

## DECKBLATT

EU 366	Projekt	PSP-Element	Obj. Kenn.	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev
	N A A N	N N N N N N N N N N	N N N N N N	X A A X X	A A	N N N N	N N
	9K	---	---	EB	RB	0032	00

Titel der Unterlage: Auswirkungen des veränderten Abfallspektrums aufgrund des Wegfalls der Wiederaufbereitungsanlage Wackersdorf auf die Aussagen zur statistischen Aktivitätsverteilung im ge- planten Endlager Konrad, BFS-ET-IB-27		Seite: I.
Ersteller: BfS/		Stand: Mai 1990
		Textnummer:

Stempelfeld:

PSP-Element TP..9K/2127		zu Plan-Kapitel: 3.5	
		PL	PL
			03.07.1990
		Freigabe für Behörden	Freigabe im Projekt

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

# Revisionsblatt

BfS

EU 366	Projekt	PSP-Element	Obj. Kenn.	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
	N A A N	N N N N N N N N N N	N N N N N N	X A A X X	A A	N N N N	N N
	9K	---	---	EB	RB	0032	00

Titel der Unterlage: Auswirkungen des veränderten Abfallspektrums aufgrund des Wegfalls der Wiederaufbereitungsanlage Wackersdorf auf die Aussagen zur statistischen Aktivitätsverteilung im geplanten Endlager Konrad BfS-ET-IB-27	Seite: II. <hr/> Stand: Mai 1990
--	---

Rev.	Revisionsst. Datum	verant. Stelle	Gegenzeichn. Name	rev. Seite	Kat. )	Erläuterung der Revision

\*) Kategorie R = redaktionelle Korrektur  
 Kategorie V = verdeutlichende Verbesserung  
 Kategorie S = substantielle Änderung  
 Mindestens bei der Kategorie S müssen Erläuterungen angegeben werden.

# **BUNDESAMT FÜR STRAHLENSCHUTZ**

**Fachbereich Nukleare Entsorgung und Transport**

**Auswirkungen des veränderten Abfallspektrums aufgrund des Wegfalls der Wiederaufarbeitungsanlage Wackersdorf auf die Aussagen zur statistischen Aktivitätsverteilung im geplanten Endlager Konrad**

**INTERNER ARBEITSBERICHT**

**Salzgitter, Mai 1990**

**ET-IB-27**

## **Inhaltsverzeichnis**

	<b>Seite</b>
<b>Zusammenfassung</b>	<b>3</b>
<b>1. Einleitung</b>	<b>4</b>
<b>2. Auswirkungen des veränderten Abfallspektrums der W-Abfälle</b>	<b>6</b>
<b>2.1 Änderungen des Abfallspektrums</b>	<b>6</b>
<b>2.2 Vorgehensweise bei der Überprüfung</b>	<b>10</b>
<b>2.3 Ergebnis der Überprüfung</b>	<b>10</b>
<b>3. Literaturverzeichnis</b>	<b>25</b>

## **Zusammenfassung**

Um eine Aussage über die zu erwartende Aktivitätsverteilung in den Abfallgebinden im Hinblick auf die Ausschöpfung der Störfallplanungswerte gemäß § 28 Abs. 3 der Strahlenschutzverordnung zu erhalten, sind Abfalldaten auf der Basis einer Datenerhebung durch die PTB aus dem Jahr 1984 zugrundegelegt worden. Diese Datenerhebung enthält u. a. Datenblätter zu radioaktiven Abfällen aus der Wiederaufarbeitungsanlage Wackersdorf, die nach Aufgabe dieses Projektes und der Entscheidung, Brennelemente aus deutschen Kernkraftwerken im Ausland wiederaufarbeiten zu lassen, durch entsprechende aktualisierte Datenblätter ersetzt werden müssen. Im vorliegenden Bericht wird gezeigt, daß die bisherige Aussage zur statistischen Aktivitätsverteilung grundsätzlich bestehen bleibt, daß nur ein geringer Teil der erwarteten Abfallgebinde die Aktivitätsgrenzwerte im Bereich von 10 % bis 100 % ausschöpft und daß mehr als die Hälfte der Transporteinheiten um mehr als einen Faktor 1000 unter den Störfallplanungswerten liegt.

## 1. Einleitung

Im Rahmen der Frage der Ausschöpfung von Störfallplanungswerten und im Rahmen der Anlagenbewertung im Hinblick auf die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Störfalls, der zu potentiellen Strahlenexpositionen im Bereich der Dosisgrenzwerte führt, ist auch die Frage von Bedeutung, wie eine statistische Verteilung der Aktivitäten auf die einzelnen Abfallgebinde (verknüpft mit den zugehörigen Abfallgebindeanzahlen) aussieht.

Auf der Grundlage eines mittleren Mengenaufkommens, das in seinem Volumen der Kapazität des Endlagers Konrad entspricht, und entsprechenden Abfallgebindeanzahlen sind auf der Basis der zugehörigen Datenblätter radiologische Rechnungen hinsichtlich der potentiellen Strahlenexpositionen im Störfall durchgeführt worden. Dabei sind die Abfalldaten mit Stand 1984 /1/ verwendet worden, die auch der Kumulierung /2/ und damit den Sicherheitsanalysen zur Nachbetriebsphase zugrunde gelegt wurden.

In /3/ sind die Ergebnisse radiologischer Rechnungen ausgehend von einem mittleren Abfallgebindeaufkommen unter Berücksichtigung der Zusammenstellung der Abfallgebinde zu Transporteinheiten statistisch bewertet worden. Dabei hat sich ergeben, daß bei rd. 70 % der Transporteinheiten die unter Zugrundelegung der Aktivitätsinventare der Datenblätter berechneten potentiellen Strahlenexpositionen um mehr als einen Faktor 1 000 unter den Störfallplanungswerten liegen. Nur bei weniger als 0,6 % der Transporteinheiten werden die Störfallplanungswerte im Bereich zwischen 10 % und 100 % ausgeschöpft.

Für das mittlere Mengenaufkommen sind eine Reihe von Annahmen getroffen worden (s. /3/), wobei das unterstellte Abfallmengenaufkommen für den Zeitraum 1979 - 2000 zu einem Abfallgebindevolumen von ca. 498 000 m<sup>3</sup> führt und damit in etwa der Kapazität des Endlagers Konrad entspricht.

Außerdem sind, sofern sich in /1/ der mittlere und obere Wert der Alpha- bzw. Beta/Gamma-Aktivitäten unterscheiden, die höheren Aktivitäten verwendet worden, d. h. das Radionuklidspektrum ist getrennt nach Alpha- und Beta/Gamma-Strahlern mit einem entsprechenden Korrekturfaktor multipliziert worden.

Die in der Bundesrepublik Deutschland anfallenden Rohabfälle mit ihren Mengen, Nuklidspektren und Aktivitätsinventaren sind bekannt. Hierzu liegen einige Untersuchungen vor. Darüber hinaus werden im Rahmen einer jährlichen Erhebung Informationen zum Bestand bereits konditionierter Abfälle gesammelt. Daraus läßt sich erkennen, daß z. Z. rd. 43 940 m<sup>3</sup> als konditionierter Abfall vorliegen /4/. Rechnet man die vorliegenden Abfallgebindeanzahlen auf Transporteinheiten um, entspricht der Bestand an Transporteinheiten der Einlagerungskapazität von rd. 3 Jahren bei einschichtigem Betrieb.

Für diesen vorhandenen Bestand konditionierter Abfallgebinde kann eine weitere Volumenreduzierung und damit Aufkonzentrierung des Aktivitätsinventars ausgeschlossen werden. Bezüglich der Übereinstimmung des Aktivitätsinventars in den vorhandenen Abfällen mit den in /1/ spezifizierten Aktivitäten deuten verschiedene durchgeführte Messungen den Trend an, daß zumindest bei der Gruppe der Abfälle aus Kernkraftwerken die Aktivitäten in /1/ erheblich überschätzt wurden. Es ist zu erwarten, daß die in der BMU-Richtlinie zur Kontrolle radioaktiver Abfälle /5/ geforderten Aktivitätsangaben diesen Trend bestätigen. Damit wird gezeigt werden können, daß während der Phase der Altabfallgebindeeinlagerung das Abfallgebindingespektrum durch das Abfallmengengerüst hinreichend abdeckend repräsen-

tiert wird.

Auch wenn diese Daten auf dem Stand von 1984 beruhen und in Zukunft bei festgeschriebenen Endlagerungsbedingungen die Tendenz verstärkt in Richtung auf eine Ausschöpfung von zulässigen Aktivitäten gehen wird, so sind dem - neben den bereits oben angesprochenen Gründen - doch aus einer Reihe weiterer Randbedingungen Grenzen gesetzt: Die Abfälle sind überwiegend heterogen aus einer Vielzahl von Radionukliden zusammengesetzt. Damit kann die relative Radionuklidzusammensetzung bei der Abfallaufbereitung und Konditionierung nur sehr eingeschränkt in Richtung auf eine Ausschöpfung der nuklidspezifischen zulässigen Aktivitäten beeinflusst werden. Somit können bei im wesentlichen unveränderter relativer Radionuklidzusammensetzung nur durch eine schon angesprochene Volumenreduktion höhere Aktivitätskonzentrationen erreicht werden.

Weiterhin muß berücksichtigt werden, daß aufgrund der Anforderungen aus anderen Teilen der Sicherheitsanalysen für das geplante Endlager Konrad und aufgrund betrieblicher Randbedingungen die Aktivitätsgrenzwerte, die aus den Störfallanalysen resultieren, bei einer Reihe von Radionukliden gar nicht ausgeschöpft werden können /6/.

Ein weiterer Hinweis ist die Tatsache, daß bei der Ermittlung der zur erwartenden Gesamtaktivität im geplanten Endlager Konrad /7, 8/ nur bei einzelnen Radionukliden größere Abweichungen von der Abfalldatenbasis /2/ erfolgt sind. Von dieser Abweichung sind im wesentlichen Radionuklide betroffen, die im Störfall aufgrund der geringeren radiologischen Relevanz (z. B. H 3 oder C 14) ohnehin keine Rolle spielen.

Eine direkte Auswirkung auf die Ausschöpfung von Aktivitätsgrenzwerten und damit auf die statistische Verteilung ist dann gegeben, wenn die betreffenden Abfälle anders konditioniert werden, indem z. B. die verwendete Verpackung nicht mehr in die Abfallbehälterklasse II eingeordnet werden kann oder das Abfallprodukt geringere Qualitätsmerkmale aufweist.

Aufgrund der Spanne der Aktivitätsgrenzwerte von z. T. mehr als drei Größenordnungen kann bei gleichem Aktivitätsinventar ein Abfallgebinde, das auf der Basis von /1/ der Abfallproduktgruppe 05 (Zementierte/betonierte Abfälle) zugeordnet werden konnte und jetzt aufgrund einer geplanten Bitumenfizierung in die Abfallproduktgruppe 01 eingestuft werden muß, jetzt die Aktivitätsgrenzwerte fast ausschöpfen.

Für die radioaktiven Abfälle aus der geplanten Wiederaufarbeitung von Brennelementen aus deutschen Kernkraftwerken im Ausland werden die Auswirkungen der unterschiedlichen Konditionierung im Kap. 2 des vorliegenden Berichtes behandelt.

## 2. Auswirkungen des veränderten Abfallspektrums der W-Abfälle

### 2.1 Änderungen des Abfallspektrums

In /3/ sind als Basis der Aussagen die Datenblätter in /1/ und die Kumulierung in /2/ zugrunde gelegt worden. Die Wiederaufarbeitungsabfälle sind dabei auf 20 Datenblättern beschrieben, als Behälter sind dort nur der Container Typ V (zur Verpackung von zwölf 400-l-Fässern) und Betonbehälter Typ III vorgesehen. Die Anzahl der aus dem mittleren Abfallaufkommen resultierenden Abfallgebinde nach /2/ beträgt 1 796 Container Typ V und 53 546 Betonbehälter Typ III. Unter Berücksichtigung der in Tabelle 1 genannten Bruttovolumina der Behälter ergibt sich als Gesamtabfallgebinderolumen rd. 185 570 m<sup>3</sup>. Damit beträgt der Anteil der W-Abfälle am Gesamtabfallvolumen rd. 38 %.

Nr.	Bezeichnung	Außenabmessungen			Bruttovolumen m <sup>3</sup>
		Länge/ Durchm. mm	Breite mm	Höhe mm	
01.	Betonbehälter Typ I	Ø 1060	-	1370 <sup>1)</sup>	1,2
02.	Betonbehälter Typ II	Ø 1060	-	1510 <sup>2)</sup>	1,3
03.	Betonbehälter Typ III	Ø 1400	-	2000	3,1
04.	Gußbehälter Typ I	Ø 900	-	1150	0,7
05.	Gußbehälter Typ II	Ø 1060	-	1500 <sup>3)</sup>	1,3
06.	Gußbehälter Typ III	Ø 1000	-	1240	1,0
07.	Container Typ I	1600	1700	1450 <sup>4)</sup>	3,9
08.	Container Typ II	1600	1700	1700	4,6
09.	Container Typ III	3000	1700	1700	8,7
10.	Container Typ IV	3000	1700	1450 <sup>4)</sup>	7,4
11.	Container Typ V	3200	2000	1700	10,9
12.	Container Typ VI	1600	2000	1700	5,4
<sup>1)</sup> Höhe 1370 mm + Lasche von 90 mm = 1460 mm <sup>2)</sup> Höhe 1510 mm + Lasche von 90 mm = 1600 mm <sup>3)</sup> Höhe 1370 mm beim Typ KfK <sup>4)</sup> Stapelhöhe 1400 mm beim Typ KfK					
Containerwerkstoffe sind z. B. Stahlblech, armierter Beton oder Gußwerkstoff.					

Tabelle 1: Liste der standardisierten Behälter (Stand: 1989)

Aufgrund des Wegfalls der Wiederaufarbeitungsanlage Wackersdorf und der Wiederaufarbeitung im Ausland müssen die o. g. Abfalldatenblätter ersetzt werden. Die neuen Datenblätter für diese Abfälle sind in Tabelle 2 aufgeführt. Dabei ist anzumerken, daß

- bisher nur Entwürfe zu 2. Serie der Spezifikationen der COGEMA und keine Angaben der BNFL vorliegen,
- die vorliegenden Angaben aufgrund der im BfS vorhandenen Kenntnisse bez. der Radionuklidinventare ergänzt worden sind, aber bisher von COGEMA noch nicht bestätigt wurden,
- hinsichtlich der Mengen wiederaufzuarbeitender abgebrannter Brennelemente abdeckend von einer Gesamtkapazität von 500 Mg ausgegangen wird.

Legt man - trotz der o. g. Einschränkungen - für die folgenden Betrachtungen die drei Datenblätter zugrunde, dann werden die aus dem Ausland zu erwartenden Abfälle an das geplante Endlager Konrad



Herkunft ( W ) Wiederaufarbeitung (COGEMA) Behälter ( 5 ) Container (A) Fixierung ( 3 ) organisches Fixiermittel Abfallart (03) Schlamm		Kodierung: <table border="1"> <tr> <td>W</td> <td>5</td> <td>3</td> <td>03</td> <td>0</td> <td>COG</td> <td>0</td> </tr> </table>		W	5	3	03	0	COG	0
W	5	3	03	0	COG	0				
Abfallvolumen im Gebinde:		(A) 4 x 210 l								
Zum Zeitpunkt der Einlagerung	Alter des Abfalls (Referenzalter)		3 a							
	Aktivität der $\alpha$ -Strahler pro Gebinde									
	mittlerer Wert :		7.6E+10 Bq							
	oberer Wert :		2.6E+11 Bq							
	Aktivität der $\beta/\gamma$ -Strahler pro Gebinde									
	mittlerer Wert :		1.8E+13 Bq							
	oberer Wert :		2.1E+13 Bq							
	Radionuklidspezifische Aktivität pro Gebinde in Bq :									
	H 3	1.5E+10	PA231	3.1E+07						
	C 14	6.8E+07	U 235	3.7E+04						
CL 36	1.6E+08	U 238	2.2E+06							
CO 60	1.5E+11	PU238	5.2E+10							
SR 90	3.7E+11	PU239	6.0E+09							
Y 90	3.7E+11	PU240	8.8E+09							
TC 99	1.5E+08	AM241	1.5E+09							
RU106	3.6E+12	CM242	7.6E+08							
RH106	3.6E+12	CM244	5.2E+09							
SB125	1.8E+11									
J 129	1.5E+08									
CS134	3.6E+11									
CS137	1.1E+12									
BA137M	1.0E+12									
CE144	1.8E+12									
PR144	1.8E+12									
PM147	1.2E+09									
EU154	1.3E+11									
EU155	6.8E+11									
AC227	2.7E+07									
PU241	2.2E+12									
	4.0E+11 *									
RA226	4.0E+06									
* SONSTIGE BETA/GAMMA-STRAHLER										
Gebindeanzahl PRO JAHR: CA. 375										
Gesamtaktivität PRO JAHR										
Aktivität der $\alpha$ -Strahler :		2.9E+13	Bq							
Aktivität der $\beta/\gamma$ -Strahler :		6.8E+15	Bq							
Bemerkung : (A) 4 x 210-l-Fass im Container Typ I										
<b>BfS</b>	Aktivität und Gebindeanzahl der einzulagernden radioaktiven Abfälle -		Tab. : W3							
	WIEDERAUFARBEITUNGSABFÄLLE		Stand : 12/1989 Rev. : 0							

Tabelle 2: Abfalldatenblätter der W-Abfälle

Herkunft ( W ) Wiederaufarbeitung (COGEMA) Behälter ( 5 ) Container (A) Fixierung ( 2 ) Zement/Beton Abfallart (04) alpha-haltige technologische Abfälle (B)		Kodierung: W 5 2 04 0 COG 0	
Abfallvolumen im Gebinde:		(A) 2 x 1200 l	
Zum Zeitpunkt der Einlagerung	Alter des Abfalls (Referenzalter)		3 a
	Aktivität der $\alpha$ -Strahler pro Gebinde		
	mittlerer Wert :		1.5E+11 Bq
	oberer Wert :		1.3E+12 Bq
	Aktivität der $\beta/\gamma$ -Strahler pro Gebinde		
	mittlerer Wert :		5.8E+12 Bq
	oberer Wert :		6.4E+12 Bq
	Radionuklidspezifische Aktivität pro Gebinde in Bq :		
	H 3	1.3E+08	
	C 14	8.2E+07	
Cl 36	4.8E+08		
CO 60	1.6E+10		
SR 90	1.9E+11		
Y 90	1.9E+11		
CS137	2.6E+11		
BA137M	2.4E+11		
PU241	4.4E+12		
	5.8E+11 *		
PU238	1.0E+11		
PU239	1.2E+10		
PU240	1.7E+10		
CM244	1.7E+10		
* SONSTIGE BETA/GAMMA-STRAHLER			
Gebindeanzahl PRO JAHR: CA. 350			
Gesamtaktivität PRO JAHR			
Aktivität der $\alpha$ -Strahler :		5.3E+13	Bq
Aktivität der $\beta/\gamma$ -Strahler :		2.0E+15	Bq
Bemerkung : (A) 2 x 1200-l-Asbestzementbehälter im Container Typ III (B) z. B. Laborabfälle, Schrott			
<b>Bfs</b>	Aktivität und Gebindeanzahl der einzulagernden radioaktiven Abfälle - WIEDERAUFARBEITUNGSABFÄLLE		Tab. : W4 Stand : 12/1989 Rev. : 0

Tabelle 2: Abfalldatenblätter der W-Abfälle (Fortsetzung)

Herkunft ( W ) Wiederaufarbeitung (COGEMA) Behälter ( 3 ) Faserzementbehälter Fixierung ( 2 ) Zement/Beton Abfallart (05) nicht alpha-haltige technologische Abfälle (A)		Kodierung: <table border="1"> <tr> <td>W</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>05</td> <td>0</td> <td>COG</td> <td>0</td> </tr> </table>		W	3	2	05	0	COG	0
W	3	2	05	0	COG	0				
Abfallvolumen im Gebinde:		670 l								
Zum Zeitpunkt der Einlagerung	Alter des Abfalls (Referenzalter)		3 a							
	Aktivität der $\alpha$ -Strahler pro Gebinde mittlerer Wert :		1.5E+08 Bq							
	oberer Wert :		1.0E+09 Bq							
	Aktivität der $\beta/\gamma$ -Strahler pro Gebinde mittlerer Wert :		7.2E+09 Bq							
	oberer Wert :		2.5E+11 Bq							
	Radionuklidsspezifische Aktivität pro Gebinde in Bq :									
	H 3	2.9E+05	CM242	1.2E+06						
	CO 60	3.7E+07	CM244	3.9E+07						
	SR 90	4.1E+08								
	Y 90	4.1E+08								
TC 99	3.7E+04									
RU106	9.0E+08									
RH106	9.0E+08									
SB125	4.6E+07									
I 129	3.7E+04									
CS134	8.7E+07									
CS137	5.9E+08									
BA137M	5.6E+08									
CE144	4.6E+07									
PR144	4.6E+07									
PM147	3.0E+05									
EU154	3.2E+07									
EU155	1.7E+07									
PU241	3.5E+09									
U 238	3.6E+04									
PU238	8.3E+07									
PU239	9.6E+06									
PU240	1.4E+07									
AM241	2.3E+06									
Gebindeanzahl PRO JAHR: CA. 2700										
Gesamtaktivität PRO JAHR Aktivität der $\alpha$ -Strahler :		4.1E+11 Bq								
Aktivität der $\beta/\gamma$ -Strahler :		1.9E+13 Bq								
Bemerkung : (A) z. B. Laborabfälle, Schrott										
<b>Bfs</b>	Aktivität und Gebindeanzahl der einzulagernden radioaktiven Abfälle -		Tab. : W5							
	WIEDERAUFARBEITUNGSABFÄLLE		Stand : 12/1989							
			Rev. : 0							

Tabelle 2: Abfalldatenblätter der W-Abfälle (Fortsetzung)

Behälter (Tabelle 1) nicht enthalten, sein Bruttovolumen beträgt nach /9/  $0,7 \text{ m}^3$ .  
in Container Typ I (vier 200-l-Fässer), in Container Typ III (zwei 1200-l-Behälter) bzw. in einem Faserzementbehälter verpackt angeliefert. Der zuletzt genannte Behälter ist in der Liste der standardisierten

Legt man in Analogie zu /2/ ein mittleres Abfallaufkommen von 22 Jahren zugrunde, ergibt sich ein Gesamtvolumen für die angegebenen Abfälle von rd.  $140\,745 \text{ m}^3$ .

Für die Frage der statistischen Verteilung ist aber nicht das Volumen der anfallenden Abfallgebinde von Bedeutung, sondern die Anzahl der Transporteinheiten. Dabei ergeben sich für die drei Abfallströme die folgenden Werte:

W53030COG0	375 Container pro Jahr
W52040COG0	350 Container pro Jahr
W32050COG0	2700 Betonbehälter pro Jahr.

## 2.2 Vorgehensweise bei der Überprüfung

Für die drei in Kap. 2.1 aufgeführten Datenblätter sind keine direkten Störfallrechnungen durchgeführt worden, sondern sie sind mit dem Programm ANKONA Version 2.0 /10/ überprüft worden. Wie in /11/ gezeigt wurde, ist bereits damit eine Überschätzung der rechnerisch zugrunde zu legenden radiologischen Auswirkungen um mehr als einen Faktor 2 verbunden. Da die drei Abfallströme nur Bereichen der Ausschöpfung von Störfallplanungswerten zugeordnet werden, ist das in Kap. 2.3 dargestellte Ergebnis aussagekräftig, auch wenn ANKONA 2.0 sich noch nicht auf die Ergebnisse der radiologischen Rechnungen auf der Basis der revidierten Strahlenschutzverordnung und der zugehörigen Berechnungsgrundlagen stützt.

Die Gesamtanzahl der zu bewertenden Transporteinheiten hat sich durch die neue Situation bei der Wiederaufarbeitung von bisher 116 049 auf 96 457 verringert. Diese Anzahl ist für die Ermittlung der prozentualen Anteile an Transporteinheiten in den einzelnen Bereichen der Ausschöpfung der Störfallplanungswerte zugrunde gelegt worden, auch wenn damit das bisher unterstellte Gesamtvolumen an Abfallgebinden im geplanten Endlager Konrad unterschätzt wird. Für die Auffüllung des verbleibenden Volumens kann davon ausgegangen werden, daß nicht ein Abfallstrom gezielt eingelagert wird, sondern das anfallende Abfallspektrum im Mittel gleichmäßig eingelagert wird, so daß die prozentualen Anteile der Transporteinheiten erhalten bleiben.

## 2.3 Ergebnis der Überprüfung

Die Ergebnisse aus /3/ lassen sich kurz wie folgt zusammenfassen:

- Unter Berücksichtigung der Abfallgebindeanzahlen in /2/ und bezogen auf eine Gesamtzahl der Transporteinheiten von 116 049 ergeben sich die in Tabelle 3 aufgeführten Anteile.
- Daraus ist ersichtlich, daß über 70 % der Transporteinheiten Aktivitätsinventare enthalten, die im Störfall zu Dosiswerten führen, die um den Faktor 1 000 unter den Störfallplanungswerten liegen.

Dabei ist von folgenden Randbedingungen ausgegangen worden:

1. Da im Störfall Transporteinheiten, die aus mehreren Abfallgebinden bestehen können, von mechanischen und thermischen Einwirkungen betroffen sind, werden die Aussagen auf Transporteinheiten bezogen.
2. Für die statistische Bewertung ist unterstellt worden, daß eine Transporteinheit
  - aus einem Container ohne Innenfässer
  - aus einem Container mit 28 200-l-Fässern
  - aus einem Container mit 10 200-l-Fässern (nur Abfälle aus der ALKEM)
  - aus einem Container mit 12 400-l-Fässern
  - aus einer Tauschpalette mit drei Gußbehältern
  - aus einer Tauschpalette mit drei Betonbehältern (außer Typ III)
  - aus einer Tauschpalette mit einem Betonbehälter Typ III besteht.

Ausschöpfung der Störfallplanungswerte in %	Anteil der TE	Anzahl der TE
10 - 100	$< 6 \cdot 10^{-3}$	655
1 - 10	$< 1,9 \cdot 10^{-1}$	21812
0,1 - 1	$< 9,5 \cdot 10^{-2}$	10985
$< 0,1$	$< 7,2 \cdot 10^{-1}$	82597

Tab. 3: Zusammenstellung des Abfallgebindespektrums im Hinblick auf die Ausschöpfung der Störfallplanungswerte auf der Basis direkter Störfallrechnungen gemäß /3/. Gesamtanzahl der Transporteinheiten (TE) 116 049

Die Ergebnisse der Überprüfung der Datenblätter mit dem Programm ANKONA im Hinblick auf die Anforderungen aus den Störfallanalysen sind in den Tabellen 4 bis 6 aufgeführt. Dabei sind die radionuklidspezifischen Aktivitäten um den Faktor erhöht worden, der sich aus dem Quotienten maximaler Aktivitätswert zu mittlerer Aktivitätswert ergibt, d. h. es ist mit maximalen Inventaren gerechnet worden. Außerdem ist - um mit den bisherigen Betrachtungen vergleichbar zu bleiben - davon ausgegangen

```
*****
*****
*****           A N K O N A           *****
*****           Anforderungen Konrad   *****
*****
*****
```

Version 2.0 / 30. September 1987

PHYSIKALISCH-TECHNISCHE BUNDESANSTALT, SE 1.1

Datum 19.02.1990

Seite 1

A B F A L L D A T E N  
=====

Kennzeichnung:	W53030COG0
Abfallart:	Schlämme
Fixierung:	Organisches Fixierungsmittel
Abfallproduktgruppe:	Bitumen- und Kunststoffprodukte
Behälter:	Container Typ I
Abfallklasse	I
Gesamtaktivität der ALPHA-Strahler	2.600E+11 Bq
Gesamtaktivität der BETA/GAMMA-Strahler	2.100E+13 Bq

Tabelle 4: Überprüfung des Datenblatts W53030COG0

Protokoll ANKONA

W53030COG0

19.02.1990

Seite 2

**S T Ö R F A L L A N A L Y S E N**

Die Transporteinheit besteht aus einem Container.

Radionuklid	Aktivität	Grenzwert
Cl 36	1.87E+08 Bq	7.30E+08 Bq
J 129	1.76E+08 Bq	2.70E+09 Bq
Sr 90 (ohne Y 90)	4.33E+11 Bq <---->	1.90E+09 Bq
Pa 231	1.05E+08 Bq	3.30E+09 Bq
Pu 239	2.04E+10 Bq <---->	6.70E+09 Bq
Tc 99	1.76E+08 Bq	1.10E+10 Bq
Cs 137 (ohne Ba 137m)	1.29E+12 Bq <---->	4.00E+10 Bq
Co 60	1.76E+11 Bq <---->	4.90E+10 Bq
Unspez. ALPHA-Strahler	2.39E+11 Bq <---->	6.70E+09 Bq
Unspez. BETA-GAMMA-Strahler	1.75E+13 Bq <---->	4.90E+10 Bq

Summenwert	6.60E+02
Anteil der ALPHA-Leitnuklide	3.08E+00
Anteil der BETA/GAMMA-Leitnuklide	2.64E+02
Anteil sonstige ALPHA-Strahler	3.57E+01
Anteil sonstige BETA/GAMMA-Strahler	3.57E+02

Die Leitnuklide überschreiten bereits die zulässigen Grenzwerte.  
Die Anforderungen aus den Störfallanalysen sind nicht erfüllt.

Bei der Abfallklasse II wäre das Summenkriterium erfüllt.  
Summenwert bei Abfallklasse II 4.20E-02

\*\*\* Protokollende ANKONA \*\*\*

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\* A N K O N A \*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\* Anforderungen Konrad \*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

Version 2.0 / 30. September 1987

PHYSIKALISCH-TECHNISCHE BUNDESANSTALT, SE 1.1

Datum 19.02.1990

Seite 1

A B F A L L D A T E N  
=====

Kennzeichnung:	W53030COG0
Abfallart:	Schlämme
Fixierung:	Organisches Fixierungsmittel
Abfallproduktgruppe:	Bitumen- und Kunststoffprodukte
Behälter:	Container Typ I
Abfallklasse	II
Gesamtaktivität der ALPHA-Strahler	2.600E+11 Bq
Gesamtaktivität der BETA/GAMMA-Strahler	2.100E+13 Bq
Bei den internen Rechnungen benutzte	
Gesamtaktivität der ALPHA-Strahler	2.650E+11 Bq
Gesamtaktivität der BETA/GAMMA-Strahler	2.150E+13 Bq

Tabelle 4: Überprüfung des Datenblatts W53030COG0 (Fortsetzung)



Protokoll ANKONA

19.02.1990

Seite 2

STÖRFALLANALYSEN

Die Transporteinheit besteht aus einem Container.

Radionuklid	Aktivität	Grenzwert
Cl 36	1.87E+08 Bq	1.20E+11 Bq
Sr 90 (ohne Y 90)	4.33E+11 Bq	3.10E+13 Bq
Ce 144 (ohne Pr 144)	2.10E+12 Bq	1.40E+17 Bq
Cs 134	4.20E+11 Bq	2.40E+15 Bq
Pu 238	1.77E+11 Bq	1.30E+14 Bq
Pu 241	2.57E+12 Bq	4.40E+15 Bq
Ru 106 (ohne Rh 106)	4.20E+12 Bq	4.90E+16 Bq
Unspez. ALPHA-Strahler	8.30E+10 Bq	1.10E+14 Bq
Unspez. BETA-GAMMA-Strahler	4.54E+12 Bq	8.10E+14 Bq

Summenwert	2.26E-02
Anteil der ALPHA-Leitnuklide	0.00E+00
Anteil der BETA/GAMMA-Leitnuklide	1.40E-02
Anteil sonstige ALPHA-Strahler	2.12E-03
Anteil sonstige BETA/GAMMA-Strahler	6.47E-03

Die Anforderungen aus den Störfallanalysen sind erfüllt.

\*\*\* Protokollende ANKONA \*\*\*

```
*****  
*****  
***** A N K O N A *****  
*****  
***** Anforderungen Konrad *****  
*****
```

Version 2.0 / 30. September 1987

PHYSIKALISCH-TECHNISCHE BUNDESANSTALT, SE 1.1

Datum 17.05.1990

Seite 1

A B F A L L D A T E N  
=====

Kennzeichnung: W32050COG0  
Abfallart: Nicht Alpha-halt. techn. Abf.  
Fixierung: Zement/Beton

Abfallproduktgruppe: Zementierte/betonierte Abfälle  
Behälter: Betonbehälter Typ I

Abfallklasse I

Gesamtaktivität der ALPHA-Strahler 1.000E+09 Bq  
Gesamtaktivität der BETA/GAMMA-Strahler 2.500E+11 Bq

Bei den internen Rechnungen benutzte

Gesamtaktivität der ALPHA-Strahler 1.050E+09 Bq  
Gesamtaktivität der BETA/GAMMA-Strahler 2.550E+11 Bq

Tabelle 5: Überprüfung des Datenblatts W32050COG0

Protokoll A N K O N A

W32050COG0

17.05.1990

Seite 2

S T Ö R F A L L A N A L Y S E N

Die Transporteinheit besteht aus 3 Abfallgebinden auf der Tauschpalette.

Radionuklid	Aktivität	Grenzwert
Sr 90 (ohne Y 90)	1.42E+10 Bq	6.33E+11 Bq
Cs 137 (ohne Ba 137m)	2.05E+10 Bq	1.33E+13 Bq
Cm 244	2.60E+08 Bq	1.20E+13 Bq
Cs 134	3.00E+09 Bq	5.00E+13 Bq
Pu 241	1.21E+11 Bq	9.00E+13 Bq
Unspez. ALPHA-Strahler	7.90E+08 Bq	2.23E+12 Bq
Unspez. BETA-GAMMA-Strahler	6.32E+10 Bq	1.63E+13 Bq

Summenwert	2.81E-02
Anteil der ALPHA-Leitnuklide	0.00E+00
Anteil der BETA/GAMMA-Leitnuklide	2.24E-02
Anteil sonstige ALPHA-Strahler	3.75E-04
Anteil sonstige BETA/GAMMA-Strahler	5.28E-03

Die Anforderungen aus den Störfallanalysen sind erfüllt.

\*\*\* Protokollende ANKONA \*\*\*

```
*****
*****
*****      A N K O N A      *****
*****
*****      Anforderungen Konrad      *****
*****
*****
```

Version 2.0 / 30. September 1987

PHYSIKALISCH-TECHNISCHE BUNDESANSTALT, SE 1.1

Datum 19.02.1990

Seite 1

A B F A L L D A T E N  
=====

Kennzeichnung:	W52040COG0
Abfallart:	Alpha-haltige technolog. Abf.
Fixierung:	Zement/Beton
Abfallproduktgruppe:	Zementierte/betonierte Abfälle
Behälter:	Container Typ III
Abfallklasse	I
Gesamtaktivität der ALPHA-Strahler	1.300E+12 Bq
Gesamtaktivität der BETA/GAMMA-Strahler	6.400E+12 Bq

Tabelle 6: Überprüfung des Datenblatts W52040COG0

Protokoll A N K O N A

W52040COG0

19.02.1990

Seite 2

S T Ö R F A L L A N A L Y S E N

Die Transporteinheit besteht aus einem Container.

Radionuklid	Aktivität	Grenzwert
Cl 36	5.28E+08 Bq	7.30E+08 Bq
Sr 90 (ohne Y 90)	2.09E+11 Bq	1.90E+12 Bq
Pu 239	1.04E+11 Bq	6.70E+12 Bq
Cs 137 (ohne Ba 137m)	2.86E+11 Bq	4.00E+13 Bq
Pu 238	8.67E+11 Bq	8.10E+12 Bq
Pu 240	1.47E+11 Bq	6.70E+12 Bq
Pu 241	4.84E+12 Bq	2.70E+14 Bq
Unspez. ALPHA-Strahler	1.82E+11 Bq	6.70E+12 Bq
Unspez. BETA-GAMMA-Strahler	5.92E+11 Bq	4.90E+13 Bq

Summenwert 1.03E+00

Anteil der ALPHA-Leitnuklide 1.55E-02

Anteil der BETA/GAMMA-Leitnuklide 8.33E-01

Anteil sonstige ALPHA-Strahler 1.56E-01

Anteil sonstige BETA/GAMMA-Strahler 3.00E-02

Die Anforderungen aus den Störfallanalysen sind nicht erfüllt.

Bei der Abfallklasse II wäre das Summenkriterium erfüllt.

Summenwert bei Abfallklasse II 2.36E-02

\*\*\* Protokollende ANKONA \*\*\*

worden, daß die Tauschpalette bis zu drei zylindrische Abfallgebinde aufnehmen kann, auch wenn die aktuellen Planungen nur noch eine Beladung von bis zu zwei Abfallgebänden vorsehen.

Die Überprüfung hat ergeben, daß

- der Abfall W53030COG0 nur in einer Verpackung der Abfallbehälterklasse II endlagerfähig ist und dann bei entsprechende Spezifizierung der relevanten Radionuklide den Aktivitätsgrenzwert zu rd. 2,3 % ausschöpft. Die Anzahl der Transporteinheiten in 22 Jahren beträgt 8 250 (vgl. Tabelle 4).
- der Abfall W32050COG0 in einer Verpackung der Abfallbehälterklasse I endlagerfähig ist und dann bei entsprechende Spezifizierung der relevanten Radionuklide unter der Voraussetzung von 3 Abfallgebänden auf einer Tauschpalette den Aktivitätsgrenzwert zu rd. 2,8 % ausschöpft. Die Anzahl der Abfallgebinde in 22 Jahren beträgt 59 400, die Anzahl der Transporteinheiten 19 800 (vgl. Tabelle 5).
- der Abfall W52040COG0 in einer Verpackung der Abfallbehälterklasse I bei entsprechender Spezifizierung der relevanten Radionuklide den Aktivitätsgrenzwert knapp überschreitet (Summenwert 1,03 - vgl. Tabelle 6).

Da - wie bereits ausgeführt - die oberen Aktivitätsgrenzwerte zugrunde gelegt worden sind und diese Angaben nach Aussagen der Ablieferungspflichtigen nur - wenn überhaupt erreicht - für eine kleine Anzahl an Abfallgebänden anzusetzen sind, ist für die statistische Betrachtung davon ausgegangen worden, daß alle Abfallgebinde in einer Verpackung der Abfallbehälterklasse I den Summenwert gerade einhalten.

Ausschöpfung der Störfallplanungswerte in %	Anteil der TE	Anzahl der TE
10 - 100	$< 8,3 \cdot 10^{-2}$	8022
1 - 10	$< 3,1 \cdot 10^{-1}$	29576
0,1 - 1	$< 1 \cdot 10^{-1}$	9787
$< 0,1$	$< 5,1 \cdot 10^{-1}$	49072

Tab. 7: Zusammenstellung des Abfallgebindespektrums im Hinblick auf die Ausschöpfung der Störfallplanungswerte auf der Basis der Überprüfung mit Hilfe von ANKONA. Gesamtanzahl der Transporteinheiten (TE) 96 457

Aufgrund dieser - im Hinblick auf die statistische Auswertung konservativen - Annahme ist der Abfallstrom W52040COG0 zu den Transporteinheiten zu zählen, die im Bereich der Ausschöpfung des Störfallplanungswertes zwischen 10 % und 100 % liegen.

Aufgrund des hohen Anteils von 7 700 Transporteinheiten dieses Abfallstroms verknüpft mit der insgesamt geringeren Anzahl an Transporteinheiten hat sich der Anteil der Transporteinheiten im Bereich zwischen 10 % und 100 % um eine Größenordnung erhöht, der Anteil liegt aber weiterhin unter 10 %.

Eine Zusammenstellung des Abfallgebundespektrums im Hinblick auf die Ausschöpfung der Störfallplanungswerte auf der Basis der Überprüfung mit Hilfe von ANKONA ist in Tabelle 7 aufgeführt.

Insgesamt gelten aber weiterhin die in /3/ getroffenen Aussagen, daß nur ein geringer Teil der erwarteten Abfallgebinde die Aktivitätsgrenzwerte im Bereich von 10 % bis 100 % ausschöpft und daß mehr als die Hälfte der Transporteinheiten um mehr als einen Faktor 1000 unter den Störfallplanungswerten liegt.

Die genannten prozentualen Anteile bezüglich der Ausschöpfung von Störfallplanungswerten können durchaus als angemessene Abschätzung angesehen werden, zumal in den radiologischen Betrachtungen die maximalen Aktivitätswerte bei den einzelnen Datenblättern zugrunde gelegt worden sind, die z. T. um eine Größenordnung höher als die mittleren Werte sind.

Dies wird insbesondere am Abfallstrom W32050COG0 mit dem hohen Anteil von 19 800 Transporteinheiten deutlich.

Bei Annahme der mittleren Werte ergibt sich gemäß Tabelle 8 eine Ausschöpfung des Summenwertes von rd. 0,02 %. Die daraus resultierenden Rückwirkungen sind aus Tabelle 9 ersichtlich.

```
*****
*****
*****          A N K O N A          *****
*****          Anforderungen Konrad  *****
*****
```

Version 2.0 / 30. September 1987

PHYSIKALISCH-TECHNISCHE BUNDESANSTALT, SE 1.1

Datum 17.05.1990

Seite 1

A B F A L L D A T E N  
=====

Kennzeichnung:	W32050COG0
Abfallart:	Nicht Alpha-halt. techn. Abf.
Fixierung:	Zement/Beton
Abfallproduktgruppe:	Zementierte/betonierte Abfälle
Behälter:	Betonbehälter Typ I
Abfallklasse	I
Gesamtaktivität der ALPHA-Strahler	1.500E+08 Bq
Gesamtaktivität der BETA/GAMMA-Strahler	7.200E+09 Bq
Bei den internen Rechnungen benutzte	
Gesamtaktivität der ALPHA-Strahler	1.550E+08 Bq
Gesamtaktivität der BETA/GAMMA-Strahler	7.250E+09 Bq

Tabelle 8: Überprüfung des Datenblatts W32050COG0 unter Verwendung der mittleren Aktivitäten



Protokoll A N K O N A

W32050COG0

17.05.1990

Seite 2

S T Ö R F A L L A N A L Y S E N  
=====

Die Transporteinheit besteht aus 3 Abfallgebinden auf der Tauschpalette.

Radionuklid	Aktivität	Grenzwert
Sr 90 (ohne Y 90)	4.10E+08 Bq	6.33E+11 Bq
Cs 137 (ohne Ba 137m)	5.90E+08 Bq	1.33E+13 Bq
Cm 244	3.90E+07 Bq	1.20E+13 Bq
Cs 134	8.70E+07 Bq	5.00E+13 Bq
Pu 241	3.50E+09 Bq	9.00E+13 Bq
Unspez. ALPHA-Strahler	1.16E+08 Bq	2.23E+12 Bq
Unspez. BETA-GAMMA-Strahler	1.71E+09 Bq	1.63E+13 Bq

Summenwert	2.01E-04
Anteil der ALPHA-Leitnuklide	0.00E+00
Anteil der BETA/GAMMA-Leitnuklide	0.00E+00
Anteil sonstige ALPHA-Strahler	5.52E-05
Anteil sonstige BETA/GAMMA-Strahler	1.45E-04

Die Anforderungen aus den Störfallanalysen sind erfüllt.

\*\*\* Protokollende ANKONA \*\*\*

Tabelle 8: Überprüfung des Datenblatts W32050COG0 unter Verwendung der mittleren Aktivitäten  
(Fortsetzung)

Ausschöpfung der Störfallplanungswerte in %	Anteil der TE	Anzahl der TE
10 - 100	$< 8,3 \cdot 10^{-2}$	8022
1 - 10	$< 1 \cdot 10^{-1}$	9776
0,1 - 1	$< 1 \cdot 10^{-1}$	9787
$< 0,1$	$< 7,2 \cdot 10^{-1}$	68872

Tab. 9: Zusammenstellung des Abfallgebindespektrums im Hinblick auf die Ausschöpfung der Störfallplanungswerte auf der Basis der Überprüfung mit Hilfe von ANKONA unter Verwendung der mittleren Aktivitätswerte für den Abfall W32050COG0. Gesamtanzahl der Transporteinheiten (TE) 96 457

### 3. Literaturverzeichnis

- /1/ :  
Daten radioaktiver Abfälle für Sicherheitsanalysen zum Endlager Konrad unter Berücksichtigung von Berechnungen der Ortsdosisleistung von Abfallgebinden  
PTB-SE-IB-3, Braunschweig, Dezember 1984
- /2/ :  
Zeitliche Entwicklung der Radionuklidzusammensetzung und Aktivität im Endlager Konrad während der Betriebszeit und der Nachbetriebsphase  
PTB-SE-IB-4, Braunschweig, November 1985
- /3/ ;  
Abfallgebindespektrum im Endlager Konrad - Statistische Aktivitätsverteilung -  
PTB-SE-IB-42, Braunschweig, November 1988
- /4/ :  
Anfall radioaktiver Abfälle in der Bundesrepublik Deutschland - Abfallerhebung für das Jahr 1989 -  
ET-Bericht 1/90 des Bundesamtes für Strahlenschutz, Salzgitter, 1990
- /5/ Der Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit:  
Bekanntmachung der Richtlinie zur Kontrolle radioaktiver Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung, die nicht an eine Landessammelstelle abgeliefert werden  
Bundesanzeiger 41, Nr. 63a, 4. April 1989
- /6/  
Radiologische Auswirkungen im Störfall beim geplanten Endlager Konrad - Ausschöpfung der Störfallplanungswerte -  
PTB-SE-IB-37, Braunschweig, Juli 1988
- /7/  
Ableitung einer Gesamtaktivität für Alpha- und Beta/Gamma-Strahler sowie für einzelne relevante Radionuklide aus den Sicherheitsanalysen zum geplanten Endlager Konrad  
PTB-SE-IB-40, Braunschweig, Oktober 1988
- /8/ :  
Aktivität sicherheitstechnisch relevanter Radionuklide am Ende der Betriebsphase des Endlagers Konrad und zeitliche Entwicklung der Aktivität und der Masse von Radionukliden in der Nachbetriebsphase  
BfS-ET-IB-18, Salzgitter, Dezember 1989
- /9/ COGEMA:  
Specification for cement-wrapped technological waste  
Draft of the 2. series, January 1989

/10/

Das Programm ANKONA zur rechnerischen Überprüfung der Einhaltung von Aktivitätsbegrenzungen für radioaktive Abfallgebinde  
PTB-Mitt. 98 (1988) S. 326 - 330

/11/

Vorgehensweise bei der Ableitung von Aktivitätsgrenzwerten aus den Ergebnissen der Störfallanalysen und Auswirkungen der Revision der Strahlenschutzverordnung und der zugehörigen Berechnungsgrundlagen  
ET-Bericht, in Vorbereitung