt der Abgleich der an Euratom gemeldeten Menge mit den von den Ablieferern deklarierten Mengen eine um ca. 2 g geringere Masse. Dies ist auf Abweichungen zwischen den Daten in den Begleitlisten/Fragebögen und den entsprechenden Eintragungen in den Fasskontrollbüchern zurückzuführen. Für das Uranisotop U-235 zeigt der Abgleich der an Euratom gemeldeten Menge mit den von den Ablieferern deklarierten Mengen eine um 2,477 kg geringere Masse. Dies ist einerseits mit der nachvollziehbaren Einstufung als Natururan und abgereichertes Uran zu erklären und andererseits mit der fehlenden bzw. abweichenden Übernahme von insgesamt ca. 303 g U-235 aus den Begleitlisten/Kernbrennstoffmeldungen in die Fasskontrollbücher.

Entsprechend unserer Überprüfung der primären Betriebsdokumente zur Einlagerung ergeben sich für GfK/KfK und die sonstigen Ablieferer hinsichtlich der deklarierten Kernbrennstoffmengen bzw. Mengen spaltbarer Nuklide folgende in Tab. 8.1 aufgeführte Massen (s. a. Bericht „Überprüfung der Kernbrennstoffdaten – Teil A: Recherche der Betriebsdokumente“ /U-3/).

Die Überprüfung der primären Betriebsdokumente zur Einlagerung auf Übereinstimmung untereinander zeigte Auffälligkeiten bzw. Abweichungen. Diese betreffen insbesondere 14 von GfK im September 1972 abgelieferte Abfallgebinde mit inkonsistenten Kernbrennstoff-Angaben auf beigefügten Paketanhängern und im Juni 1974 und am 1. Juli 1974 eingelagerte Abfallgebinde, für die keine Kernbrennstoffmeldung bzw. kein Materialbegleitschein für Kernbrennstoffe vorliegt. Wir empfehlen, diese Abweichungen nochmals zu überprüfen. Sofern hieraus keine neuen Erkenntnisse resultieren, sind die Massenangaben aus der Plausibilitätsprüfung der Be-

triebsdokumente zur Einlagerung von Abfällen heranzuziehen. Aufgrund konservativer Gesichtspunkte empfehlen wir diesbezüglich die in Tabelle 8.2 zusammengefasste Erhöhung für Pu um ca. 757 g auf insgesamt ca. 28,874 kg und für U-235 um ca. 1352 g auf insgesamt ca. 30,081 kg. Die in der ASSEKAT eingetragenen Daten sind entsprechend anzupassen.

Tabelle 8.1: Von den Ablieferern in den primären Betriebsdokumenten zur Einlagerung in die Asse deklariertes Kernbrennstoff bzw. deklarierte spaltbare Nuklide.

Ablieferer	Pu [kg]	U-233 [kg]	U-235 [kg]
GfK/KfK	28,102	-	15,936
Sonst. Ablieferer	0,015	0,013	12,793
Summe	28,117	0,013	28,729

Tabelle 8.2: Empfohlene Anpassung des von den Ablieferern deklarierten Kernbrennstoffs bzw. der deklarierten spaltbaren Nuklide (Empfehlung Nr. 1).

Ablieferer	Empfohlene Anpassung des Kernbrennstoffs bzw. der spaltbaren Nuklide		
	Pu [kg]	U-233 [kg]	U-235 [kg]
GfK/KfK	28,859	-	16,794
Sonst. Ablieferer	0,015	0,013	13,287
Summe	28,874	0,013	30,081

Anhand von Arbeiten bzw. Projekten in denen mit größeren Mengen an Kernbrennstoff umgegangen wurde, und die wir für den Einlagerungszeitraum in die Asse als relevant betrachtet haben, haben wir eine von den Primärdokumenten weitgehend unabhängige Abschätzung der Masse von in der Asse eingelagertem Plutonium und U-235 vorgenommen. Hierbei kommen wir zu dem Ergebnis, dass die von GfK/KfK deklarierte Plutoniummasse von 28,1 kg und U-235-Masse von 15,9 kg unter Berücksichtigung unserer o. a. Empfehlung der Erhöhung auf ca. 28,9 kg Plutonium und 16,8 kg U-235 in dieser Höhe als plausibel zu bewerten sind. Für die Ablieferung größerer Mengen an plutoniumhaltigen Abfällen durch die sonstigen Ablieferer außer GfK/KfK, die über die ca. 15 g hinaus gehen, ergaben sich bei unserer Prüfung keine



Hinweise. Für die Höhe der von den sonstigen Ablieferern deklarierten U-235-Masse ist, abgesehen von der o. a. Empfehlung der Erhöhung auf ca. 13,3 kg U-235, aufgrund der uns vorliegenden Unterlagen eine belastbare Plausibilitätsprüfung nicht möglich. Insbesondere für in die Asse eingelagerte kernbrennstoffhaltige Abfälle aus der UO_2 -Brennelementfertigung kann aus unserer Sicht ein möglicherweise höheres U-235-Inventar nicht ausgeschlossen werden. Dies liegt u. a. auch an einer aus heutiger Sicht nicht immer eindeutig nachvollziehbaren Einstufung der Abfälle als kernbrennstoffhaltig (angereichertes Uran) oder als nicht kernbrennstoffhaltig (Natururan und abgereichertes Uran).

Die für die Bestimmung der spaltbaren Radionuklide Pu-239 und Pu-241 in der Datenbank ASSEKAT/PAI verwendete Plutonium-Isotopenzusammensetzung spiegelt die aufgrund unserer Prüfergebnisse der von GfK/KfK deklarierten Plutoniummassen nicht vollständig wider. Als Ergebnis schlagen wir vor, für das von GfK/KfK an die Asse abgelieferte Plutonium zum Zeitpunkt der Einlagerung folgende abgeschätzte Zusammensetzung heranzuziehen: 0,2 % Pu-238, 76,9 % Pu-239, 16,9 % Pu-240, 4,9 % Pu-241 und 1,1 % Pu-242. Damit ist hinsichtlich des Kernbrennstoffgehalts gegenüber dem mit der ASSEKAT/PAI berechneten Inventar für Pu-239 eine Erhöhung um ca. 12,5 % und für Pu-241 eine Verringerung um ca. 40 % zu erwarten. Darüber hinaus halten wir für eine belastbare Deklaration der Masse des spaltbaren Nuklids U-235 in kernbrennstoffhaltigen Abfällen einen stärkeren Bezug zu den Angaben in den Primärdokumenten zur Einlagerung für erforderlich. Wir empfehlen daher, die Angaben zur Isotopenzusammensetzung von Plutonium und Uran in der Datenbank ASSEKAT/PAI hinsichtlich der Deklaration des Kernbrennstoffinventars entsprechend anzupassen.

Die Prüfung des Übertrags der Kernbrennstoffdaten von den Primärdokumenten in die Datenbank ASSEKAT hat gezeigt, dass abgesehen von einzelnen wenigen Übertragungsfehlern in der Datenbank ASSEKAT die Kernbrennstoffdaten der Primärdokumente korrekt erfasst sind. Des Weiteren zeigte unsere Prüfung, dass die Datenbank ASSEKAT/PAI auf Grund der verwendeten Berechnungsroutinen und hinterlegten Abfragen derzeit nicht geeignet ist, um die U-235-Massen in kernbrennstoffhaltigen Abfällen korrekt auszuweisen. Um dies mit der ASSEKAT/PAI leisten zu können, müsste diese entsprechend angepasst werden. Unabhängig hiervon emp-



fehlen wir, die Kernbrennstoffdaten in der Datenbank ASSEKAT gemäß unseren im Bericht aufgeführten Abweichungen anzupassen.

Aufgrund unserer durchgeführten Überprüfung der Abfallinventars der Schachtanlage Asse II stellen wir zusammenfassend fest, dass die uns vorgelegten Betriebsdokumente zur Einlagerung der Abfälle, die Euratom-Meldung, zwischenzeitlich nachrecherchierte Ergebnisse, die in der Datenbank ASSEKAT eingetragenen Daten sowie das mit dem ASSEKAT/PAI berechnete Inventar unter Berücksichtigung unserer Empfehlungen das Kernbrennstoffinventar der Schachtanlage Asse II übereinstimmend beschreiben.

München, den 28.04.2011

Energie und Technologie

Hauptabteilung

Strahlenschutz und Entsorgung

9 Empfehlungen

- E 1** Wir empfehlen, die Abweichungen in den GfK/KfK-Betriebsdokumenten hinsichtlich inkonsistenter Kernbrennstoff-Angaben auf beigefügten Paketanhängern im Jahr 1972 und von im Juni 1974 und am 1. Juli 1974 eingelagerten Abfallgebinden nochmals zu überprüfen. Sofern hieraus keine neuen Erkenntnisse resultieren, empfehlen wir, die Massenangaben aus der Plausibilitätsprüfung der Betriebsdokumente zur Einlagerung von Abfällen heranzuziehen. Aufgrund konservativer Gesichtspunkte empfehlen wir eine Erhöhung des Plutoniuminventars von in der Asse eingelagerten Abfällen 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. Die in der ASSEKAT eingetragenen Daten sind entsprechend anzupassen.
- E 2** Wir empfehlen, für das von GfK/KfK an die Asse abgelieferte Plutonium zum Zeitpunkt der Einlagerung folgende abgeschätzte Zusammensetzung heranzuziehen: 0,2 % Pu-238, 76,9 % Pu-239, 16,9 % Pu-240, 4,9 % Pu-241 und 1,1 % Pu-242. Darüber hinaus halten wir für eine belastbare Deklaration der Masse des spaltbaren Nuklids U-235 in kernbrennstoffhaltigen Abfällen einen stärkeren Bezug zu den Angaben in den Primärdokumenten zur Einlagerung für erforderlich. Wir empfehlen daher, die Angaben zur Isotopenzusammensetzung von Plutonium und Uran in der Datenbank ASSEKAT/PAI hinsichtlich der Deklaration des Kernbrennstoffinventars entsprechend anzupassen.
- E 3** Wir empfehlen, die Übertragungsfehler der Kernbrennstoffdaten von den Primärdokumenten in die Datenbank ASSEKAT zu korrigieren.

Anhang: Verzeichnis der verwendeten Unterlagen

- /U-1/ BfS
Schreiben vom 18.11.2009, Az. Z 4.5 9A 251 8728-9
Schachtanlage Asse II
Überprüfung des Abfallinventars der Schachtanlage Asse II
- /U-2/ BfS
Schreiben vom 04.12.2009, Az. SE 4.2 9A 251
Überprüfung des Abfallinventars der Schachtanlage Asse II
Einzelbeauftragung
- /U-3/ TÜV SÜD
Schachtanlage Asse II
Zwischenbericht zur Überprüfung des Abfallinventars
1. Einzelbeauftragung: Überprüfung der Kernbrennstoffdaten, Teil A:
Recherche der Betriebsdokumente
Bericht ETS4-55/2010 vom März 2011
- /U-4/ TÜV SÜD
Schachtanlage Asse II
Zwischenbericht zur Überprüfung des Abfallinventars
2. Einzelbeauftragung: Überprüfung des Programms zur Aktualisierung des
Asse-Inventars
Bericht ETS4-54/2010 vom Februar 2011
- /U-5/ BfS
Überprüfung des Abfallinventars der Schachtanlage Asse II
Startgespräch am 09.12.2009 beim BfS
Übergabe folgender Unterlagen:
- Eine CD mit folgenden elektronischen Dateien:
 - Datenbank ASSEKAT ISS 8.0_BfS
 - GSF-Bericht: „Bestimmung des nuklidspezifischen Aktivitätsinventars der Schachtanlage Asse“ (Gerstmann, Meyer und Tholen, August 2002)
 - GSF-Bericht: „Bestimmung des Inventars an chemischen und chemotoxischen Stoffen in den eingelagerten radioaktiven Abfällen der Schachtanlage Asse (Buchheim, Meyer und Tholen, März 2004)
 - TÜV NORD EnSys: „Schachtanlage Asse - Gutachtliche Stellungnahme zum Ist-Zustand des Betriebes hinsichtlich der strahlenschutzrelevanten Aspekte und zum vorhandenen radioaktiven Inventar“ vom September 2008



- Fasskontrollbücher: „Fasskontrolle Abbau 4 750mS“ (April 1967 bis März 1970), „Kontrollbuch ohne Titel“ (Februar 1971 bis Dezember 1978) und „Mittelaktiveinlagerung“ (August 1972 bis Januar 1977)
- Zwei DVD´s mit tif-Dateien von Fragebögen, Begleitlisten, Fasskontrollbuchseiten, Kernbrennstoffmeldungen, Lieferscheinen/Versandscheinen für Kernbrennstoffe und Materialbegleitscheinen für Kernbrennstoffe
- Zwei Ordner mit Kopien der Fasskontrollbücher (Betriebsbücher)
- Vier Ordner mit Kopien zum Schriftverkehr zwischen der Gesellschaft für Strahlenforschung- und Umweltforschung mbH und den einzelnen Ablieferern
- Interner BfS-Bericht, Zeichen SE 2.3/Reg, vom 18.03.2009 zu den Annahmebedingungen der Asse
- Gemeinsame Stellungnahme der ESK und der SSK zur Schachtanlage Asse II - Plausibilitätsprüfungen der Angaben des Betreibers vom 25.09.2008
- Fünf Sekundärliteraturstellen (Schriftverkehr und Protokolle aus den Jahren 1998 bis 2000) zum GSF-Bericht: „Bestimmung des nuklidspezifischen Aktivitätsinventars der Schachtanlage Asse“ (Gerstmann, Meyer und Tholen, August 2002)
- Tischvorlage für die 2. Sitzung der ESK-Ad-Hoc-Arbeitsgruppe Asse
- E-Mail des Forschungszentrums Jülich vom 24.02.2009, zum Tritium-Inventar in AVR-Grafit- und Absorberkugeln, die vom FZ-Jülich an die Asse abgegeben wurden
- Schreiben des Helmholtz-Zentrums München vom 27.08.2009 zur HGF Arbeitsgruppe Asse, Statussitzung am 26.08.2009 im BMBF

/U-6/ BfS

Schreiben SE 4.2 9A 251 vom 14.12.2009

Überprüfung des Abfallinventars der Schachtanlage Asse II

Übergabe weiterer Unterlagen:

- Zwei CD´s mit tif-Dateien von Begleitlisten
- Zwei DVD´s mit pdf-Dateien von Unterlagen zu den vier Phasen der Versuchseinlagerung, Begleitlisten, Schriftverkehr zur Einlagerung und KKW-Übergangsregelung sowie pdf-Dateien zu folgenden Berichten
 - D. Buhmann, J.B. Grupa, J. Hart, J. Poppei und G. Resele: Bericht NRG 20995/05.67276/I „Projekt Langzeitsicherheit Asse, Transportmodellierung Fluid- und Radionuklidtransport am Standort Asse“ Rev. 2 vom 27.07.2005
 - D. Buhmann, B. Förster und G. Resele: Bericht GRS-A-3350, Colenco-Bericht 3762/01 „Gesamtbewertung der Langzeitsicherheit für den Standort Asse (Konsequenzanalyse)“ Rev. 0 vom Dezember 2006



- /U-7/ HMGU
E-Mail vom 18.01.2010
Anlage: M. Hoff, H. Meyer und M. Tholen: Interner Bericht Nr. 1/2000 des Forschungsbergwerks Asse der GSF „Erstellung einer Datenbank Aktualisierung des Radionuklidinventars im Forschungsbergwerk zur Asse“ aus dem Jahr 2000
- /U-8/ BfS
Überprüfung des Abfallinventars der Schachtanlage Asse II
Statusgespräch am 04.02.2009 bei TÜV SÜD
Übergabe folgender Unterlagen:
- Eine CD mit der Datenbank ASSEKAT ISS 9.2 vom 02.02.2010 inkl. Informationen zu den erfolgten Änderungen
 - Eine DVD mit pdf-Dateien von Fassbegleitscheinen und –karten sowie zwei Heften mit Handaufzeichnungen
 - Eine DVD mit pdf-Dateien von Begleitscheinen für radioaktive Stoffe des Ablieferers GfK/KfK
 - Euratom-Meldung für die Schachtanlage Asse II vom Dezember 2009 (Papierform)
- /U-9/ BfS
E-Mail vom 15.02.2010
Anlage: GNS-Bericht B 013/2001 Rev. 1 „Berechnung von nuklidspezifischen Aktivitäten in radioaktiven Abfällen aus Kernkraftwerken im Forschungsbergwerk Asse“ vom Februar 2001
- /U-10/ BfS
Persönliche Übergabe folgender Unterlagen am 05.03.2010:
Eine CD mit Unterlagen zum Schriftverkehr mit dem Bergamt Goslar
- /U-11/ BfS
E-Mail vom 26.05.2010
Anlagen: Unterlagen zum Schriftwechsel zwischen Euratom und der Asse sowie einigen Ablieferern
- /U-12/ BfS
Schreiben SE 3.1 9A 251 vom 26.05.2010
Überprüfung des Abfallinventars der Schachtanlage Asse II
Übergabe weiterer Unterlagen
Anlage: Eine CD mit Unterlagen zum Schriftverkehr mit dem Bergamt Goslar



- /U-13/ BfS
Schreiben SE 3.1 9A 251 vom 17.09.2010
Überprüfung des Abfallinventars der Schachtanlage Asse II
Übergabe weiterer Unterlagen
Anlage: Eine CD mit dem HMGU-Bericht „AG Asse Inventar – Abschlussbericht“ vom 31.08.2010 sowie weiterer darin zitierter Unterlagen
- /U-14/ BfS
E-Mail vom 19.10.2010
Anlagen: Interne Stellungnahmen des BfS zum HMGU-Bericht „AG Asse Inventar - Abschlussbericht“ vom 31.08.2010 und zu einem internen Bericht der U-AG ASSE INVENTAR der ESK/SSK-Ad-hoc-Arbeitsgruppe ASSE
- /U-15/ BfS
E-Mail vom 27.10.2010
Anlage: Dr. Gerstmann, Bericht „Beratung und Unterstützung bei der Fortentwicklung und Programmdokumentation der Datenbank ASSEKAT“ vom 28.02.2010
- /U-16/ AtG
Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz - AtG) vom 23.12.1959 (BGBl. I S. 814) i.d.F.d.B. vom 15.07.1985 (BGBl. I S. 1565), zuletzt geändert durch das Gesetz vom 08.12.2010 (BGBl. I 2010, S. 1817)
- /U-17/ GSF
U. Gerstmann, H. Meyer und M. Tholen: Bestimmung des nuklidspezifischen Aktivitätsinventars der Schachtanlage Asse
Abschlussbericht vom August 2002
Anlage zu /U-5/
- /U-18/ WAK
Bewertung des vom Kernforschungszentrum Karlsruhe abgegebenen Uran- und Plutoniuminventars, Bericht HWW/6850/BU/H004.005.1/ vom Februar 2010
- /U-19/ WAK
Beitrag der WAK zur Vorbereitungsklausur Asse beim BMBF, Folienpräsentation vom 19.08.2009
- /U-20/ Dr. U. Gerstmann, H. Meyer und M. Tholen
Stellungnahme zu Plutonium-Inventar des Forschungsbergwerks Asse vom 22.10.2009



- /U-21/ WAK
Schreiben LÜR-CHa/rru/98/ 7174 vom 25.05.1998
Nachdeklaration der im Zeitraum von 1967 bis 1978 an das Versuchsendlager "ASSE" abgelieferten radioaktiven Abfälle
Anlage zu /U-5/
- /U-22/ Transnuklear
Schreiben RC/rl vom 20.11.1975
Endlagerung fester plutoniumhaltiger Abfälle aus der Brennelement-Fertigung
Anlage zu /U-5/
- /U-23/ Dr. Gerstmann
Bericht „Beratung und Unterstützung bei der Fortentwicklung und Programmdokumentation der Datenbank ASSEKAT“ vom 28.02.2010
- /U-24/ Dr. Gerstmann
E-Mail vom 14.01.2011
Anlagen: - Excel-Liste mit Plutonium- und U-235-Massenangaben von in der Asse eingelagerten Abfallgebinden
- PDF-Datei mit Betriebsdokumenten zur Reduzierung von U-235 des Ablieferers GSF-Neuherberg (Begleitliste ID-Nr. 2025)
- /U-25/ Kernforschungszentrum Karlsruhe
Projekt Schneller Brüter: 1. Vierteljahresbericht 1976
Bericht KFK 1276/1 vom Juli 1976
- /U-26/ Kernforschungszentrum Karlsruhe
Projekt Wiederaufarbeitung und Abfallbehandlung: Sammlung der Vorträge anlässlich des 1. Statusberichtes des Projektes Wiederaufarbeitung und Abfallbehandlung am 17.11.1975
Bericht KFK 2255 vom August 1976
- /U-27/ Kernforschungszentrum Karlsruhe
P. Engelmann, R. Böhme, G. Bruhn, R. Durand-Smet, W.K. Foell, F.W.A. Habermann, R. Schröder und D. Wintzer: Initial Experiments in the Karlsruhe Fast Reactor Critical Facility, SNEAK
Bericht KFK 472 vom Oktober 1966
- /U-28/ Kernforschungszentrum Karlsruhe
W. Gmelin, D. Nentwich, H.E. Otto, H. Müller und S. Radek: Safeguard Exercise at the Fabrication Plant Alkem
Bericht KFK 901 vom Februar 1969



- /U-29/ Kernforschungszentrum Karlsruhe
K. Ehrlich, O. Götzmann, H. Kleykamp, L. Schäfer, B. Schulz, H. Zimmermann und W. Dienst: UO₂-PuO₂-Brennstabbündel-Bestrahlung DFR 350. Auswertung der Untersuchungsergebnisse an den bestrahlten Brennstäben
Bericht KfK 1960 vom Juni 1974
- /U-30/ Kernforschungszentrum Karlsruhe
Der Brüterbrennstoffkreislauf: Brennelemente und ihre Wiederaufarbeitung, Sammlung der Beiträge zur KfK/KTG-Fachtagung am 3. und 4. November 1983 im Kernforschungszentrum Karlsruhe
Bericht KfK 3775 vom Juli 1984
- /U-31/ Forschungszentrum Karlsruhe
H. Kleykamp H. und G. Mühling: Materialspezifische Arbeiten im Forschungszentrum Karlsruhe und in Kooperation mit den Industriepartnern ALKEM und Interatom zur Entwicklung oxidischer Kernbrennstoffe für Spaltungsreaktoren
Bericht FZKA 7154 vom Oktober 2005
- /U-32/ Forschungszentrum Karlsruhe
H. Avenhaus, W. Golly und F.J. Krüger: Kernmaterialbilanzierung und Datenverifikation in der Brennelementfabrikationsanlage
Bericht FZKA 7154 vom Oktober 2005
- /U-33/ TÜV SÜD
Schreiben IS-ETS4-MUC/ar vom 24.02.2010
Überprüfung des Abfallinventars der Schachtanlage Asse II
Protokoll zum Statusgespräch am 04.02.2010 in München
Anlagen: u. a. Dr. Gerstmann, Folien zum Vortrag „Die Datenbank ASSEKAT“
- /U-34/ Baumgärtner (Hrsg.)
Chemie der Nuklearen Entsorgung, Teil III
Karl Thiemig Verlag, München (1980)
- /U-35/ Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMBF) (Hrsg.)
Zielsetzungen, Konzepte und Strategien für die Behandlung und Lagerung Radioaktiver Abfallstoffe aus Kernenergieprogrammen (Waste Management)
Bericht einer Expertengruppe der Kernenergieagentur (NEA) der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD), September 1977



- /U-36/ H. Roepenack, F. Schlemmer und G. Schlosser
KWU/ALKEM-Experience in thermal Pu-recycling
IAEA specialists' meeting on improved utilization of water reactor fuel with
special emphasis on extended burnups and plutonium recycling
CEN/SCK, Mol, Belgium 7-11 May 1984
- /U-37/ Kernforschungszentrum Karlsruhe
W. Bähr, W. Schild und K. Scheffler
Experiences in the Management of Plutonium-Containing Solid-Wastes at the
Nuclear Research Center Karlsruhe
Bericht KFK 2089 vom Oktober 1974
- /U-38/ Kernforschungszentrum Karlsruhe
Abteilung Dekontaminationsbetriebe
Jahresbericht 1968
Bericht KFK 1030
- /U-39/ Kernforschungszentrum Karlsruhe
Abteilung Dekontaminationsbetriebe
Jahresbericht 1969
Bericht KFK 1346
- /U-40/ Kernforschungszentrum Karlsruhe
Abteilung Dekontaminationsbetriebe
Jahresbericht 1970
Bericht KFK 1500
- /U-41/ Kernforschungszentrum Karlsruhe
Abteilung Dekontaminationsbetriebe
Jahresbericht 1971
Bericht KFK 1830
- /U-42/ Kernforschungszentrum Karlsruhe
Abteilung Dekontaminationsbetriebe
Jahresbericht 1972
Bericht KFK 2000
- /U-43/ Kernforschungszentrum Karlsruhe
Abteilung Dekontaminationsbetriebe
Jahresbericht 1973
Bericht KFK 2126



- /U-44/ Kernforschungszentrum Karlsruhe
W. Marth
Der Schnelle Brüter SNR 300 im Auf und Ab seiner Geschichte
Bericht KfK 4666 vom März 1992

- /U-45/ Kernforschungszentrum Karlsruhe
Projekt Spaltstoffflusskontrolle – Jahresbericht 1975
Bericht KfK 2295 vom August 1976

- /U-46/ Kernforschungszentrum Karlsruhe
Projekt Spaltstoffflusskontrolle – Jahresbericht 1976
Bericht KfK 2465 vom Juli 1977

- /U-47/ Kernforschungszentrum Karlsruhe
Projekt Spaltstoffflusskontrolle – Jahresbericht 1977
Bericht KfK 2681 vom Oktober 1978