



Bundesamt für Strahlenschutz

31090826
Deckblatt

GZ: SE 2.2 -9KE 2211

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd.Nr.	Rev.	Seite: I
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9KE	2211	MAO	RE	0001	02	Stand: 29.10.2010

Titel der Unterlage:

ÜBERPRÜFUNG DES RADIONUKLIDSPEKTRUMS AUS DEN ENDLAGERUNGSBEDINGUNGEN
KONRAD, STAND: DEZEMBER 1995 - STAND: OKTOBER 2010 -
 BFS-BERICHT SE-IB-32/08-REV-2

Ersteller:

Stempelfeld:

Freigabe durch bergrechtlich verantwortliche Person:

6.3.13

Datum und Unterschrift

Freigabe durch atomrechtlich verantwortliche Person:

8.3.72

Datum und Unterschrift

Freinahme im Projekt/Betrieb:

8.3.73

Datum und Unterschrift

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



Bundesamt für Strahlenschutz

Revisionsblatt

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: IIa
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9KE	2211	MAO	RE	0001	00	Stand: 05.11.2008

Titel der Unterlage:
**ÜBERPRÜFUNG DES RADIONUKLIDSPEKTRUMS AUS DEN ENDLAGERUNGSBEDINGUNGEN
 KONRAD, STAND: DEZEMBER 1995 - STAND: OKTOBER 2010 -
 □BFS-BERICHT SE-IB-32/08-REV-2**

Rev.	Rev.-Stand Datum	UVST	Prüfer (Zeichn.)	Rev. Seite	Kat. *)	Erläuterung der Revision
01	16.02.2009	SE 3				siehe 9KE/2211/MAO/RE/0001/01
02	29.10.2010	SE 2.2		1-92	R	Aktualisierung von Angaben in der Kopfzeile
				1	R	Aktualisierung von Datum und Berichtsnummer
				3, 4	R	Aktualisierung des Datums
				5	R	Ergänzung der Überschriften für die Kap. 4.3 und 6.4 einschl. jeweils zugehöriger Seitenangaben
					R	Anpassung der Nummerierung der folgenden Kapitel einschl. jeweils zugehöriger Seitenangaben (soweit zutreffend)
				6	R	Aktualisierung der Gesamtseitenzahl
				7	R	Ergänzung der Überschrift für Tab. 11 einschl. zugehöriger Seitenangabe und Anpassung der Nummerierung der folgenden Tabellen
				8	R	Ergänzung der Abkürzungen AtG Atomgesetz und
				10	R	Aktualisierung der Seitenzahlen
				11	V	Ergänzung der rechtlichen Grundlagen für die Ablieferungs- und Abführungspflicht
					V	Vervollständigung der Quellen, aus denen Angaben zu weiteren Radionukliden in radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung resultieren
				14	R	Vervollständigung des Titels von Anhang 4
				28	R	Ersatz von 'Sicherstellung' durch 'Einhaltung'
					V	Ersatz von 'jüngster Zeit' durch 'den letzten Jahren'
					V	Ergänzung von Angaben über radioaktive Betriebsabfälle aus Kernkraftwerken, die das Radionuklid Sb-124 enthalten
				29	V	Ergänzung von Angaben über radioaktive Betriebsabfälle aus Kernkraftwerken, die die Radionuklide Sb-124 und Ce-141 enthalten
					V	Ergänzung von Angaben über radioaktive Betriebsabfälle aus Kernkraftwerken, die die Radionuklide Sb-124, Ce-141 und Ir-192 enthalten
					R	Aktualisierung einer Literaturangabe
				30	V	Ergänzung eines Hinweises über das Auftreten von Sn-121m in Betriebsabfällen aus amerikanischen Kernkraftwerken

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



Bundesamt für Strahlenschutz

Revisionsblatt

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: IIb
NAAN	NNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9KE	2211	MAO	RE	0001	00	Stand: 05.11.2008

Titel der Unterlage:

ÜBERPRÜFUNG DES RADIONUKLIDSPEKTRUMS AUS DEN ENDLAGERUNGSBEDINGUNGEN
KONRAD, STAND: DEZEMBER 1995 - STAND: OKTOBER 2010 -
BFS-BERICHT SE-IB-32/08-REV-2

Rev.	Rev.-Stand Datum	UVST	Prüfer (Zeichn.)	Rev. Seite	Kat. *)	Erläuterung der Revision
				30	R	Aktualisierung der Beschreibung des Auftretens von weiteren Radionukliden
				31	R	Ergänzung der Überschrift von Tab. 8 (Fortsetzung)
					R	Ergänzung von drei Literaturzitaten
				32	R	Ergänzung der Überschrift von Tab. 9 (Fortsetzung)
					V	Ergänzung von Angaben zu drei Abfallchargen
				33	V	Ergänzung von Rh-101 einschl. zugehöriger Summenaktivität und Aktualisierung von Summenaktivitäten
				34, 35	S	Ergänzung von Kap. 4.3 'Überprüfung von Endlagerdokumentationen' einschl. Tab. 11 mit den Radionukliden Hf-172, Pm-145 und Pu-246
				36	R	Anpassung der Kapitel- und Tabellenummerierung
					R	Ersatz von 'der Radionuklidspektren' durch 'des Radionuklidspektrums Konrad'
					V	Präzisierung der Beschreibung unter Bezug auf Kap. 4.3 und die Herkunft der dort genannten weiteren Radionuklide
				36 - 39	R	Anpassung der Tabellenummerierung; Überarbeitung der Spaltenbezeichnungen von Tab. 12
				37	S	Ergänzung von Hf-172 in Tab. 12
					S	Aktualisierung des Auftretens weiterer Radionuklide
				38	S	Ergänzung von Pm-145 und Pu-246 in Tab. 12
					S	Aktualisierung des Auftretens eines weiteren Radionuklids
				39	V	Berücksichtigung von textlichen Ergänzungen aufgrund der Ausführungen in Kap. 4.3 und der Erweiterung von Tab. 12
				40	R	Aktualisierung der Anzahl von weiteren Radionukliden
					R	Anpassung der Tabellenummerierung (2x)
					V	Ergänzung von Hf-172, Pm-145 und Pu-246 in Tab. 13
					R	Aktualisierung von Aktivitätsangaben
				41	R	Aktualisierung einer Aktivitätsangabe
					R	Anpassung der Tabellenummerierung
					V	Ergänzung von Hf-172
				42	R	Anpassung der Kapitelnummerierung (2x)

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



Bundesamt für Strahlenschutz

Revisionsblatt

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: IIc
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9KE	2211	MAO	RE	0001	00	Stand: 05.11.2008

Titel der Unterlage:

ÜBERPRÜFUNG DES RADIONUKLIDSPEKTRUMS AUS DEN ENDLAGERUNGSBEDINGUNGEN
 KONRAD, STAND: DEZEMBER 1995 - STAND: OKTOBER 2010 -
 □BFS-BERICHT SE-IB-32/08-REV-2

Rev.	Rev.-Stand Datum	UVST	Prüfer (Zeichn.)	Rev. Seite	Kat. *)	Erläuterung der Revision
				42	R	Ersatz von ‚Sicherstellung‘ durch ‚Einhaltung‘
				43	R	Anpassung der Kapitelnummerierung
					V	Ergänzung von textlichen Präzisierungen
				44	R	Anpassung der Kapitelnummerierung (2x)
					R	Aktualisierung der Anzahl von weiteren Radionukliden
					V	Ergänzung der Radionuklide Hf-172, Pm-145 und Pu-246
				45	R	Anpassung der Tabellenummerierung (5x)
				46	R	Anpassung der Kapitelnummerierung (2x)
					S	Ergänzung von Angaben zur Abdeckung der störfallbedingten Freisetzung von Hf-172, Pm-145 und Pu-246
				47	S	Ergänzung von Angaben zur Abdeckung der thermischen Beeinflussung des Wirtsgesteins durch die Radionuklide Hf-172, Pm-145 und Pu-246
					R	Anpassung der Kapitel- und Tabellenummerierung
				48	R	Anpassung der Tabellen- und Kapitelnummerierung
					V	Ergänzung der Radionuklide Hf-172, Pm-145 und Pu-246
				49	R	Anpassung der Tabellenummerierung (3x)
				50	R	Anpassung der Tabellenummerierung (4x)
					R	Ergänzung einer textlichen Präzisierung
					R	Ergänzung eines Literaturzitats
					R	Streichung des Hinweises auf das Radionuklidreferenzinventar des kanadischen Endlagers der OPG (Verschiebung nach Kapitel 6.4)
				51	R	Anpassung der Tabellenummerierung
					S	Ergänzung von Kapitel 6.4 ‚Vergleich mit ausländischen Modellinventaren für Endlagerplanungsarbeiten‘
				52	R	Anpassung der Kapitel- und Tabellenummerierung (3x)
					R	Aktualisierung der Anzahl weiterer Radionuklide
					V	Ergänzung der Radionuklide Hf-172 und Pu-246 in Tab. 18
				53	R	Ergänzung der Überschrift von Tab. 18 (Fortsetzung)
					V	Ergänzung des Radionuklids Pm-145 in Tab. 18

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



Bundesamt für Strahlenschutz

Revisionsblatt

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: IId
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9KE	2211	MAO	RE	0001	00	Stand: 05.11.2008

Titel der Unterlage:

ÜBERPRÜFUNG DES RADIONUKLIDSPEKTRUMS AUS DEN ENDLAGERUNGSBEDINGUNGEN
 KONRAD, STAND: DEZEMBER 1995 - STAND: OKTOBER 2010 -
 BFS-BERICHT SE-IB-32/08-REV-2

Rev.	Rev.-Stand Datum	UVST	Prüfer (Zeichn.)	Rev. Seite	Kat. *)	Erläuterung der Revision
				53	R	Anpassung der Kapitel- (2x) und Tabellenummerierung
					V	Ergänzung eines Hinweises auf Kapitel 6.4
					V	Ergänzung einer textlichen Präzisierung
				54	R	Aktualisierung der Kapitelnummerierung
					V	Ergänzung der Radionuklide Hf-172, Pm-145 und Pu-246
				55	R	Aktualisierung der Kapitelnummerierung
				56	R	Ergänzung von textlichen Präzisierungen
					R	Aktualisierung der Anzahl weiterer Radionuklide (2x)
					R	Aktualisierung und Ergänzung von Tabellenummerierungen
				57	R	Aktualisierung der Tabellenummerierung (2x)
				58	R	Aktualisierung der Kapitelnummerierung
				58, 59, 61, 62, 63	R	Ergänzung von Literaturzitate
				62		
				63	R	Korrektur von Literaturzitaten

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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 1 von 92
NAAN	NNNNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 29.10.2010
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		

Überprüfung des Radionuklid- spektrums aus den Endlagerungsbedingungen Konrad, Stand: Dezember 1995

-Stand: Oktober 2010-

**Fachbereich
Sicherheit nuklearer Entsorgung**

SE-IB-32/08-REV-2



Bundesamt für Strahlenschutz

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 2 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		Stand: 29.10.2010

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 3 von 92
NAAN 9KE	NNNNNNNNNN 2211	AAAA MAO	AA RE	NNNN 0001	NN 02		Stand: 29.10.2010

KURZFASSUNG

Verfasser:

Titel: Überprüfung des Radionuklidspektrums aus den Endlagerungsbedingungen Konrad,
Stand: Dezember 1995 - Stand: Oktober 2010 -

Stand: 29. Oktober 2010

Stichworte: Endlager Konrad, radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung,
Endlagerungsbedingungen, Radionuklidspektrum, Aktivitätsbegrenzungen,
Deklarationsgrenzen

Der standortspezifischen Sicherheitsanalyse für das Endlager Konrad lag ein Radionuklidspektrum zugrunde, das 156 verschiedene Radionuklide umfasste. Aus den durchgeführten Untersuchungen zum bestimmungsgemäßen Betrieb, zu den unterstellten Störfällen, zur thermischen Beeinflussung des Wirtsgesteins, zur Kritikalitätssicherheit und zu den radiologischen Auswirkungen in der Nachbetriebsphase wurden 108 Radionuklide abgeleitet, die mit ihren jeweiligen Aktivitätsbegrenzungen in die Endlagerungsbedingungen Konrad, Stand: Dezember 1995 umgesetzt wurden.

In der Zwischenzeit hat sich der Kenntnisstand über die in radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung enthaltenen Radionuklide erweitert. Vor dem Hintergrund neuerer Erkenntnisse ist das Radionuklidspektrum in den Endlagerungsbedingungen Konrad, Stand: Dezember 1995 zu überprüfen und im Hinblick auf eine etwaig gebotene Erweiterung zu bewerten. Die durchgeführten Arbeiten werden dargestellt und ein Vorschlag unterbreitet, auf welche Weise weitere Radionuklide, die von den Abfallverursachern deklariert wurden und über das bisherige Radionuklidspektrum hinaus gehen, in den Endlagerungsbedingungen Konrad berücksichtigt werden sollen.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 4 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 29.10.2010
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		

ABSTRACT

Author :

Title: Examination of the Radionuclide Spectrum of the Konrad Waste Acceptance Requirements as of December 1995 - as of October 2010 -

Status: October 29, 2010

Key words: Konrad repository, radioactive waste with negligible heat generation, waste acceptance requirements, radionuclide spectrum, activity limitations, declaration limits

The site-specific safety assessment for the Konrad repository was based on a radionuclide spectrum comprising 156 different radionuclides. Of this, limitations on 108 radionuclides resulted from the specific analyses on the normal operation, assumed incidents, thermal impact upon the host rock, criticality safety und radiological impacts in the post-closure phase. These radionuclides and their activity limitations were transferred into the Konrad Waste Acceptance Requirements as of December 1995.

In the meantime the knowledge on radionuclides being included in radioactive waste with negligible heat generation has been expanded. Having this in mind the radionuclide spectrum of the Konrad Waste Acceptance Requirements is to be examined and evaluated with respect to a possibly required extension. The work carried out is described and a proposal made in which way further radionuclides, declared by the waste generators and exceeding the present radionuclide spectrum, should be considered in the Konrad Waste Acceptance Requirements.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 5 von 92
NAAN 9KE	NNNNNNNNNN 2211	AAAA MAO	AA RE	NNNN 0001	NN 02	
						Stand: 29.10.2010

INHALTSVERZEICHNIS

KURZFASSUNG	3
ABSTRACT	4
INHALTSVERZEICHNIS.....	5
TABELLENVERZEICHNIS	7
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	8
ANHANGVERZEICHNIS	10
1 EINLEITUNG	11
2 ENDLAGERUNGSBEDINGUNGEN KONRAD, STAND: DEZEMBER 1995.....	12
2.1 SICHERHEITSANALYSEN UND ENDLAGERUNGSBEDINGUNGEN	12
2.2 RADIONUKLIDSPEKTRUM KONRAD	13
2.3 ÜBERPRÜFUNG DER EINHALTUNG VON AKTIVITÄTSBEGRENZUNGEN	16
3 ERGÄNZUNGEN ZUM RADIONUKLIDSPEKTRUM.....	17
3.1 ABFALLDATENBASIS GORLEBEN 1990.....	17
3.2 KORIGEN-PROGRAMMBIBLIOTHEK	18
4 ERFAHRUNGEN MIT REALEN RADIONUKLIDSPEKTREN.....	21
4.1 ENDLAGERUNG RADIOAKTIVER ABFÄLLE IM ERAM	21
4.2 LAUFENDE ARBEITEN ZUR PRODUKTKONTROLLE	28
4.2.1 <i>Radioaktive Abfälle aus Kernkraftwerken.....</i>	28
4.2.2 <i>Radioaktive Abfälle aus Forschungseinrichtungen.....</i>	30
4.3 ÜBERPRÜFUNG VON ENDLAGERDOKUMENTATIONEN	34
5 DEKLARIERTE RADIONUKLIDSPEKTREN.....	36
6 ÜBERPRÜFUNG DES RADIONUKLIDSPEKTRUMS KONRAD.....	42
6.1 SACHSTAND ZUM PLANFESTSTELLUNGSBESCHLUSS	42
6.2 ZUSÄTZLICHE SICHERHEITSANALYTISCHE UNTERSUCHUNGEN.....	43
6.3 SICHERHEITSTECHNISCHE BEWERTUNG VON WEITEREN RADIONUKLIDEN.....	44
6.3.1 <i>Bestimmungsgemäßer Betrieb.....</i>	44
6.3.2 <i>Unterstellte Störfälle.....</i>	46
6.3.3 <i>Thermische Beeinflussung des Wirtsgesteins.....</i>	46
6.3.4 <i>Kritikalitätssicherheit.....</i>	47
6.3.5 <i>Radiologische Langzeitauswirkungen.....</i>	48
6.4 VERGLEICH MIT AUSLÄNDISCHEN MODELLINVENTAREN FÜR ENDLAGERPLANUNGS- ARBEITEN	51
7 ERGÄNZUNG DER ENDLAGERUNGSBEDINGUNGEN KONRAD.....	51
8 LITERATURVERZEICHNIS.....	58

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 6 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		Stand: 29.10.2010

ANHÄNGE.....65

Gesamtseitenzahl: 92

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 7 von 92
NAAN 9KE	NNNNNNNNNN 2211	AAAA MAO	AA RE	NNNN 0001	NN 02		Stand: 29.10.2010

TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 1:	Zusätzliche Radionuklide mit Halbwertszeiten größer 10 Tage in radioaktiven Abfällen aus Landessammelstellen.	17
Tab. 2:	Weitere Radionuklide mit Halbwertszeiten größer 10 Tage, die in radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung enthalten sein können.....	19
Tab. 3:	Deklarationspflichtige Radionuklide und zugehörige Summenaktivitäten, die im ERAM von 1994 bis 1998 endgelagert wurden und nicht im Radionuklidspektrum Konrad enthalten sind.....	22
Tab. 4:	Nichtdeklarationspflichtige Radionuklide und zugehörige Summenaktivitäten, die im ERAM von 1994 bis 1998 endgelagert wurden und nicht im Radionuklidspektrum Konrad enthalten sind.....	23
Tab. 5:	Aufgeschlüsselte Summenaktivität von radioaktiven Abfällen aus der Landessammelstelle Berlin, die im ERAM endgelagert wurden.....	24
Tab. 6:	Nichtdeklarationspflichtige Radionuklide mit Halbwertszeiten größer 10 Tage, die in radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung enthalten sind.....	25
Tab. 7:	Modellbetrachtung zur Ausschöpfung von Grenzwerten.....	26
Tab. 8:	Deklarierte Radionuklide im Abfallgebäude, die nicht im Radionuklidspektrum Konrad enthalten sind.....	30
Tab. 9:	Abfallchargen mit hochdruckkompaktierten radioaktiven Abfällen.....	31
Tab. 10:	Deklarierte Radionuklide und zugehörige Summenaktivitäten in verschiedenen Abfallchargen, die nicht im Radionuklidspektrum Konrad enthalten sind.....	33
Tab. 11:	Radionuklide mit Halbwertszeiten größer 10 Tage, die bei der Überprüfung von vorhandenen Endlagerdokumentationen identifiziert wurden.....	35
Tab. 12:	Überblick über weitere Radionuklide, die in radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung enthalten sein können bzw. deklariert wurden.....	36
Tab. 13:	Deklarierte Radionuklide in radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung, die nicht in den Endlagerungsbedingungen Konrad, Stand: Dezember 1995 enthalten bzw. begrenzt sind.....	39
Tab. 14:	Weitere Radionuklide, die für den bestimmungsgemäßen Betrieb relevant sein können.....	45
Tab. 15:	Weitere Radionuklide, die für die Kritikalitätssicherheit relevant sind.....	48
Tab. 16:	Weitere Radionuklide, die für die Langzeitsicherheit relevant sein können.....	49
Tab. 17:	Langzeitsicherheitsrelevante Radionuklide.....	50
Tab. 18:	Weitere Radionuklide in radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung. ...	52

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 8 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		Stand: 29.10.2010

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

ASME	The American Society of Mechanical Engineers
AtG	Atomgesetz
AVK	Abfallfluss-Verfolgungs- und Produkt-Kontrollsystem
BfS	Bundesamt für Strahlenschutz
BMI	Bundesministerium des Innern
CAO	Carlsbad Area Office
CFR	Code of Federal Regulation
defra	Department for Environment, Food and Rural Affairs
DOE	U.S. Department of Energy
ERAM	Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben
GRS	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit mbH
ISTec	Institut für Sicherheitstechnologie GmbH
KADABRA	Karlsruher Datenbank für radioaktive Abfälle
NAGRA	Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle
NDA	Nuclear Decommissioning Authority
NMU	Niedersächsisches Umweltministerium (heute: Niedersächsisches Ministerium für Umwelt und Klimaschutz)
OECD/NEA	Organisation for Economic Co-operation and Development / Nuclear Energy Agency

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 9 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		Stand: 29.10.2010

- OPG** Ontario Power Generation
- ReVK** Reststoff-Verfolgungs- und -Kontroll-System
- SKB** Svensk Kärnbränslehantering AB
- StrISchV** Strahlenschutzverordnung
- TÜV** Technischer Überwachungs-Verein
- UK** United Kingdom
- WIPP** Waste Isolation Pilot Plant
- WTI** Wissenschaftlich-Technische Ingenieurberatung GmbH

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 10 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 29.10.2010
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		

ANHANGVERZEICHNIS

Anhang 1:	Abfalldatenblatt mit Radionukliden aus AVK 3.0 (GNS 2003).	67
Anhang 2:	Radionuklidumfang eines modernen ReVK-Systems (ISTec 2007).	70
Anhang 3:	Radionuklidtabelle aus KADABRA (TH-23), Stand: 20. März 2008 (FZK-HDB 2008).	71
Anhang 4:	Aktivitätsgrenzwerte für Leitnuklide und nicht spezifizierte sonstige α - und β -/ γ -Strahler, die aus der Störfallanalyse resultieren. Angaben in Bq pro Abfallgebinde (1995).	78
Anhang 5:	Aktivitätswerte für Leitnuklide und nicht spezifizierte sonstige α - und β -/ γ -Strahler, die aus der Analyse zur thermischen Beeinflussung des Wirtsgesteins resultieren. Angaben in Bq pro Abfallgebinde (1995).	79
Anhang 6:	Aktivitätswerte für weitere Radionuklide, die aus der Analyse zur thermischen Beeinflussung des Wirtsgesteins resultieren. Angaben in Bq pro Abfallgebinde (1995).	81
Anhang 7:	Aktivitätswerte für Leitnuklide und sonstige nicht spezifizierte Alpha- und Beta-/Gammastrahler, die aus der Analyse zur thermischen Beeinflussung des Wirtsgesteins resultieren. Angaben in Bq pro Abfallgebinde (1995).	85
ANHANG 8:	Aktivitätswerte für weitere Radionuklide, die aus der Analyse zur thermischen Beeinflussung des Wirtsgesteins resultieren. Angaben in Bq pro Abfallgebinde (1995).	87

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 11 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		Stand: 29.10.2010

1 EINLEITUNG

Die Endlagerbarkeit von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung im Endlager Konrad wurde im Rahmen einer standortspezifischen Sicherheitsanalyse untersucht. Dieser Analyse lag ein Radionuklidspektrum zugrunde, das auf Angaben der Ablieferungspflichtigen/Abführungspflichtigen^{*)} aus den 1980er Jahren beruhte. In nachfolgenden Endlagerplanungsarbeiten ist diese Datenbasis fortgeschrieben und weiter detailliert worden. Der sich vergrößernde Kenntnisstand über die Radionuklidinventare der verschiedenen Abfallströme spiegelte sich zunächst in der Abfalldatenbasis Gorleben 1990 wieder. Hier sind abdeckende Planungsdaten für alle Arten endzulagernder radioaktiver Abfälle - mit Ausnahme von abgebrannten Brennelementen, die der direkten Endlagerung zugeführt werden sollen - zusammengestellt worden. Die Einlagerung radioaktiver Abfälle im Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) im Zeitraum vom 13. Januar 1994 bis 28. September 1998 und die laufenden Arbeiten zur Produktkontrolle radioaktiver Abfälle lieferten mit den vorgelegten Abfalldokumentationen detaillierte Istdaten über in den Abfallgebinden tatsächlich enthaltene Radionuklidinventare. Weitere Angaben resultieren aus Arbeiten zur Überprüfung von vorhandenen Endlagerdokumentationen zu radioaktiven Abfällen, Zwischenprodukten und Abfallgebinden, die im Hinblick auf die Vorbereitung der Einlagerung im Endlager Konrad von den Ablieferungspflichtigen/Abführungspflichtigen aufgenommen worden sind.

Das Niedersächsische Umweltministerium (NMU; heute: Niedersächsisches Ministerium für Umwelt und Klimaschutz) hat den Planfeststellungsbeschluss für das Endlager Konrad am 22. Mai 2002 erteilt (NMU 2002). Der Beschluss wurde von Kommunen und Privatpersonen beklagt. Das Oberverwaltungsgericht Lüneburg hat mit der Entscheidung vom 08. März 2006 die Klagen abgewiesen und eine Revision vor dem Bundesverwaltungsgericht nicht zugelassen. Die Kläger erhoben Beschwerde gegen die Nichtzulassung der Revision. Die Beschwerden wurden am 26. März 2007 vom Bundesverwaltungsgericht zurückgewiesen. Der Rechtsweg der Verwaltungsgerichtsbarkeit ist damit erschöpft und ein bestandskräftiger und unanfechtbarer Planfeststellungsbeschluss zum Endlager Konrad liegt vor. Darauf hin hat das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) mit Schreiben vom 30. Mai 2007 das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) beauftragt, mit der Errichtung des Endlagers Konrad zu beginnen.

Die Errichtungsarbeiten schließen auch die Anpassung der Endlagerungsbedingungen Konrad mit ein. Bei einer Revision dieser Endlagerungsbedingungen, die mit Stand: Dezember 1995 vorliegen (1995), müssen insbesondere die abfallspezifischen Nebenbestimmungen aus dem verfügbaren Teil A (hier: III. 1.2 Nebenbestimmungen betr. Abfälle; III. 1.3 Nebenbestimmungen betr. Bau- und Anlagentechnik; III. 1.6 Nebenbestimmungen betr. Störfälle) und aus Anhang 4 (Gehobene wasserrechtliche Erlaubnis zur Endlagerung von radioaktiven Abfällen im Endlager Konrad) des Planfeststellungsbeschlusses Konrad umgesetzt werden. Darüber hinaus ist das Radionuklidspektrum aufgrund des heutigen Kenntnisstandes über die in endzulagernden radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung enthaltenen Radionuklide zu überprüfen und im Hinblick auf eine etwaig gebotene Erweiterung zu bewerten. Die hierzu durchgeführten Arbeiten werden nachfolgend dargestellt.

^{*)} Ablieferungspflicht gemäß § 9a Abs. 2 Satz 1 Atomgesetz (AtG) in Verbindung mit § 76 Abs. 1 bis 5 Strahlenschutzverordnung (StrlSchV); Abführungspflicht gemäß § 76 Abs. 6 StrlSchV.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 12 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 29.10.2010
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		

2 ENDLAGERUNGSBEDINGUNGEN KONRAD, STAND: DEZEMBER 1995

Die Planungsarbeiten für das Endlager Konrad orientierten sich u. a. an den „Sicherheitskriterien für die Endlagerung radioaktiver Abfälle in einem Bergwerk“, die das Bundesministerium des Innern (BMI) auf Empfehlung der Reaktor-Sicherheitskommission 1983 festgelegt hat (BMI 1983). Danach ist im Rahmen einer standortspezifischen Sicherheitsanalyse der Nachweis zu erbringen, dass der Schutz von Mensch und Umwelt vor der Schädigung durch ionisierende Strahlung der in den Abfällen enthaltenen Radionuklide langfristig gewährleistet ist.

2.1 SICHERHEITSANALYSEN UND ENDLAGERUNGSBEDINGUNGEN

In das Endlager Konrad sollen feste bzw. verfestigte radioaktive Abfälle aus

- Forschungseinrichtungen,
- Kernkraftwerken,
- Stilllegung und Rückbau von kerntechnischen Anlagen,
- Wiederaufarbeitungsanlagen,
- der kerntechnischen Industrie,
- Landessammelstellen und von
- sonstiger Herkunft

eingelagert werden. Dabei muss u. a. der Randbedingung genügt werden, dass die Temperaturerhöhung am Kammerstoß, die durch die Zerfallswärme der in den Abfallgebänden enthaltenen Radionuklide verursacht wird, im Mittel nicht mehr als 3 K beträgt. Die Endlagerbarkeit dieser radioaktiven Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung wurde in einer umfassenden standortspezifischen Sicherheitsanalyse geprüft, wobei die durchgeführten sicherheitsanalytischen Untersuchungen insbesondere folgende Auswirkungen umfassten:

- Die Strahlenexposition des Betriebspersonals und in der Umgebung der Anlage durch Direkt- und Streustrahlung sowie durch freigesetzte radioaktive Stoffe aus den Abfallgebänden, die über den Abwetter- bzw. Abwasserpfad abgeleitet werden (bestimmungsgemäßer Betrieb).
- Die Strahlenexposition des Betriebspersonals und in der Umgebung der Anlage durch freigesetzte radioaktive Stoffe infolge mechanischer und/oder thermischer Einwirkungen auf die Abfallgebände in der Betriebsphase (unterstellte Störfälle).
- Der Einfluss der Zerfallswärme der in den Abfällen enthaltenen Radionuklide auf das umgebende Gestein (thermische Beeinflussung des Wirtsgesteins).
- Die Verhinderung von kritischen Anordnungen spaltbarer Stoffe (Einhaltung der Unterkritikalität).
- Die Strahlenexposition durch freigesetzte radioaktive Stoffe über den Wasserpfad (radiologische Langzeitauswirkungen).

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 13 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		Stand: 29.10.2010

Die Grundlage für derartige Arbeiten bildeten standortspezifische geologische, hydrogeologische, geochemische und geomechanische Daten, das Anlagenkonzept einschließlich der geplanten betrieblichen Abläufe sowie Angaben über Art, Menge und Eigenschaften der zur Einlagerung vorgesehenen Abfallgebinde. Aus den sicherheitsanalytischen Untersuchungen resultierten sowohl Anforderungen an die Auslegung von Komponenten und Systemen des Endlagers Konrad als auch Anforderungen an die endzulagernden radioaktiven Abfälle. Diese Anforderungen bilden den wesentlichen Teil der „Endlagerungsbedingungen, Stand: Dezember 1995, - Schachtanlage Konrad -“ (1995), die wie folgt aufgebaut und strukturiert sind:

- Grundanforderungen an endzulagernde radioaktive Abfälle
- Anforderungen an Abfallgebinde
- Anforderungen an Abfallprodukte
 - Grundanforderungen
 - Abfallproduktgruppen
 - Qualitätsmerkmale der Abfallproduktgruppen
 - Ausschöpfung von Aktivitätsgrenzwerten
 - Befüllung von Abfallbehältern
- Anforderungen an Abfallbehälter
 - Grundanforderungen
 - Abfallbehälterklassen
 - Störfallfeste Verpackung
 - Innenbehälter
- Aktivitätsbegrenzungen
 - Zulässige Aktivitäten
 - Deklaration von Radionukliden
- Anlieferung von Abfallgebinden

2.2 RADIONUKLIDSPEKTRUM KONRAD

Die Durchführung der standortspezifischen Sicherheitsanalyse setzte u. a. detaillierte abfallspezifische Angaben voraus. Für die radiologische Charakterisierung der endzulagernden Abfallgebinde und damit für die Ermittlung der erforderlichen Angaben zu Radionuklidinventaren waren (und sind) die Ablieferungspflichtigen/Abführungspflichtigen zuständig. Ihre Angaben wurden in der Abfalldatenbasis 1984 zusammengefasst (1984), durch weitere

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 14 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 29.10.2010
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		

Angaben ergänzt (1984; 1984; 1989) und als Eingangsdaten für die sicherheitsanalytischen Untersuchungen zum bestimmungsgemäßen Betrieb, zu den unterstellten Störfällen, der thermischen Beeinflussung des Wirtsgesteins, der Sicherstellung der Unterkritikalität und den radiologischen Langzeitauswirkungen verwendet.

Damit lag den standortspezifischen Sicherheitsanalysen ein Radionuklidspektrum zugrunde, das 156 verschiedene Radionuklide umfasste. Aus den durchgeführten Teilanalysen wurden für 108 Radionuklide Aktivitätsbegrenzungen abgeleitet; diese Radionuklide sind mit ihren jeweiligen Begrenzungen in den Endlagerungsbedingungen Konrad, Stand: Dezember 1995 angegeben (1995).

Für folgende 48 Radionuklide wurden keine Aktivitätsbegrenzungen abgeleitet:

- Die Halbwertszeiten von 44 Radionukliden sind kleiner oder gleich 10 Tage; diese sind

Bi-211	At-217	Y-90	In-111	Tl-207	Fr-223
Po-211	Rn-219	Nb-95m	Sb-126m	Tl-208	U-237
Po-212	Rn-220	Mo-99	I-131	Tl-209	U-240
Po-213	Fr-221	Tc-99m	Ba-137m	Pb-209	Np-238
Po-214	Ac-225	Rh-103m	Pr-144	Pb-211	Np-239
Po-215		Rh-106	Pr-144m	Pb-212	Np-240m
Po-216		Ag-108	Hg-197	Bi-212	Am-242
Po-218		Ag-110	Tl-201	Bi-213	

- Die Halbwertszeiten von 4 Radionukliden sind größer als 10^{11} Jahre; diese sind die primordialen Radionuklide Nd-144, Sm-147, Sm-148 und Gd-152.

Bei Radionukliden mit Halbwertszeiten kleiner oder gleich 10 Tage ist die Aktivität bei Ablieferung der Abfallgebinde an das Endlager Konrad bereits abgeklungen, die primordialen Radionuklide sind aufgrund ihrer sehr langen Halbwertszeiten und geringen Anzahl an Zerfällen pro Zeiteinheit nicht von radiologischer Relevanz.

Die zulässigen Aktivitäten von Radionukliden und Radionuklidgruppen (nicht spezifizierte Alpha- und Beta-/Gammastrahler) pro Abfallgebinde sind in den Endlagerungsbedingungen Konrad (1995) in tabellarischer Form getrennt nach Anforderungen aus

- dem bestimmungsgemäßen Betrieb,
- den unterstellten Störfällen,
- der thermischen Beeinflussung des Wirtsgesteins und
- der Einhaltung der Unterkritikalität (Kritikalitätssicherheit)

angegeben. Ferner sind zulässige Aktivitäten bzw. Massen von höheren spaltbaren Aktiniden aus ergänzenden Untersuchungen zur Kritikalitätssicherheit angegeben. In den sicherheitsanalytischen Untersuchungen zur Strahlenexposition in der Umgebung des Endlagers Konrad in der Nachbetriebsphase (radiologische Langzeitauswirkungen) sind keine Aktivitätsbegrenzungen für Radionuklide und Radionuklidgruppen pro Abfallgebinde abgeleitet worden. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen führten zu

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 15 von 92
NAAN 9KE	NNNNNNNNNN 2211	AAAA MAO	AA RE	NNNN 0001	NN 02	
						Stand: 29.10.2010

Angaben für maximal einlagerbare Aktivitäten von zehn relevanten Radionukliden und zwei relevanten Radionuklidgruppen am Ende der Betriebsphase des Endlagers Konrad (1988, 1991), die in die Endlagerungsbedingungen Konrad umgesetzt wurden.

Die sicherheitsanalytischen Untersuchungen mit den höheren spaltbaren Aktiniden umfassten auch Cf-249 und Cf-251, aber nur im Hinblick auf die Einhaltung der Unterkritikalität. Sicherheitsanalytische Untersuchungen mit Cf-249 und Cf-251 zum bestimmungsgemäßen Betrieb, zu unterstellten Störfällen, zur thermischen Beeinflussung des Wirtsgesteins und zu den radiologischen Langzeitauswirkungen wurden nicht durchgeführt.

Das der standortspezifischen Sicherheitsanalyse zugrunde liegende und in den Endlagerungsbedingungen Konrad, Stand: Dezember 1995 angegebene Radionuklidspektrum wurde durch das NMU als Planfeststellungsbehörde und durch den Technischen Überwachungs-Verein (TÜV) Hannover/Sachsen-Anhalt als seinem Sachverständigen begutachtet. Aus der Begutachtung der einschlägigen Verfahrensunterlagen einschließlich der Endlagerungsbedingungen haben sich jedoch keine Nachforderungen zur Erweiterung des Radionuklidspektrums über die berücksichtigten 156 Radionuklide hinaus ergeben. Die Begrenzungen für Cf-249 und Cf-251 aus kritikalitätssicherheitlicher Sicht sind hierbei eingeschlossen. Im Einzelnen führen TÜV und NMU aus:

- In seinem Gutachten (TÜV 1997) setzt sich der TÜV Hannover/Sachsen-Anhalt mit der Abfalldatenbasis Konrad 1984 (1984), den Aktivitäten relevanter Radionuklide und Radionuklidgruppen am Ende der Betriebsphase des Endlagers Konrad (1991) und den Änderungen im Abfallspektrum auseinander, die aus dem Verzicht auf die Wiederaufarbeitungsanlage Wackersdorf und stattdessen aus der Nutzung der Wiederaufarbeitung in ausländischen Anlagen resultieren (1990). In seiner Begutachtung zieht der TÜV die Schlussfolgerung (Kap. 2.5.1.1), dass „der Antragsteller ... ausreichend belastbare und abdeckende Daten zu den Abfallarten, den Abfallmengen und den Aktivitätsinventaren vorgelegt hat. Diese Daten sind als Planungsgrundlage für das Endlager Grube Konrad aus sicherheitstechnischer Sicht geeignet“ (TÜV 1997).
- Im Planfeststellungsbeschluss Konrad (NMU 2002) führt das NMU aus, dass „der Antragsteller auf der Basis von Erhebungen über Art und Menge der vorhandenen und der entstehenden radioaktiven Abfälle, die zur Endlagerung im Endlager Konrad infrage kommen, ein Modellnuklidspektrum für die schwach wärmeentwickelnden Abfälle ermittelt hat“ (Kap. B III.1) „Auf der Grundlage der für das Planfeststellungsverfahren durchgeführten standortspezifischen Sicherheitsanalyse hat der Antragsteller Endlagerungsbedingungen für das Endlager Konrad erstellt (/EU 117/) [Anmerkung: Bei der erläuternden Unterlage /EU 117/ handelt es sich um die Endlagerungsbedingungen Konrad, Stand: Dezember 1995 (1995)]. Sie beinhalten allgemeine Anforderungen an Abfallgebinde wie auch spezifische Anforderungen an Abfallprodukte und Abfallbehälter sowie Aktivitätsbegrenzungen für einzelne Radionuklide Die Endlagerungsbedingungen /EU 117/ enthalten in den Anhängen II und III.4 die aus den Sicherheitsanalysen abgeleiteten Aktivitätsgrenzwerte für die unterschiedlichen Abfallgebindetypen. Den Analysen liegt ein Radionuklidspektrum aus 156 verschiedenen Radionukliden zugrunde. Hieraus sind Aktivitätsbegrenzungen für 108 Radionuklide, wobei Halbwertszeiten größer als 10 Tage berücksichtigt wurden, abgeleitet worden“ (Kap. B III.1.2) „Als Planungsgrundlage für das Endlager Konrad hat der Antragsteller der Planfeststellungsbehörde belastbare und abdeckende Daten hinsichtlich der Abfallarten, der Abfallmengen und der Aktivitätsinventare (s. a. Kap. B III.1) vorgelegt, die zur Beurteilung des Vorhabens aus sicherheitstechnischer Sicht geeignet sind“ (Kap. C II.2.1.2.2.1).

Im Rahmen der Begutachtung der einschlägigen Verfahrensunterlagen wie auch im Rahmen der Planfeststellung wurde weder

- die Forderung nach einer Erweiterung des Radionuklidspektrums Konrad erhoben noch

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 16 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 29.10.2010
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		

- die Vorgehensweise, für Radionuklide mit Halbwertszeiten kleiner oder gleich 10 Tage und größer als 10^{11} Jahre keine Aktivitätsbegrenzungen abzuleiten, infrage gestellt.

Zusammen mit den o. a. Ausführungen folgt daraus, dass das Radionuklidspektrum Konrad alle sicherheitstechnisch wesentlichen Radionuklide aus den radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung umfasst, die im Endlager Konrad eingelagert werden sollen.

2.3 ÜBERPRÜFUNG DER EINHALTUNG VON AKTIVITÄTS-BEGRENZUNGEN

Die Überprüfung der Einhaltung von Aktivitätsbegrenzungen, d. h. die praktische Anwendung der Tabellen mit den radionuklidspezifischen Begrenzungen, ist ausführlich in den Endlagerungsbedingungen Konrad (1995) beschrieben. In diesem Zusammenhang muss die Deklaration von Radionukliden und Radionuklidgruppen beachtet werden. In diesen Bedingungen ist genau ausgewiesen, in welchen Fällen radionuklidspezifische Aktivitätsangaben unabhängig von einem Deklarationswert oder erst nach Überschreiten des Deklarationswertes von 1 % anzugeben sind. Zu den deklarationspflichtigen Radionukliden und Radionuklidgruppen (nicht spezifizierte Alpha- und Beta-/Gammastrahler) zählen z. B. die sog. Leitnuklide, die sich in den Störfallanalysen und in den Untersuchungen zur thermischen Beeinflussung des Wirtsgesteins als relevant erwiesen haben.

In den endzulagernden Abfallgebinden sind in der Regel keine einzelnen Radionuklide, sondern Radionuklidgemische enthalten. Zur Erleichterung der Nachweisführung, dass die Aktivitäten der in einem Radionuklidgemisch enthaltenen Radionuklide die jeweils zulässigen Begrenzungen einhalten, ist ein Summenkriterium eingeführt worden. Dieses Kriterium gilt als erfüllt, wenn die Summe der Verhältniszahlen (Quotienten) aus den tatsächlich im Abfallgebinde enthaltenen Aktivitäten einzelner Radionuklide bzw. Radionuklidgruppen und den jeweiligen sicherheitsanalytisch abgeleiteten zulässigen Aktivitäten kleiner 1 ist. Aus Störfallsicht muss der Summenwert S_s (s = Index für Störfall) immer kleiner 1 sein. Aus Sicht der thermischen Beeinflussung des Wirtsgesteins und der Einhaltung der Unterkritikalität (Kritikalitätssicherheit) wird für die Summenwerte S_w (w = Index für Wärme) und S_k (k = Index für Kritikalität) gefordert, dass sie kleiner 1 sind. Dies gilt nicht für die gemischte Einlagerung; in diesem Fall können die Summenwerte S_w und S_k auch gleich oder größer 1 sein. Die Einlagerung von Abfallgebinden mit Summenwerten gleich oder größer 1 ist möglich, wenn sie mit Abfallgebinden gemischt werden, die entsprechend geringere Summenwerte besitzen.

Mit dieser Vorgehensweise, die in (1995) unter Berücksichtigung von weiteren Einzelheiten ausführlich dargestellt ist, wird der Nachweis der Einhaltung von Aktivitätsbegrenzungen geführt. Er basiert damit auf dem der standortspezifischen Sicherheitsanalyse Konrad zugrunde liegenden Radionuklidspektrum und den darin enthaltenen 108 Radionukliden, für die Aktivitätsbegrenzungen abgeleitet wurden. Zusätzlich sind Cf-249 und Cf-251 aus kritikalitätssicherheitlicher Sicht zu berücksichtigen. Abfallgebinde, deren Radionuklidgemische sich aus Radionukliden zusammensetzen, die im Radionuklidspektrum Konrad enthalten sind (1995), und die die Anforderungen aus den Endlagerungsbedingungen Konrad nachweislich einhalten (1995), können im Endlager Konrad eingelagert werden.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 17 von 92
NAAN 9KE	NNNNNNNNNN 2211	AAAA MAO	AA RE	NNNN 0001	NN 02		Stand: 29.10.2010

3 ERGÄNZUNGEN ZUM RADIONUKLIDSPEKTRUM

3.1 ABFALLDATENBASIS GORLEBEN 1990

Die Abfalldatenbasis 1984 und ergänzende Angaben der Ablieferungspflichtigen/Abführungspflichtigen gaben zunächst den Kenntnisstand über die in endzulagernden Abfallgebinden enthaltenen Radionuklide mit ihren jeweiligen Aktivitäten wieder. Bei der Präsentation und Diskussion der ersten Fassungen der Endlagerungsbedingungen Konrad wie auch speziell bei der Fortschreibung der Abfalldatenbasis 1984 zur Abfalldatenbasis Gorleben 1990 wurde die Vollständigkeit des Radionuklidspektrums hinterfragt und - soweit erforderlich - um entsprechende Ergänzungen gebeten. Gemäß der Vorgehensweise bei der Charakterisierung von endzulagernden radioaktiven Abfällen und der Bereitstellung von radiologischen Eingangsdaten für sicherheitsanalytische Untersuchungen (1985; 1986) wurden von den Ablieferungspflichtigen/Abführungspflichtigen gegen Ende der 1980er Jahre umfangreiche Angaben in aktualisierter Form gemacht, die in die Abfalldatenbasis Gorleben 1990 umgesetzt wurden. In diesem Zusammenhang haben die Betreiber der Landessammelstellen über das bisherige Radionuklidspektrum hinaus 28 zusätzliche Radionuklide mit Halbwertszeiten größer 10 Tage deklariert, die - wenn auch voraussichtlich nur mit sehr geringen Aktivitäten und unregelmäßigem Anfall - für zukünftige Planungsarbeiten für das Endlagerprojekt Gorleben bestimmt waren. Hierbei handelte es sich um abdeckende Planungsdaten und nicht um Angaben über tatsächliche Radionuklidinventare in radioaktiven Abfällen aus Landessammelstellen (1990). Diese Radionuklide sind zusammen mit ihren Halbwertszeiten (STRLSCHV 2001) in Tab. 1 angegeben.

Tab. 1: Zusätzliche Radionuklide mit Halbwertszeiten größer 10 Tage in radioaktiven Abfällen aus Landessammelstellen.

Radionuklid	Halbwertszeit	Radionuklid	Halbwertszeit
Al-26	7,2 · 10 ⁵ a	Sb-124	60,3 d
As-73	80,3 d	Se-75	120,0 d
Au-195	186,0 d	Sm-145	340,0 d
Ce-141	32,5 d	Sn-113	115,1 d
Cf-252	2,6 a	Sn-119m	293,0 d
Cs-136	13,2 d	Sr-82	25,5 d
Gd-153	239,5 d	Sr-85	64,9 d
Ge-68	270,8 d	Tb-160	72,1 d
Ir-192	74,0 d	Tc-97	4,0 · 10 ⁶ a
K-40	1,3 · 10 ⁹ a	Tl-204	3,8 a
Lu-174	3,3 a	W-181	121,2 d

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 18 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 29.10.2010
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		

Tab. 1: Zusätzliche Radionuklide mit Halbwertszeiten größer 10 Tage in radioaktiven Abfällen aus Landessammelstellen (Fortsetzung).

Mn-53	$3,7 \cdot 10^6$ a	W-185	75,1 d
P-32	14,3 d	Y-88	106,6 d
Po-208	2,9 a	Yb-169	32,0 d

Die Halbwertszeiten der überwiegenden Anzahl der in Tab. 1 angegebenen Radionuklide liegen im Bereich von Tagen, und zwar

- 11 Radionuklide mit Halbwertszeiten zwischen 13,2 Tagen und 80,3 Tagen (As-73, Ce-141, Cs-136, Ir-192, P-32, Sb-124, Sr-82, Sr-85, Tb-160, W-185, Yb-169),
- 9 Radionuklide mit Halbwertszeiten zwischen 106,6 Tagen und 340,0 Tagen (Au-195, Gd-153, Ge-68, Se-75, Sm-145, Sn-113, Sn-119m, W-181, Y-88).

Bei 4 Radionukliden liegen die Halbwertszeiten im Bereich von Jahren, und zwar zwischen 2,6 Jahren und 3,8 Jahren (Cf-252, Lu-174, Po-128, Tl-204).

Bei 4 Radionukliden sind die Halbwertszeiten wesentlich länger und liegen im Bereich zwischen $7,2 \cdot 10^5$ Jahren und $1,3 \cdot 10^9$ Jahren (Al-26, K-40, Mn-53, Tc-97).

Diese Radionuklide sind in der für das Endlager Konrad durchgeführten standortspezifischen Sicherheitsanalyse nicht berücksichtigt worden.

3.2 KORIGEN-PROGRAMMBIBLIOTHEK

Da grundsätzlich nicht auszuschließen war, dass noch weitere Radionuklide in Abfallgebinden enthalten sein können, die sowohl in weiteren Endlagerplanungsarbeiten zu verwenden sind als auch zukünftig an das Endlager Konrad abgeliefert werden sollen, wurde geprüft, ob über die o. a. 28 Radionuklide hinaus noch weitere Radionuklide berücksichtigt werden müssten. Ziel dieser Vorgehensweise war es, zum damaligen Zeitpunkt abfallverursacherseitig nicht deklarierte Radionuklide zu identifizieren, bereits vorsorglich in ergänzenden sicherheitsanalytischen Untersuchungen zu berücksichtigen und mit den ermittelten Aktivitätsbegrenzungen ihre sicherheitstechnische Relevanz zu bewerten.

In diesem Zusammenhang bot sich eine Auswertung der Bibliothek zum Programm KORIGEN (1983) an. Bei der Auswahl der aus dieser Bibliothek zu berücksichtigenden Radionuklide wurde folgendermaßen vorgegangen (1991a):

- In einem ersten Schritt wurden alle Radionuklide mit Halbwertszeiten größer 10 Tage zusammengestellt, die in der Bibliothek zum Programm KORIGEN enthalten sind.
- In einem zweiten Schritt wurden in dieser Zusammenstellung alle bisher in den standortspezifischen Sicherheitsanalysen Konrad berücksichtigten 156 Radionuklide und die in Tab. 1 angegebenen zusätzlichen 28 Radionuklide gestrichen.
- In einem dritten Schritt wurden stabile Radionuklide wie Ce-142, Sm-149 und V-50 wie auch künstlich erzeugte Radionuklide mit Halbwertszeiten größer als 10^{11} Jahre und geringen spezifischen Aktivitäten wie Gd-152, In-115, La-138, Nd-144, Sm-147, Sm-148, Ta-180 und Te-123 gestrichen.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 19 von 92
NAAN 9KE	NNNNNNNNNN 2211	AAAA MAO	AA RE	NNNN 0001	NN 02		Stand: 29.10.2010

Die Beschränkung auf Radionuklide mit Halbwertszeiten größer 10 Tage und kleiner 10^{11} Jahre stand im Einklang mit der Vorgehensweise bei den standortspezifischen Sicherheitsanalysen Konrad; dies wurde weder von der Planfeststellungsbehörde noch von ihrem Gutachter in Frage gestellt (Kap. 2.2).

Damit verbleiben 35 weitere Radionuklide für ergänzende sicherheitsanalytische Untersuchungen; diese Radionuklide sind zusammen mit ihren Halbwertszeiten (STRLSCHV 2001; 2006) in Tab. 2 aufgeführt.

Tab. 2: Weitere Radionuklide mit Halbwertszeiten größer 10 Tage, die in radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung enthalten sein können.

Radionuklid	Halbwertszeit	Radionuklid	Halbwertszeit
Ar-37	35,0 d	Nd-147	11,0 d
Ba-140	12,8 d	Np-236	$1,54 \cdot 10^5$ a
Bi-208	$3,7 \cdot 10^5$ a	P-33	25,3 d
Bi-210m	$3,0 \cdot 10^6$ a	Pm-148m	41,3 d
Bk-249	320,0 d	Pr-143	13,6 d
Cd-115m	44,8 d	Ra-225	14,8 d
Cf-249	350,6 a	Rb-86	18,7 d
Cf-250	13,1 a	Sb-126	12,4 d
Cf-251	898,0 a	Sn-117m	13,6 d
Cf-253	17,8 d	Sn-121m	50 a
Cf-254	60,5 d	Sn-123	129,2 d
Cm-250	$1,1 \cdot 10^4$ a	Te-123m	119,7 d
Es-253	20,4 d	Te-127m	109,0 d
Eu-156	15,2 d	Te-129m	33,6 d
Ho-166m	$1,2 \cdot 10^3$ a	Th-229	$7,9 \cdot 10^3$ a
In-114m	49,5 d	Xe-131m	11,9 d
Kr-81	$2,1 \cdot 10^5$ a	Y-91	58,5 d
Nb-92	$3,6 \cdot 10^7$ a		

Bei dem Radionuklid Np-236 sind in der Bibliothek zum Programm KORIGEN Inkonsistenzen aufgetreten, wobei der Grundzustand und der metastabile Zustand verwechselt wurden (1999; 2000). Im Einklang mit der Karlsruher Nuklidkarte (2006) ist daher dem

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 20 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		Stand: 29.10.2010

Radionuklid Np-236 im Grundzustand die Halbwertszeit von $1,54 \cdot 10^5$ a und im metastabilen Zustand (Np-236m) die Halbwertszeit von 22,5 h zuzuordnen. Als weiteres Radionuklid wird Np-236 betrachtet, während Np-236m aufgrund der kurzen Halbwertszeit von kleiner oder gleich 10 Tagen (1995) bei der Erweiterung des Radionuklidspektrums Konrad nicht zu berücksichtigen ist.

Die Halbwertszeiten der überwiegenden Anzahl der in Tab. 2 angegebenen Radionuklide liegen im Bereich von Tagen, und zwar

- 19 Radionuklide mit Halbwertszeiten zwischen 11,0 Tagen und 60,5 Tagen (Ar-37, Ba-140, Cd-115m, Cf-253, Cf-254, Es-253, Eu-156, In-114m, Nd-147, P-33, Pm-148, Pr-143, Ra-225, Rb-86, Sb-126, Sn-117m, Te-129m, Xe-131m, Y-91),
- 4 Radionuklide mit Halbwertszeiten zwischen 109,0 und 320,0 Tagen (Bk-249, Sn-123, Te-123m, Te-127m).

Bei 4 Radionukliden liegen die Halbwertszeiten im Bereich von Jahren, und zwar zwischen 13,1 Jahren und 898,0 Jahren (Cf-249, Cf-250, Cf-251, Sn-121m).

Bei 8 Radionukliden sind die Halbwertszeiten deutlich länger und liegen im Bereich zwischen $1,2 \cdot 10^3$ Jahren und $3,6 \cdot 10^7$ Jahren (Bi-208, Bi-210m, Cm-250, Ho-166m, Kr-81, Nb-92, Np-236, Th-229).

Diese Radionuklide sind mit Ausnahme von Cf-249 und Cf-251 in der für das Endlager Konrad durchgeführten standortspezifischen Sicherheitsanalyse nicht berücksichtigt worden (Kap. 2.2). Für beide Radionuklide wurden ausschließlich in ergänzenden Untersuchungen zur Kritikalitätssicherheit Aktivitätsbegrenzungen ermittelt und in die Endlagerungsbedingungen Konrad (1995) aufgenommen.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 21 von 92
NAAN 9KE	NNNNNNNNNN 2211	AAAA MAO	AA RE	NNNN 0001	NN 02		Stand: 29.10.2010

4 ERFahrungen mit realen Radionuklid-Spektren

Die von den Betreibern der Landessammelstellen genannten zusätzlichen 28 Radionuklide und die weiteren 35 Radionuklide, die der Programmbibliothek KORIGEN entnommen wurden und nicht auf Angaben der Ablieferungspflichtigen/Abführungspflichtigen beruhen, sind als abdeckende Planungsdaten und vorsorglich zu berücksichtigende Radionuklide angegeben worden. Da diese 63 Radionuklide im Rahmen der Erarbeitung der Abfalldatenbasis 1984 (1984) von den Abfallverursachern nicht deklariert wurden, werden sie voraussichtlich nur mit vergleichsweise sehr geringen Aktivitäten in nicht regelmäßig und relativ gleichförmig anfallenden Abfallströmen enthalten sein. Dieser Sachverhalt wird nachfolgend am Beispiel realer Radionuklid-spektren geprüft und bewertet.

4.1 ENDLAGERUNG RADIOAKTIVER ABFÄLLE IM ERAM

Am 13. Januar 1994 hatte das BfS die Abfalleinlagerung im Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) wieder aufgenommen. In den zur Dauerbetriebsgenehmigung vom 22. April 1986 ergänzend durchgeführten sicherheitsanalytischen Untersuchungen wurden auch die o. a. 63 Radionuklide berücksichtigt. Danach ist festzuhalten, dass

- diese Radionuklide für den bestimmungsgemäßen Betrieb, die thermische Beeinflussung des Wirtsgesteins Salz und die Einhaltung der Unterkritikalität (Kritikalitätssicherheit) nicht von Relevanz sind;
- in den durchgeführten Störfallanalysen mit Ausnahme von Ar-37, Bi-208, Cf-250, Nb-92, Np-236 und Po-208 für alle übrigen Radionuklide Grenzwerte für die Aktivitätskonzentrationen abgeleitet wurden. Die Radionuklide Al-26, Cf-249, Cf-251, Cf-252, Cf-254, Cm-250, Ho-166m, K-40 und Th-229 wurden als sog. Störfall-Leitnuklide eingestuft;
- die Untersuchungen zu den radiologischen Langzeitauswirkungen nur zur Aufnahme bzw. Begrenzung von Th-229 führten.

Die Ergebnisse der ergänzenden Sicherheitsanalysen wurden im Rahmen der Fortschreibung der Endlagerungsbedingungen Morsleben berücksichtigt und in die Endlagerungsbedingungen Morsleben, Stand: August 1996 (1996) umgesetzt. Es wurden 66 deklarationspflichtige Radionuklide abgeleitet, wobei das Radionuklid Ir-192 nur für umschlossene Strahlenquellen relevant war.

Für die im ERAM vom 13. Januar 1994 bis 28. September 1998 endgelagerten radioaktiven Abfälle, die aus dem gesamten Bundesgebiet stammten, liegen detaillierte Angaben zu den Radionukliden und ihren Aktivitäten vor. Die Ablieferungspflichtigen/Abführungspflichtigen haben die Radionuklidinventare auf Abfalldatenblättern gemäß den Anforderungen der Endlagerungsbedingungen Morsleben deklariert. Danach setzt sich die im ERAM endgelagerte Gesamtaktivität aus den Summen der Aktivitäten der deklarationspflichtigen Alpha- und Beta-/Gammastrahler, den Summen der Aktivitäten der nichtdeklarationspflichtigen Alpha- und Beta-/Gammastrahler sowie den Restaktivitäten von Alpha- und Beta-/Gammastrahlern zusammen, die von den Abfallverursachern nicht näher spezifiziert wurden. Die Angaben zu den radionuklidspezifischen Aktivitäten umfassen sowohl die festen Abfälle der Abfallart A1 als auch die umschlossenen Strahlenquellen der Abfallart A 3. Die endgelagerten Strahlenquellen enthalten als deklarationspflichtige Radionuklide lediglich Co-60, Cs-137, Ir-192 und Sr-90.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 22 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 29.10.2010
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		

Einen Überblick über das im ERAM von 1994 bis 1998 eingelagerte Radionuklidinventar ist in (1998) enthalten. Insgesamt wurden 135 Radionuklide deklariert. Dabei haben die Ablieferungspflichtigen/Abführungspflichtigen bei den deklarationspflichtigen Radionukliden die Aktivitäten von 30 Alphastrahlern (Summenaktivität: $6,2 \cdot 10^{10}$ Bq) und 35 Beta-/Gammastrahlern (Summenaktivität: $7,2 \cdot 10^{13}$ Bq) angegeben, während zu den Aktivitäten der nichtdeklarationspflichtigen Radionuklide 3 Alphastrahler (Summenaktivität: $1,0 \cdot 10^9$ Bq) und 67 Beta-/Gammastrahler (Summenaktivität: $1,0 \cdot 10^{13}$ Bq) beitragen. Die nichtspezifizierte Restaktivität der Alphastrahler beläuft sich auf $1,6 \cdot 10^{10}$ Bq, die der Beta-/ Gammastrahler auf $9,0 \cdot 10^{12}$ Bq.

Diese Aktivitätsangaben basieren auf den jeweiligen Einzelaktivitäten, die die Abfallverursacher auf den Abfalldatenblättern dokumentiert haben. Sie berücksichtigen nicht das Abklingverhalten von Radionukliden mit kurzen Halbwertszeiten wie Mn-54, Fe-55 oder Cs-134, deren Aktivitäten einen wesentlichen Beitrag zur Gesamtaktivität der im o. a. Zeitraum im ERAM endgelagerten radioaktiven Abfälle liefern.

Der Vergleich zwischen dem Radionuklidspektrum Konrad (156 Radionuklide) und den in (1998) genannten Radionukliden zeigt, dass von den Abfallverursachern 45 Radionuklide deklariert wurden, die nicht im Radionuklidspektrum Konrad enthalten sind. Diese Radionuklide sind mit ihren Summenaktivitäten in Tab. 3 und 4 zusammengestellt.

Tab. 3: Deklarationspflichtige Radionuklide und zugehörige Summenaktivitäten, die im ERAM von 1994 bis 1998 endgelagert wurden und nicht im Radionuklidspektrum Konrad enthalten sind.

Radionuklid	Summenaktivität [Bq]
Al-26	$8,6 \cdot 10^5$
Cf-249	$5,9 \cdot 10^5$
Cf-251	$2,3 \cdot 10^4$
Cf-252	$6,2 \cdot 10^5$
Cf-254	$3,3 \cdot 10^2$
Cm-250	$3,3 \cdot 10^2$
Ho-166m	$3,4 \cdot 10^4$
K-40	$2,3 \cdot 10^{10}$
Np-236	$4,5 \cdot 10^3$
Th-229	$3,0 \cdot 10^5$

Die in Tab. 3 angegebenen Radionuklide Cf-249 und Cf-251 sind zwar in den Endlagerungsbedingungen Konrad (1995) enthalten, wurden allerdings nur im Rahmen von ergänzenden Untersuchungen zur Kritikalitätssicherheit betrachtet. Für die Endlagerung radioaktiver Abfälle im ERAM war die Kritikalitätssicherheit aufgrund der Beschränkung der zulässigen Aktivität von Alphastrahlern auf $4,0 \cdot 10^8$ Bq/m³ nicht von Bedeutung (1996).

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 23 von 92
NAAN 9KE	NNNNNNNNNN 2211	AAAA MAO	AA RE	NNNN 0001	NN 02		Stand: 29.10.2010

Tab. 4: Nichtdeklarationspflichtige Radionuklide und zugehörige Summenaktivitäten, die im ERAM von 1994 bis 1998 endgelagert wurden und nicht im Radionuklidspektrum Konrad enthalten sind.

Radionuklid	Summenaktivität [Bq]	Radionuklid	Summenaktivität [Bq]
Au-195	$6,4 \cdot 10^2$	Rh-102	$5,5 \cdot 10^7$
Ba-140	$1,3 \cdot 10^4$	Rh-102m	$2,0 \cdot 10^6$
Be-7	$1,4 \cdot 10^5$	Sb-124	$4,3 \cdot 10^7$
Bi-207	$5,5 \cdot 10^7$	Sb-126	$2,1 \cdot 10^5$
Cd-115m	$4,1 \cdot 10^4$	Se-75	$1,4 \cdot 10^8$
Ce-139	$1,2 \cdot 10^3$	Sn-113	$4,3 \cdot 10^8$
Ce-141	$6,2 \cdot 10^5$	Sn-119m	$3,9 \cdot 10^4$
Co-56	$6,2 \cdot 10^4$	Sn-121m	$2,6 \cdot 10^5$
Gd-153	$1,2 \cdot 10^7$	Sr-85	$2,9 \cdot 10^6$
Ge-68	$3,0 \cdot 10^3$	Ta-179	$5,9 \cdot 10^6$
In-114m	$4,5 \cdot 10^5$	Tb-160	$3,8 \cdot 10^3$
Ir-192	$6,5 \cdot 10^7$	Tc-95m	$2,0 \cdot 10^3$
P-32	$1,1 \cdot 10^7$	Tl-204	$1,6 \cdot 10^7$
Pm-146	$6,2 \cdot 10^3$	Tm-170	$1,5 \cdot 10^4$
Rb-83	$1,0 \cdot 10^5$	V-48	$4,1 \cdot 10^5$
Rb-84	$1,2 \cdot 10^5$	Y-88	$2,7 \cdot 10^5$
Rb-86	$3,0 \cdot 10^5$	Yb-169	$3,1 \cdot 10^6$
Rh-101	$5,5 \cdot 10^7$		

Im Zusammenhang mit den nichtdeklarationspflichtigen Radionukliden sei noch auf das folgende Beispiel verwiesen: Für radioaktive Abfälle aus _____ die in 38 Stück 200-l-Fässer verpackt waren, wurde eine Summenaktivität von $1,9 \cdot 10^9$ Bq angegeben. Hierzu tragen folgende (nichtdeklarationspflichtige) Radionuklide bei (_____):

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 24 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 29.10.2010
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		

Tab. 5: Aufgeschlüsselte Summenaktivität von radioaktiven Abfällen aus die im ERAM endgelagert wurden.

Radionuklid	Summenaktivität [%]
Pm-147	99,9
Ru-106	0,1
Rh-101	< 0,1
Rh-102	< 0,1
Rh-102m	< 0,1
Sb-125	< 0,1
Zn-65	< 0,1
Summenaktivität: $1,9 \cdot 10^9$ Bq	

Wie die Aufschlüsselung der Summenaktivität zeigt, sind im Radionuklidinventar dieser die nichtdeklarationspflichtigen Radionuklide Rh-101, Rh-102 und Rh-102m mit Aktivitäten von jeweils weniger als 10^6 Bq enthalten.

Die 45 Radionuklide, die die Ablieferungspflichtigen/Abführungspflichtigen auf den Abfalldatenblättern für das Endlager Morsleben über das Radionuklidspektrum Konrad hinaus deklariert haben, können wie folgt aufgeteilt werden:

- Der Vergleich zwischen den o. a. 63 Radionukliden mit den in (1998) genannten Radionukliden zeigt, dass 31 der 63 Radionuklide von den Abfallverursachern deklariert wurden:

Al-26	Cf-251	Ho-166m	Rb-86	Sn-121m	Yb-169
Au-195	Cf-252	In-114m	Sb-124	Sr-85	
Ba-140	Cf-254	Ir-192	Sb-126	Tb-160	
Cd-115m	Cm-250	K-40	Se-75	Th-229	
Ce-141	Gd-153	Np-236	Sn-113	Tl-204	
Cf-249	Ge-68	P-32	Sn-119m	Y-88	

Dabei sind 18 Radionuklide den zusätzlichen Radionukliden zuzuordnen, die die Betreiber von Landessammelstellen genannt hatten (Tab. 1), während 13 Radionuklide denjenigen zuzuordnen sind, die der Bibliothek des Programms KORIGEN entnommen wurden (Tab. 2).

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 25 von 92
NAAN 9KE	NNNNNNNNNN 2211	AAAA MAO	AA RE	NNNN 0001	NN 02		Stand: 29.10.2010

- Neben diesen 31 Radionukliden sind noch 14 Radionuklide zu berücksichtigen, die nicht zu den o. a. 63 Radionukliden zählen, sondern über sie hinaus für die vom 13. Januar 1994 bis 28. September 1998 im ERAM endgelagerten radioaktiven Abfälle deklariert wurden. Diese Radionuklide sind zusammen mit ihren Halbwertszeiten (StrlSchV 2001) in Tab. 6 angegeben.

Tab. 6: Nichtdeklarationspflichtige Radionuklide mit Halbwertszeiten größer 10 Tage, die in radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung enthalten sind.

Radionuklid	Halbwertszeit	Radionuklid	Halbwertszeit
Be-7	53,3 d	Rh-101	3,3 a
Bi-207	31,6 a	Rh-102	206, d
Ce-139	137,6 d	Rh-102 m	2,9 a
Co-56	78,8 d	Ta-179	665,0 d
Pm-146	5,5 a	Tc-95 m	60,0 d
Rb-83	86,2 d	Tm-170	128,6 d
Rb-84	32,8 d	V-48	16,0 d

Die Halbwertszeiten der überwiegenden Anzahl der in Tab. 6 angegebenen Radionuklide liegen im Bereich von Tagen, und zwar

- 6 Radionuklide mit Halbwertszeiten zwischen 32,8 Tagen und 86,2 Tagen (Be-7, Co-56, Rb-83, Rb-84, Tc-95 m und V-48),
- 4 Radionuklide mit Halbwertszeiten zwischen 128,6 Tagen und 665,0 Tagen (Ce-139, Rh-102, Ta-179 und Tm-170).

Bei vier Radionukliden liegen die Halbwertszeiten im Bereich von Jahren, und zwar 2,9 Jahren und 31,6 Jahren (Bi-207, Pm-146, Rh-101, Rh-102m).

Die Halbwertszeiten lassen sofort erkennen, dass diese 14 Radionuklide für die Langzeitsicherheit des Endlagers Konrad ohne Bedeutung sind.

Um die Relevanz der 45 im Radionuklidinventar des ERAM angegebenen, aber nicht im Radionuklid-spektrum Konrad enthaltenen Radionuklide bewerten zu können, wird folgende Modellbetrachtung durchgeführt:

- In einem ersten Schritt werden die Summenaktivitäten dieser Radionuklide aus den im ERAM von 1994 bis 1998 endgelagerten radioaktiven Abfällen herangezogen (1998).
- In einem zweiten Schritt werden die zugehörigen Grenzwerte der Aktivitätskonzentrationen für diese Radionuklide aus den Endlagerungsbedingungen Morsleben (& 1996) entnommen. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Radionuklide Be-7, Bi-207, Ce-139, Co-56, Pm-146, Rb-83, Rb-84, Rh-101, Rh-102, Rh-102m und Ta-179 als

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 26 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 29.10.2010
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		

nichtdeklarationspflichtige Radionuklide weder in den Endlagerungsbedingungen Morsleben enthalten noch in ihnen begrenzt sind.

- In einem dritten Schritt werden die Summenaktivitäten mit den jeweiligen Störfallgrenzwerten verglichen, und zwar mit den restriktivsten Grenzwerten der Strahlenschutzgruppe S1. Da die o. a. 11 Radionuklide aus dem Vergleich herausfallen, beschränkt er sich auf 34 Radionuklide.

Damit wird modellmäßig unterstellt bzw. so vorgegangen, als ob die Summenaktivitäten aller hier betrachteten 34 Radionuklide jeweils in einem einzigen Abfallgebinde von 1 m³ Volumen enthalten wären, das der Strahlenschutzgruppe S1 zugeordnet ist. Das Ergebnis dieser sehr konservativen Modellbetrachtung gibt Tab. 7 wieder.

Tab. 7: Modellbetrachtung zur Ausschöpfung von Grenzwerten.

Radionuklid	Summenaktivität [Bq]	Grenzwert S 1 [Bq/m ³]	Ausschöpfungsgrad [%]
Al-26	8,6 · 10 ⁵	3,6 · 10 ⁹	0,0238
Au-195	6,4 · 10 ²	4,5 · 10 ¹²	0,0000
Ba-140	1,3 · 10 ⁴	1,8 · 10 ¹²	0,0000
Cd-115m	4,1 · 10 ⁴	2,9 · 10 ¹²	0,0000
Ce-141	6,2 · 10 ⁵	1,8 · 10 ¹³	0,0000
Cf-249	5,9 · 10 ⁵	8,5 · 10 ⁸	0,0694
Cf-251	2,3 · 10 ⁴	8,5 · 10 ⁸	0,0027
Cf-252	6,2 · 10 ⁵	1,2 · 10 ⁹	0,0516
Cf-254	3,3 · 10 ²	3,4 · 10 ⁸	0,0000
Cm-250	3,3 · 10 ²	3,1 · 10 ⁷	0,0010
Gd-153	1,2 · 10 ⁷	2,7 · 10 ¹²	0,0004
Ge-68	3,0 · 10 ³	2,5 · 10 ¹¹	0,0000
Ho-166m	3,4 · 10 ⁴	5,2 · 10 ⁹	0,0006
In-114m	4,5 · 10 ⁵	1,8 · 10 ¹²	0,0000
Ir-192	6,5 · 10 ⁷	9,2 · 10 ¹¹	0,0070
K-40	2,3 · 10 ¹⁰	6,3 · 10 ⁹	365,0793
Np-236	4,5 · 10 ³	2,7 · 10 ⁹	0,0001
P-32	1,1 · 10 ⁷	2,5 · 10 ¹¹	0,0044

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 27 von 92
NAAN 9KE	NNNNNNNNNN 2211	AAAA MAO	AA RE	NNNN 0001	NN 02		Stand: 29.10.2010

Tab. 7: Modellbetrachtung zur Ausschöpfung von Grenzwerten (Fortsetzung).

Rb-86	$3,0 \cdot 10^5$	$2,1 \cdot 10^{12}$	0,0000
Sb-124	$4,3 \cdot 10^7$	$5,5 \cdot 10^{11}$	0,0078
Sb-126	$2,1 \cdot 10^5$	$1,6 \cdot 10^{12}$	0,0000
Se-75	$1,4 \cdot 10^8$	$1,2 \cdot 10^{11}$	0,1166
Sn-113	$4,3 \cdot 10^8$	$1,5 \cdot 10^{12}$	0,0286
Sn-119m	$3,9 \cdot 10^4$	$2,4 \cdot 10^{12}$	0,0000
Sn-121m	$2,6 \cdot 10^5$	$9,2 \cdot 10^{10}$	0,0002
Sr-85	$2,9 \cdot 10^6$	$1,7 \cdot 10^{12}$	0,0001
Tb-160	$3,8 \cdot 10^3$	$7,2 \cdot 10^{11}$	0,0000
Tc-95m	$2,0 \cdot 10^3$	$1,3 \cdot 10^{12}$	0,0000
Th-229	$3,0 \cdot 10^5$	$2,2 \cdot 10^8$	0,1363
Tl-204	$1,6 \cdot 10^7$	$7,7 \cdot 10^{11}$	0,0020
Tm-170	$1,5 \cdot 10^4$	$6,4 \cdot 10^{12}$	0,0000
V-48	$4,1 \cdot 10^5$	$1,3 \cdot 10^{12}$	0,0000
Y-88	$2,7 \cdot 10^5$	$2,4 \cdot 10^{11}$	0,0001
Yb-169	$3,1 \cdot 10^6$	$5,6 \cdot 10^{12}$	0,0000

Aus Tab. 7 ist unmittelbar ersichtlich, dass die in den ergänzenden Störfallbetrachtungen abgeleiteten Grenzwerte für die Strahlenschutzgruppe S1 durch die jeweiligen Summenaktivitäten der hier betrachteten 34 Radionuklide - mit Ausnahme von K-40 - zu weniger als 0,15 % ausgeschöpft werden. Damit kommt diesen Radionukliden unter Störfallgesichtspunkten keine Bedeutung zu.

Der Grenzwert für das Radionuklid K-40 wird um den Faktor 3,65 überschritten. Diese Überschreitung muss jedoch vor dem Hintergrund der hier vorgenommenen Aktivitätsermittlung bewertet werden. K-40 wurde fast nur durch radioaktive Abfälle in das ERAM eingebracht. Zur Bestimmung der K-40 - Aktivitäten wurde die höchste Aktivitätskonzentration (bzw. Nachweisgrenze) aus den vorhandenen Analysen von festen Verdampferkonzentraten mit der Abfallmasse des schwersten Abfallgebundes der jeweiligen Prüfcharge multipliziert und der resultierende Wert für alle Abfallgebunde der betreffenden Prüfcharge deklariert (TÜV 1998). Auf diese Weise wurden sehr konservative Aktivitätswerte für K-40 ermittelt; die tatsächlich im ERAM vorhandene Aktivität dieses Radionuklids ist deutlich geringer.

Die Relevanz der 45 nicht im Radionuklidspektrum Konrad enthaltenen Radionuklide kann aus Störfallsicht nicht abschließend bewertet werden, da - wie oben ausgeführt - 11 Radionuklide nicht in den Endlagerungsbedingungen Morsleben enthalten bzw. begrenzt sind.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 28 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 29.10.2010
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		

Zusammenfassend ist festzustellen:

Die Abfallverursacher haben in ihren radioaktiven Abfällen, die vom 13. Januar 1994 bis 28. September 1998 im ERAM endgelagert wurden, 45 Radionuklide deklariert, die nicht im Radionuklidspektrum Konrad enthalten sind. Sie finden sich in etwa einem Drittel der in diesem Zeitraum eingelagerten 95.444 Abfallgebinde, wobei sie in der Regel nur einzeln mit jeweils sehr kleinen Aktivitäten in den betroffenen Abfallgebänden verteilt sind. Als Beispiele seien hier die beiden Radionuklide K-40 und Th-229 genannt: K-40 ist in ca. 7.000 Abfallgebänden und Th-229 in ca. 4.000 Abfallgebänden enthalten. Gemäß Tab. 7 liegen ihre Summenaktivitäten - mit der deklarationsbedingten Ausnahme von K-40 - im Größenordnungsbereich zwischen 10^2 Bq und 10^8 Bq. In einer sehr konservativen Modellbetrachtung ist der Ausschöpfungsgrad der jeweiligen Störfallgrenzwerte ermittelt worden. Die Ausschöpfung dieser Werte von weniger als 0,15 % gibt einen deutlichen Hinweis darauf, dass diese Radionuklide nicht von sicherheitstechnischer Relevanz sind. Dies gilt umso mehr, wenn nicht die sehr konservativen Annahmen der durchgeführten Modellbetrachtung verwendet, sondern auf tatsächliche Aktivitätsinventare pro Abfallgebinde abgestellt werden.

4.2 LAUFENDE ARBEITEN ZUR PRODUKTKONTROLLE

Im Hinblick auf die Einlagerung in einem Bundesendlager melden die Abfallverursacher seit Jahren ihre radioaktiven Abfälle beim BfS zur Produktkontrolle an. Als Prüfmaßstab dienen insbesondere die Endlagerungsbedingungen Konrad (1995), in Einzelfällen auch die Endlagerungsbedingungen Morsleben (1996). Im Rahmen der laufenden Produktkontrollarbeiten werden insbesondere die Angaben zum Radionuklidinventar eines Abfallgebändes oder einer Abfallcharge überprüft und im Hinblick auf die Einhaltung der Begrenzungen aus den Endlagerungsbedingungen bewertet.

4.2.1 Radioaktive Abfälle aus Kernkraftwerken

Bei der Deklaration von Radionukliden in Betriebsabfällen aus Kernkraftwerken sind in den letzten Jahren in einigen wenigen Fällen auch Radionuklide deklariert worden, die nicht im Radionuklidspektrum Konrad enthalten bzw. nicht durch die Endlagerungsbedingungen Konrad abgedeckt sind:

- In Betriebsabfällen aus Kernkraftwerken ist das Radionuklid Sb-124 (Tab. 1) enthalten, und zwar
 - im mit 117 Stück Presslinge mit hochdruckverpressten radioaktiven Abfällen aus für den im Abfalldatenblatt das Radionuklid Sb-124 mit einer Aktivität von $1,9 \cdot 10^4$ Bq ausgewiesen wird;
 - in 92 Stück 200-l-Fässer mit Ionenaustauscherharzen aus für die in den zugehörigen Produktabfalldatenblättern die Aktivität von Sb-124 im Bereich von $1,2 \cdot 10^3$ Bq bis $6,1 \cdot 10^3$ Bq - jeweils auf ein Fass bezogen - angegeben ist.
- Für in den 39 Presslinge mit Asche/Filterstaub/Sekundärabfall und 51 Presslinge mit Mischabfall verpackt sind, enthält die Gesamtaktivität der Alphastrahler von $5,6 \cdot 10^6$ Bq auch die Aktivität der Radionuklide Cf-249, Cf-251, Cf-252, Cf-254, Cm-250 und Th-229, die der Beta-/Gammastrahler von $4,1 \cdot 10^9$ Bq auch die Akti-

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 29 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		Stand: 29.10.2010

vität der Radionuklide Al-26 und K-40. Radionuklidspezifische Aktivitätsangaben werden hierzu jedoch nicht gemacht. Die Radionuklide Al-26, Cf-252 und K-40 sind in Tab. 1, die übrigen in Tab. 2 enthalten.

- Für zwei 200-l-Fässer mit verpressten Abfällen aus sind in den zugehörigen Abfalldatenblättern die Radionuklide Sb-124 mit $2,7 \cdot 10^{-4}$ Bq bzw. $3,3 \cdot 10^{-5}$ Bq und Ce-141 mit $5,8 \cdot 10^{-11}$ Bq bzw. $1,1 \cdot 10^{-11}$ Bq angegeben. Beide Radionuklide sind in Tab. 1 enthalten.
- Die beiden Radionuklide Sb-124 und Ce-141 sind auch in den Betriebsabfällen anderer Kernkraftwerke enthalten, und zwar
 - im in den 66 Presslinge mit Verbrennungsrückständen und 2 Presslinge mit Sekundärabfällen verpackt sind (Aktivität von Sb-124: $3,3 \cdot 10^{-3}$ Bq; Aktivität von Ce-141: $6,3 \cdot 10^{-14}$ Bq);
 - in 7 Stück 200-l-Fässer mit formstabil kompaktierten Aschen, für die im Abfalldatenblatt die Summenaktivität des Radionuklids Sb-124 mit $2,4 \cdot 10^1$ Bq angegeben ist;
 - in 4 Stück 200-l-Fässer aus die im Rahmen der Kampagne mit Ionenaustauschern befüllt wurden und deren Aktivitäten von Sb-124 zwischen $1,3 \cdot 10^5$ Bq und $2,8 \cdot 10^5$ Bq bzw. von Ce-141 zwischen $2,7 \cdot 10^5$ Bq und $5,1 \cdot 10^5$ Bq - jeweils auf ein Fass bezogen - liegen;
 - in 26 Stück 400-l-Edelstahlfässer mit Ionenaustauschern, Filterhilfsmitteln, Salz und festen Abfällen, für die im Abfalldatenblatt die Summenaktivitäten für Sb-124 mit $3,2 \cdot 10^6$ Bq und für Ce-141 mit $4,8 \cdot 10^6$ Bq angegeben sind;
 - in 18 Stück 400-l-Edelstahlfässer mit getrocknetem Verdampferkonzentrat aus dem Kernkraftwerk Isar 2, für die im Abfalldatenblatt GNS B114/99 Rev 02 (GNS 2008d) die Aktivitäten von Sb-124 zwischen $9,2 \cdot 10^{-7}$ Bq und $1,9 \cdot 10^{-6}$ Bq bzw. von Ce-141 zwischen $6,5 \cdot 10^{-27}$ Bq und $2,4 \cdot 10^{-26}$ Bq - jeweils auf ein Fass bezogen - angegeben sind;
 - in 9 Stück 200-l-Edelstahlfässer mit getrocknetem Verdampferkonzentrat aus , für die im Abfalldatenblatt die Aktivitäten von Sb-124 zwischen $4,0 \cdot 10^1$ Bq und $8,2 \cdot 10^1$ Bq bzw. von Ce-141 zwischen $6,4 \cdot 10^{-3}$ Bq und $1,1 \cdot 10^{-2}$ Bq - jeweils auf ein Fass bezogen - angegeben sind.
- Darüber hinaus sind die beiden Radionuklide Sb-124 und Ce-141 zusammen mit Ir-192 in Betriebsabfällen aus im Behälter (Aktivität von Sb-124: $3,0 \cdot 10^{-28}$ Bq; Aktivität von Ce-141: $2,1 \cdot 10^{-58}$ Bq; Aktivität von Ir-192: kleiner Deklarationsgrenze) und (Aktivität von Sb-124: $6,5 \cdot 10^{-14}$ Bq; Aktivität von Ce-141: $3,8 \cdot 10^{-32}$ Bq; Aktivität von Ir-192: kleiner Deklarationsgrenze) angegeben worden
- Im Gussbehälter , der 6 Brennelementkästen und 14 Kastenbefestiger enthält, sind die Aktivitäten von Sn-119m mit $1,0 \cdot 10^8$ Bq und von Sn-121m mit $1,5 \cdot 10^{10}$ Bq angegeben. Sn-119m ist in Tab. 1, Sn-121m in Tab. 2 aufgeführt.
- Für 25 Stück 580-l-Fässer mit Ionenaustauscherharzen aus sind in dem zugehörigen Sammeldatenblatt die Radionuklide K-40 mit einer Summenaktivität von $3,3 \cdot 10^8$ Bq, Ho-166m mit einer Summenaktivität von $8,5 \cdot 10^1$ Bq und

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 30 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9KE	2211	MAO	RE	0001	02	Stand: 29.10.2010

Th-229 mit einer Summenaktivität von $3,4 \cdot 10^3$ Bq angegeben. Das Radionuklid K-40 ist in Tab. 1, die beiden übrigen Radionuklide Ho-166m und Th-229 sind in Tab. 2 enthalten.

Diese Beispiele belegen, dass in Tab. 1 angegebene Radionuklide nicht nur in den radioaktiven Abfällen aus Landessammelstellen enthalten sein können, sondern in Betriebsabfällen aus Kernkraftwerken vorhanden sind. Sie belegen ferner, dass aus der Bibliothek zum Programm KORIGEN entnommene Radionuklide (Tab. 2) auch in diesen Abfällen enthalten sind. Hier zeigt sich, dass die vorsorgliche Betrachtung weiterer Radionuklide richtig war. Dies kommt auch in Anfragen nach Grenzwerten für das Radionuklid Cf-252 in Betriebsabfällen aus Kernkraftwerken zum Ausdruck (2006). Ergänzend sei darauf hingewiesen, dass das Radionuklid Sn-121m auch in Betriebsabfällen aus amerikanischen Kernkraftwerken identifiziert wurde (1993).

Die zugehörigen Aktivitäten der nicht durch die Endlagerungsbedingungen Konrad abgedeckten Radionuklide liegen im Größenordnungsbereich zwischen 10^{-27} Bq pro Fass und 10^5 Bq pro Fass zwischen 10^8 Bq pro Gussbehälter und 10^{10} Bq pro Gussbehälter oder zwischen 10^{-32} Bq pro Container Typ V und 10^4 Bq pro Container Typ V Als Summenaktivität liegen sie - mit der deklarationsbedingten Ausnahme von K-40 - im Bereich zwischen 10^{-58} Bq pro 15 Stück 200-l-Fässer und 10^6 Bq pro 26 Stück 400-l-Fässer

. Mit diesen Werten ist eindeutig belegt, dass diese Radionuklide nur in sehr wenigen Abfallgebinden mit sehr kleinen, z. T. äußerst geringen Aktivitäten anfallen. Dies gilt umso mehr, wenn nicht die Summenaktivitäten betrachtet, sondern auf abfallgebindebezogene Aktivitäten abgestellt wird.

Im Hinblick auf die Aktivitätsangaben für K-40 ist es geboten, die Vorgehensweise bei der Aktivitätsbestimmung (Kap. 4.1) zu überprüfen und zukünftig realitätsnähere Angaben zu deklarieren.

4.2.2 Radioaktive Abfälle aus Forschungseinrichtungen

Außer in Betriebsabfällen aus Kernkraftwerken werden Radionuklide, die über das Radionuklidspektrum Konrad hinausgehen und nicht in den Endlagerungsbedingungen Konrad enthalten sind, auch in Einzelfällen in radioaktiven Abfällen aus Forschungseinrichtungen deklariert. Für den Stahlblechcontainer mit Betonauskleidung , der vergossenen Bauschutt enthält, werden im zugehörigen Abfalldatenblatt folgende Radionuklide deklariert, die nicht im Radionuklidspektrum Konrad enthalten sind:

Tab. 8: Deklarierte Radionuklide im Abfallgebinde , die nicht im Radionuklidspektrum Konrad enthalten sind.

Radionuklid	Aktivität [Bq]
Cf-249	$9,8 \cdot 10^{-1}$
Gd-153	$4,3 \cdot 10^0$
Ge-68	$3,7 \cdot 10^{-3}$
Ho-166m	$2,6 \cdot 10^{-1}$
K-40	$4,7 \cdot 10^{-1}$

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 31 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 29.10.2010
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		

Tab. 8: Deklarierte Radionuklide im Abfallgebäude , die nicht im Radionuklidspektrum Konrad enthalten sind (Fortsetzung).

Sb-126	$4,2 \cdot 10^3$
Se-75	$4,3 \cdot 10^0$
Sn-113	$3,2 \cdot 10^0$
Sn-119m	$3,7 \cdot 10^0$
Sn-121m	$2,7 \cdot 10^3$
Sn-123	$4,2 \cdot 10^{-1}$
Te-127m	$1,7 \cdot 10^{-1}$
Tl-204	$3,6 \cdot 10^{-2}$

Die Radionuklide Gd-153, Ge-68, K-40, Se-75, Sn-113, Sn-119m und Tl-204 sind in Tab. 1, die übrigen mit Ausnahme von Sn-123 und Te-127m in Tab. 2 enthalten. Diese beiden Radionuklide wurden bisher nicht deklariert.

Als weitere Beispiele sollen die Abfalldatenblätter für Abfallprodukte verschiedener Abfallchargen mit hochdruckkompaktierten und in 200-l-Fässern verpackten radioaktiven Abfällen ausgewertet werden. Hierzu werden die Abfallchargen

herangezogen. Einzelheiten zu diesen Abfallchargen finden sich in Tab. 9.

Tab. 9: Abfallchargen mit hochdruckkompaktierten radioaktiven Abfällen.

Abfallcharge	Abfallart (kompaktiert mit Kartusche)	Stückzahl 200-l-Fässer	Anzahl deklarerter und nicht im Radionuklidspektrum Konrad enthaltener Radionuklide
	Metalle, Nichtmetalle, Kunststoffe	2	15
	Zellstoff, Folie	17	5
	Metalle, Nichtmetalle, Kunststoffe	21	25

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 32 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 29.10.2010
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		

Tab. 9: Abfallchargen mit hochdruckkompaktierten radioaktiven Abfällen (Fortsetzung).

	Metalle, Nichtmetalle, Kunststoffe	4	2
	Zellstoff, Folie	17	16
	Zellstoff, Folie	16	6
	Filter, Luftfilterelemente	25	23
	Luftfilterelemente	20	21
	Metalle, Nichtmetalle, Kunststoffe	13	6
	unsortierter Abfall, Metalle, Nichtmetalle, Kunststoffe	8	5
	Metalle, Nichtmetalle, Kunststoffe	17	7
	Metalle, ferritische Metalle	10	4
	unsortierter Abfall, Metalle, Nichtmetalle, Kunststoffe	9	20
	Metalle, Nichtmetalle, Kunststoffe	17	7
	unsortierter Abfall, Metalle, Nichtmetalle, Kunststoffe	6	15
	Metalle, Leichtmetalle	7	23
	Metalle, Nichtmetalle, Kunststoffe	4	2
	Metalle, Nichtmetalle, Kunststoffe	13	7

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 33 von 92
NAAN 9KE	NNNNNNNNNN 2211	AAAA MAO	AA RE	NNNN 0001	NN 02		Stand: 29.10.2010

Je nach radioaktivem Abfall werden 2 bis 25 Radionuklide deklariert, die über das Radionuklidspektrum Konrad hinausgehen. Diese Radionuklide und ihre zugehörigen Summenaktivitäten sind in Tab. 10 zusammengestellt. Beim Auftreten von Radionukliden in mehreren Abfallchargen ist die jeweilige Bandbreite der Summenaktivität angegeben worden.

Tab. 10: Deklarierte Radionuklide und zugehörige Summenaktivitäten in verschiedenen Abfallchargen, die nicht im Radionuklidspektrum Konrad enthalten sind.

Radionuklid	Summenaktivität [Bq]	Radionuklid	Summenaktivität [Bq]
Al-26	$7,8 \cdot 10^{-3} - 1,6 \cdot 10^0$	Rh-101	$4,3 \cdot 10^{-2}$
Be-7	$2,4 \cdot 10^2$	Rh-102m	$1,5 \cdot 10^2$
Bi-207	$2,7 \cdot 10^{-3} - 6,0 \cdot 10^0$	Sb-124	$4,5 \cdot 10^{-2} - 3,3 \cdot 10^4$
Ce-141	$5,3 \cdot 10^2 - 4,2 \cdot 10^4$	Sb-126	$2,0 \cdot 10^{-2} - 4,5 \cdot 10^3$
Cf-249	$1,1 \cdot 10^{-1} - 1,5 \cdot 10^1$	Se-75	$9,3 \cdot 10^{-2} - 4,6 \cdot 10^5$
Cf-252	$4,5 \cdot 10^{-3} - 2,2 \cdot 10^{-2}$	Sn-113	$1,6 \cdot 10^{-1} - 4,0 \cdot 10^5$
Es-254	$3,4 \cdot 10^{-3} - 3,6 \cdot 10^{-3}$	Sn-119m	$3,4 \cdot 10^{-2} - 1,4 \cdot 10^2$
Gd-153	$1,7 \cdot 10^{-1} - 4,8 \cdot 10^5$	Sn-121m	$1,2 \cdot 10^{-1} - 7,2 \cdot 10^3$
Ge-68	$2,3 \cdot 10^{-3} - 1,7 \cdot 10^3$	Sn-123	$8,3 \cdot 10^{-2} - 1,6 \cdot 10^3$
Ho-166m	$3,0 \cdot 10^{-3} - 1,3 \cdot 10^1$	Sr-85	$6,2 \cdot 10^{-2} - 4,9 \cdot 10^5$
In-114m	$8,0 \cdot 10^2$	Ta-179	$1,1 \cdot 10^{-1} - 9,6 \cdot 10^2$
Ir-192	$5,5 \cdot 10^{-2} - 4,2 \cdot 10^2$	Tb-160	$1,3 \cdot 10^3 - 1,0 \cdot 10^5$
K-40	$4,1 \cdot 10^{-2} - 2,6 \cdot 10^5$	Te-127m	$1,2 \cdot 10^{-2}$
P-32	$6,5 \cdot 10^{-2} - 2,8 \cdot 10^5$	Th-229	$2,4 \cdot 10^{-3} - 1,1 \cdot 10^0$
Pm-146	$2,0 \cdot 10^{-3} - 8,7 \cdot 10^1$	Ti-44	$1,3 \cdot 10^{-2} - 5,3 \cdot 10^2$
Po-208	$2,9 \cdot 10^{-3} - 2,5 \cdot 10^1$	Tl-204	$1,1 \cdot 10^{-1} - 4,6 \cdot 10^6$
Ra-225	$2,4 \cdot 10^{-3} - 1,1 \cdot 10^0$	V-48	$7,4 \cdot 10^2 - 2,4 \cdot 10^5$
Rb-83	$1,8 \cdot 10^2$	W-181	$2,1 \cdot 10^0 - 6,3 \cdot 10^0$
Rb-84	$2,1 \cdot 10^2 - 3,1 \cdot 10^3$	Y-88	$6,1 \cdot 10^{-1}$
Rb-86	$5,4 \cdot 10^2$	Yb-169	$5,6 \cdot 10^1 - 5,5 \cdot 10^3$

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 34 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		Stand: 29.10.2010

Von den in Tab. 10 genannten Radionukliden zählen Be-7, Bi-207, Pm-146, Rb-83, Rb-84, Rh-102m, Ta-179 und V-48 zu den nichtdeklarationspflichtigen Radionukliden, die in radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung vorkommen (Tab. 6). Die Radionuklide Es-254 und Ti-44 sind erstmals in radioaktiven Abfällen aus dem Forschungsbereich deklariert worden und müssen zusätzlich berücksichtigt werden. Alle anderen Radionuklide sind in Tab. 1 und 2 enthalten.

Zusammenfassend ist festzustellen:

Die in Tab. 8 und 10 genannten, in radioaktiven Abfällen aus vorhandenen Radionuklide sind mit Ausnahme von Es-254 und Ti-44 in Tab. 1, 2 und 6 aufgeführt. Damit ist der Beleg erbracht, dass diese Radionuklide nicht nur in Abfällen aus Landessammelstellen enthalten sein können bzw. zu den Radionukliden zählen, die vorsorglich der Bibliothek zum Programm KORIGEN entnommen wurden, sondern tatsächlich in radioaktiven Abfällen aus dem Forschungsbereich auftreten (und im ERAM endgelagert wurden). Zusätzlich sind die beiden Radionuklide Es-254 und Ti-44 zu berücksichtigen. Die zugehörigen, in Tab. 8 und 10 genannten radionuklidspezifischen Summenaktivitäten pro Abfallgebinde bzw. pro Abfallcharge liegen hauptsächlich im Bereich von 10^{-3} Bq bis 10^2 Bq, einige zwischen 10^3 Bq und 10^5 Bq. Mit diesen Werten ist nochmals eindeutig belegt, dass diese Radionuklide nur in sehr wenigen Abfallgebänden mit überwiegend sehr kleinen Aktivitäten anfallen. Dies gilt umso mehr, wenn nicht auf die Abfallchargen, sondern auf die einzelnen, zu einer Charge zählenden Abfallgebinde und deren Aktivitäten abgestellt wird (Tab. 8).

4.3 ÜBERPRÜFUNG VON ENDLAGERDOKUMENTATIONEN

Parallel zu der Errichtung des Endlagers Konrad und Anpassung der Endlagerungsbedingungen Konrad durch das BfS haben die Ablieferungspflichtigen/Abführungspflichtigen damit begonnen, die in ihrer Zuständigkeit liegenden Arbeiten zur Vorbereitung der Ablieferung von Abfallgebänden an das Endlager Konrad aufgenommen. Die übergeordnete Zielsetzung dieser Arbeiten ist die rechtzeitige Bereitstellung von produktkontrollierten und zur Einlagerung im Endlager Konrad freigegebenen Abfallgebänden.

Gemäß dieser Zielsetzung haben die Ablieferungspflichtigen/Abführungspflichtigen damit begonnen, vorhandene Endlagerdokumentationen zu radioaktiven Abfällen, Zwischenprodukten und Abfallgebänden bzw. Abfallgebindechargen zu sichten, auf Belastbarkeit und Vollständigkeit der Angaben zu überprüfen, offene Punkte zu identifizieren sowie erforderliche Schritte zu ihrer Fortschreibung bzw. Vervollständigung und endgültigen Erstellung einzuleiten und voranzutreiben.

Im Zusammenhang mit der Überprüfung von vorhandenen Endlagerdokumentationen sind Radionuklide festgestellt worden, die nicht im Radionuklidspektrum Konrad enthalten bzw. nicht durch die Endlagerungsbedingungen Konrad abgedeckt sind. Hierbei handelt es sich um radioaktive Abfälle aus der Forschung und aus der kerntechnischen Industrie:

- In Dokumentationen über Beschleunigerabfälle aus ist das Radionuklid Hf-172 enthalten.
- In Dokumentationen über radioaktive Abfälle sind 19 Radionuklide enthalten, die teilweise aus Querkontaminationen aus ihrer Konditionierung stammen bzw. Tochternuklide aus Zerfallsreihen sind. Von diesen 19 Radionukliden haben nur Pm-145 und Pu-246 eine Halbwertszeit größer 10 Tage auf, während die Halbwertszeiten der übrigen Radionuklide kleiner sind und damit nicht weiter betrachtet werden müssen (Kap. 2.2).

Angaben zu Aktivitäten wurden nicht gemacht. In Tab. 11 sind diese Radionuklide mit ihren Halbwertszeiten angegeben.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 35 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		Stand: 29.10.2010

Tab. 11: Radionuklide mit Halbwertszeiten größer 10 Tage, die bei der Überprüfung von vorhandenen Endlagerdokumentationen identifiziert wurden.

Radionuklid	Halbwertszeit
Hf-172	1,9 a
Pm-145	17,7 a
Pu-246	10,9 d

Die drei Radionuklide Hf-172, Pm-145 und Pu-246 liegen in fester Form vor (Hafnium: Übergangsmetall; Promethium: Metall der seltenen Erden; Plutonium: Schwermetall), sind nicht flüchtig und zählen nicht zu den Spaltstoffen. Ihre Halbwertszeiten lassen sofort erkennen, dass sie für die Langzeitsicherheit des Endlagers Konrad ohne Bedeutung sind.

Die Herkunft ‚Querkontamination‘ ist bereits ein deutlicher Hinweis darauf, dass hier nur mit geringen Aktivitäten zu rechnen ist.

5 DEKLARIERTE RADIONUKLIDSPEKTREN

Für die Diskussion des Radionuklidspektrums Konrad gibt Tab. 12 einen Überblick über die weiteren Radionuklide, die nach heutigem Kenntnisstand in radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung enthalten sein können (Spalte ‚Abfalldatenbasis Gorleben 1990‘ (Tab. 1) und Spalte ‚Programm-bibliothek KORIGEN‘ (Tab. 2)) bzw. die in diesen Abfällen deklariert wurden (Spalte ‚ERAM 1994-1998‘ (Kap. 4.1), Spalte ‚KKW-Abfälle‘ (Kap. 4.2.1) , Spalte -Abfälle‘ (Kap. 4.2.2) und Spalte

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 36 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 29.10.2010
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		

„Überprüfung Endlagerdokumentationen“ (Kap. 4.3)). Danach sind entsprechend dem heutigen Kenntnisstand

- in den radioaktiven Abfällen, die von 1994 bis 1998 im ERAM eingelagert wurden, 45 Radionuklide
- in den Betriebsabfällen aus Kernkraftwerken 13 Radionuklide
- in den radioaktiven Abfällen aus 39 Radionuklide
- in den radioaktiven Abfällen aus ein Radionuklid
- in den Radioaktiven Abfällen zwei Radionuklide

deklariert worden, die nicht in den Endlagerungsbedingungen Konrad (1995) enthalten sind.

Tab. 12: Überblick über weitere Radionuklide, die in radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung enthalten sein können bzw. deklariert wurden.

1 Abfalldatenbasis Gorleben; 2 Programmbibliothek KORIGEN; 3 ERAM 1994-1998
 4 KKW-Abfälle; 5 -Abfälle; 6 Überprüfung Endlagerdokumentationen

Radionuklid	1	2	3	4	5	6
Al-26	X		X	X	X	
Ar-37		X				
As-73	X					
Au-195	X		X			
Ba-140		X	X			
Be-7			X		X	
Bi-207			X		X	
Bi-208		X				
Bi-210m		X				
Bk-249		X				
Cd-115m		X	X			

Tab. 12: Überblick über weitere Radionuklide, die in radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung enthalten sein können bzw. deklariert wurden (Fortsetzung).

1 Abfalldatenbasis Gorleben; 2 Programmbibliothek KORIGEN; 3 ERAM 1994-1998
 4 KKW-Abfälle; 5 Abfälle; 6 Überprüfung Endlagerdokumentationen

Ce-139			X			
--------	--	--	---	--	--	--

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 37 von 92
NAAN 9KE	NNNNNNNNNN 2211	AAAA MAO	AA RE	NNNN 0001	NN 02	
						Stand: 29.10.2010

Ce-141	X			X	X	X	
Cf-249		X		X	X	X	
Cf-250		X					
Cf-251		X		X	X	X	
Cf-252	X			X	X	X	
Cf-253		X					
Cf-254		X		X	X	X	
Cm-250		X		X	X	X	
Co-56				X			
Cs-136	X						
Es-253		X					
Es-254						X	
Eu-156		X					
Gd-153	X			X		X	
Ge-68	X			X		X	
Hf-172							X
Ho-166m		X		X	X	X	
In-114m		X		X		X	
Ir-192	X			X	X	X	
K-40	X			X	X	X	
Kr-81		X					
Lu-174	X						
Mn-53	X						
Nb-92		X					

Tab. 12: Überblick über weitere Radionuklide, die in radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung enthalten sein können bzw. deklariert wurden (Fortsetzung).

1 Abfalldatenbasis Gorleben; 2 Programmbibliothek KORIGEN; 3 ERAM 1994-1998
4 KKW-Abfälle; 5 -Abfälle; 6 Überprüfung Endlagerdokumentationen

Nd-147		X				
--------	--	---	--	--	--	--

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 38 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		Stand: 29.10.2010

Np-236		X					
P-32	X			X		X	
P-33		X					
Pm-145							X
Pm-146				X		X	
Pm-148m		X					
Po-208	X					X	
Pr-143		X					
Pu-246							X
Ra-225		X				X	
Rb-83				X		X	
Rb-84				X		X	
Rb-86		X		X		X	
Rh-101				X		X	
Rh-102				X			
Rh-102m				X		X	
Sb-124	X			X	X	X	
Sb-126		X		X		X	
Se-75	X			X		X	
Sm-145	X						
Sn-113	X			X		X	
Sn-117m		X					
Sn-119m	X			X	X	X	
Sn-121m		X		X	X	X	

Tab. 12: Überblick über weitere Radionuklide, die in radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung enthalten sein können bzw. deklariert wurden (Fortsetzung).

1 Abfalldatenbasis Gorleben; 2 Programmbibliothek KORIGEN; 3 ERAM 1994-1998
 4 KKW-Abfälle; 5 -Abfälle; 6 Überprüfung Endlagerdokumentationen

Sn-123		X				X	
--------	--	---	--	--	--	---	--

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 39 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 29.10.2010
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		

Sr-82	X					
Sr-85	X			X		X
Ta-179				X		X
Tb-160	X			X		X
Tc-95m				X		
Tc-97	X					
Te-123m		X				
Te-127m		X				X
Te-129m		X				
Th-229		X	X	X	X	X
Ti-44						X
Tl-204	X			X		X
Tm-170				X		
V-48				X		X
W-181	X					X
W-185	X					
Xe-131m		X				
Y-88	X			X		X
Y-91		X				
Yb-169	X			X		X

Radioaktive Abfälle aus Kernkraftwerken, Forschungseinrichtungen, der kerntechnischen Industrie oder Landessammelstellen fallen nach wie vor an. Daher ist davon auszugehen, dass die o. a. Radionuklide auch zukünftig in diesen Abfällen tatsächlich vorhanden sein können. Gemäß den Spalten ‚ERAM 1994-1998‘, ‚KKW-Abfälle‘, ‚-Abfälle‘ und ‚Überprüfung Endlagerdokumentationen‘ aus Tab. 12 handelt es sich um 55 weitere Radionuklide, die in den Endlagerungsbedingungen Konrad, Stand: Dezember 1995 nicht berücksichtigt sind. Diese Radionuklide sind in Tab. 13 zusammengestellt.

Tab. 13: Deklarierte Radionuklide in radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung, die nicht in den Endlagerungsbedingungen Konrad, Stand: Dezember 1995 enthalten bzw. begrenzt sind.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 40 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 29.10.2010
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		

Al-26	Cf-254	Np-236	Rh-102	Tb-160
Au-195	Cm-250	P-32	Rh-102m	Tc-95m
Ba-140	Co-56	Pm-145	Sb-124	Te-127m
Be-7	Es-254	Pm-146	Sb-126	Th-229
Bi-207	Gd-153	Po-208	Se-75	Ti-44
Cd-115m	Ge-68	Pu-246	Sn-113	Tl-204
Ce-139	Hf-172	Ra-225	Sn-119m	Tm-170
Ce-141	Ho-166m	Rb-83	Sn-121m	V-48
Cf-249	In-144m	Rb-84	Sn-123	W-181
Cf-251	Ir-192	Rb-86	Sr-85	Y-88
Cf-252	K-40	Rh-101	Ta-179	Yb-169

Als einzige Radionuklide, die in Abfällen aus _____ über die in Tab. 1, 2 und 6 angegebenen Radionuklide hinaus deklariert wurden, sind Es-254 mit einer Halbwertszeit von 275,7 d (StrlSchV 2001) und Ti-44 mit einer Halbwertszeit von 47,3 a (StrlSchV 2001) zu nennen. Diese Radionuklide sind nicht in der Abfalldatenbasis Gorleben 1990 enthalten, wurden nicht der Bibliothek des Programms KORIGEN entnommen und sind nicht im ERAM endgelagert worden. Ihre Halbwertszeiten lassen unmittelbar erkennen, dass Es-254 und Ti-44 für die Langzeitsicherheit des Endlagers Konrad ohne Bedeutung sind.

Nach den Ausführungen in Kap. 4 zählen die in Tab. 13 angegebenen Radionuklide nicht zu denjenigen, die in regelmäßig und relativ gleichförmig anfallenden Abfallströmen vorhanden sind. Diese Radionuklide fallen unregelmäßig und vereinzelt mit vergleichsweise sehr geringen Aktivitäten pro Abfallcharge oder -gebände an. Mit der deklarationsbedingten Ausnahme von K-40 (Kap. 4.1 und 4.2.1) liegen ihre deklarierten Summenaktivitäten

- bei den im ERAM von 1994 bis 1998 endgelagerten schwach- und mittelradioaktiven Abfällen im Größenordnungsbereich zwischen 10^2 Bq und 10^8 Bq (Tab. 3 und 4),
- bei Kernkraftwerksbetriebsabfällen fassbezogen überwiegend im Größenordnungsbereich zwischen 10^1 Bq und 10^6 Bq, einige sehr deutlich darunter bis zu 10^{-58} Bq (Kap. 4.2.1), und
- in Abfallchargen aus _____ im Größenordnungsbereich zwischen 10^{-3} Bq und 10^2 Bq, einige zwischen 10^3 Bq und 10^5 Bq (Kap. 4.2.2).

Deklarierte Einzelaktivitäten in Betriebsabfällen aus Kernkraftwerken liegen im Größenordnungsbereich zwischen 10^{-27} Bq pro 200-l-Fass und 10^5 Bq pro 200-l-Fass (Kap. 4.2.1), in Abfällen aus _____ im Bereich von 10^{-3} Bq pro Abfallgebände bis 10^3 Bq pro Abfallgebände (Kap. 4.2.2, Tab. 8).

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 41 von 92
NAAN 9KE	NNNNNNNNNN 2211	AAAA MAO	AA RE	NNNN 0001	NN 02		Stand: 29.10.2010

Die Aktivität der weiteren Radionuklide, die vom 13. Januar 1994 bis zum 28. September 1998 im ERAM eingelagert wurden, ist in etwa einem Drittel der in diesem Zeitraum endgelagerten 95.444 Abfallgebinde verteilt, und zwar mit sehr kleinen Werten in den betroffenen Abfallgebinden.

Dies gilt auch für radioaktive Abfälle, die im Rahmen der Produktkontrolle geprüft wurden. Seit Anfang der 1990er Jahre sind z. B. nach dem Verfahren der kampagnenabhängigen Verfahrensqualifikationen ca. 1000 Kampagnen angemeldet und durchgeführt worden (2008). Die Anzahl der kontrollierten Abfallgebinde pro Kampagne schwankte zwischen einem und mehreren hundert Gebinden. Auch hier fallen die im Radionuklidspektrum Konrad nicht enthaltenen Radionuklide nur in wenigen Abfallgebinden mit jeweils sehr geringen Aktivitäten an.

Die Deklaration der Radionuklide beruht nur zu einem geringen Teil auf Messungen. Für die Angabe von Radionuklidinventaren stehen den Abfallverursachern heute sehr leistungsfähige Programmsysteme (Buchführungssysteme mit integrierten Berechnungsmodulen) zur Verfügung. Diese Systeme ermöglichen nicht nur die detaillierte Erfassung und Verwaltung von abfallspezifischen Daten, sondern auch den kontinuierlichen Nachweis über den Verbleib der erzeugten Reststoff- oder Abfallgebinde.

Mit dem Dokumentations-, Auswerte- und Betriebssystem AVK 3.0 stehen vielfältige Methoden zur Aktivitätsbestimmung zur Verfügung. Derzeit sind etwa 120 zu deklarierende, in der Praxis schwer messbare Radionuklide, Erwartungs- und Prognosewerte sowie Kernbrennstoffmassen berechenbar (GNS 2003). Eine Auswahl aus diesen 120 Radionukliden ist auf einem Datenblatt angegeben, das heute für die Erstellung von Abfallgebindedokumentationen verwendet wird (Anlage 1). Das Programmsystem ReVK (Reststoff-Verfolgungs- und -Kontroll-System) dient zur Dokumentation, Verfolgung und Verwaltung von radioaktiven Reststoffen und Abfällen, die bei Betrieb und Rückbau von kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen anfallen. Es erlaubt die Berechnung von radionuklid-spezifischen Aktivitäten, wobei als Schlüsselgrößen gemessene Leitnuklidaktivitäten oder Dosisleistungen dienen (ISTec 2007). Der Radionuklidumfang eines modernen ReVK-Systems mit 222 Radionukliden ist in Anhang 2 wiedergegeben. Das Buchführungssystem KADABRA (Karlsruher Datenbank für radioaktive Abfälle) ist von der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe des Forschungszentrum Karlsruhe entwickelt worden (1990). Es wird insbesondere als Entscheidungshilfe für die Konditionierung von Rohabfällen und für die Dokumentation der für die Endlagerung radioaktiver Abfälle erforderlichen Angaben genutzt. Der Radionuklidumfang in der Datenbank KADABRA (FZK-HDB 2008) beläuft sich auf 302 Radionuklide; er ist in Anhang 3 angegeben.

Mit Hilfe dieser Programmsysteme werden Radionuklidinventare in radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung berechnet und dokumentiert. Die in Tab. 13 angegebenen Radionuklide, die über das Radionuklidspektrum Konrad hinausgehen, finden sich bis auf Au-195 und Hf-172 im ReVK, während KADABRA alle in Tab. 13 genannten Radionuklide enthält. Da in Anhang 1 nur eine Auswahl aus den 120 Radionukliden aus dem Programmsystem AVK 3.0 angegeben ist, kann eine entsprechende Aussage hier nicht gemacht werden.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 42 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 29.10.2010
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		

6 ÜBERPRÜFUNG DES RADIONUKLIDSPEKTRUMS KONRAD

Wie in Kap. 3 und 4 näher ausgeführt wurde, können radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung Radionuklide enthalten, die weder durch die Abfalldatenbasis 1984 noch durch die Endlagerungsbedingungen Konrad, Stand: Dezember 1995 abgedeckt sind. Diese Radionuklide werden nachfolgend als „weitere Radionuklide“ bezeichnet.

6.1 SACHSTAND ZUM PLANFESTSTELLUNGSBESCHLUSS

Zum Nachweis der Sicherheit des Endlagers Konrad in der Betriebs- und Nachbetriebsphase wurde eine standortspezifische Sicherheitsanalyse durchgeführt, die sich in die Teilanalysen

- zum bestimmungsgemäßen Betrieb,
- zu unterstellten Störfällen,
- zur thermischen Beeinflussung des Wirtsgesteins,
- zur Einhaltung der Unterkritikalität und
- zu den radiologischen Langzeitauswirkungen

untergliedert (Kap. 2.1). Die aus diesen Teilanalysen resultierenden Anforderungen an die endzulagernden Abfallgebinde wurden in die Endlagerungsbedingungen Konrad, Stand: Dezember 1995 (1995) umgesetzt. Die Endlagerungsbedingungen wurden begutachtet, planfestgestellt und im verfügbaren Teil des Planfeststellungsbeschlusses Konrad vom 22. Mai 2002 (NMU 2002) unter A II Genehmigungsunterlagen festgeschrieben.

Einen wesentlichen Teil der Endlagerungsbedingungen bilden die radionuklidspezifischen Aktivitätsbegrenzungen. Sie sind für den bestimmungsgemäßen Betrieb, die unterstellten Störfälle, die thermische Beeinflussung des Wirtsgesteins und die Kritikalitätssicherheit in umfangreichen Tabellen im Anhang II Aktivitätsbegrenzungen der Endlagerungsbedingungen Konrad zusammengestellt. Zusätzlich sind im Anhang III. 4 Kritikalitätssicherheit die zulässigen Aktivitäten bzw. Massen von zehn höheren spaltbaren Aktiniden angegeben, die sich aus ergänzenden Analysen zur Kritikalitätssicherheit ergeben haben. Aus der Teilanalyse zu den radiologischen Langzeitauswirkungen sind keine Aktivitätsbegrenzungen pro Abfallgebinde abgeleitet worden; die Ergebnisse der hier durchgeführten Untersuchungen führten zu Angaben für maximal einlagerbare Aktivitäten von zehn relevanten Radionukliden und zwei relevanten Radionuklidgruppen.

Die Begutachtung und Planfeststellung der radionuklidspezifischen Aktivitätsbegrenzungen hat zu keinen Forderungen nach einer Erweiterung des Radionuklidspektrums Konrad geführt (Kap. 2.2). Daraus folgt, dass die Endlagerungsbedingungen Konrad, Stand: Dezember 1995 alle sicherheitstechnisch wesentlichen Radionuklide aus den radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung abdecken, die im Endlager Konrad eingelagert werden sollen.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 43 von 92
NAAN 9KE	NNNNNNNNNN 2211	AAAA MAO	AA RE	NNNN 0001	NN 02		Stand: 29.10.2010

6.2 ZUSÄTZLICHE SICHERHEITSANALYTISCHE UNTERSUCHUNGEN

Neben den laufenden Arbeiten zur standortspezifischen Sicherheitsanalyse für das Endlager Konrad wurden im Rahmen von Arbeiten zur Fortschreibung der Abfalldatenbasis 1984 gegen Ende der 1980er Jahre weitere Radionuklide benannt, die in radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung enthalten sein können (Kap. 3.1). Hierbei handelte es sich um 28 Radionuklide, die einschließlich ihrer Aktivitätswerte pro Abfallgebinde als abdeckende Planungsdaten (hier: radioaktive Abfälle aus Landessammelstellen) für zukünftige Planungsarbeiten für das Endlagerprojekt Gorleben deklariert wurden. Weiter handelte es sich um 35 Radionuklide, die im Hinblick auf ihr mögliches Auftreten in radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung vorsorglich aus der Bibliothek für das Programm KORIGEN entnommen wurden.

Da grundsätzlich nicht auszuschließen war, dass diese 63 Radionuklide möglicherweise auch in den für das Endlager Konrad vorgesehenen radioaktiven Abfällen enthalten sein könnten, wurden parallel zu der standortspezifischen Sicherheitsanalyse für das Endlager Konrad zusätzliche Untersuchungen initiiert, um ihre sicherheitstechnische Bedeutung bewerten zu können. Dies umfasste insbesondere die Ermittlung von radiologischen und thermischen Auswirkungen der weiteren Radionuklide, die Ableitung von Aktivitätsbegrenzungen und die Bewertung ihrer Relevanz für die Sicherheit des Endlagers Konrad. Dabei wurde so vorgegangen, dass für diese Radionuklide Störfallanalysen wie auch Analysen zur thermischen Beeinflussung des Wirtsgesteins durchgeführt und daraus radionuklidspezifische Aktivitätsgrenzwerte bzw. Aktivitätswerte abgeleitet wurden.

Bezüglich dieser 63 Radionuklide, die über die Abfalldatenbasis Konrad 1984 hinausgingen, war nur bekannt, dass 28 Radionuklide einschließlich von Aktivitätsangaben als Eingangsdaten mit abdeckendem Charakter für zukünftige Endlagerplanungsarbeiten genannt und vorsorglich 35 Radionuklide der KORIGEN-Programmbibliothek entnommen wurden. Tatsächlich in den Abfällen vorhandene Radionuklidinventare (Radionuklide und Aktivitäten) wurden mit diesen Angaben nicht beschrieben. Zu ihrer sicherheitstechnischen Bewertung konnte daher nur der gewählte Weg beschritten werden, sie im Rahmen von Störfallanalysen wie auch von Analysen zur thermischen Beeinflussung des Wirtsgesteins zu untersuchen und daraus radionuklidspezifische Aktivitätsgrenzwerte bzw. Aktivitätswerte zu ermitteln.

Erste sicherheitsanalytische Untersuchungen mit möglichen weiteren Radionukliden zu den unterstellten Störfällen wurden 1990/1991 durchgeführt (1990; 1991; 1991 b). In den radiologischen Rechnungen wurden 60 der in Tab. 1 und 2 genannten Radionuklide berücksichtigt. Weitere Untersuchungen mit allen in Tab. 1 und 2 genannten 63 Radionukliden schlossen sich später an (2001), die auch die Selbstbeschränkung des BfS auf einen Störfallplanungswert für die effektive Dosis in Höhe von 20 mSv mit einschlossen. Weiter wurden zusätzliche sicherheitsanalytische Untersuchungen zur thermischen Beeinflussung des Wirtsgesteins durchgeführt. In den thermischen Rechnungen wurden 60 der in Tab. 1 und 2 genannten Radionuklide berücksichtigt (1995).

Die zusätzlichen Untersuchungen wurden mit dem gleichen sicherheitstechnischen Instrumentarium durchgeführt, das im Rahmen der standortspezifischen Sicherheitsanalyse für das Endlager Konrad angewendet wurde. Dies gilt insbesondere für die Rechenverfahren und Rechenprogramme. Dabei waren lediglich die weiteren 63 Radionuklide und die für die Durchführung der sicherheitsanalytischen Untersuchungen erforderlichen, bereits vorhandenen bzw. veröffentlichten Daten zu ergänzen. Auf diese Weise beruhte die Ermittlung der Aktivitätsbegrenzungen für die weiteren Radionuklide auf von der Planfeststellungsbehörde und ihrem Gutachter geprüften Verfahren und Vorgehensweisen, die somit nicht neu begutachtet und bewertet werden mussten. Darüber hinaus waren keine weiteren

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 44 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 29.10.2010
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		

sicherheitstechnischen Untersuchungen mit spezifischen Anforderungen oder unter Beachtung besonderer Randbedingungen erforderlich.

Die vorgenommenen Untersuchungen umfassten auch entsprechende Korrekturfaktoren, so dass für die nunmehr zusätzlich zu berücksichtigenden Radionuklide die Summenkriterien S_s und S_w aus den Endlagerungsbedingungen Konrad (Kap. 2.3) zum Nachweis der Einhaltung der zulässigen Aktivitätsbegrenzungen unverändert weiter angewendet werden konnten. Diese Vorgehensweise stellte sicher, dass sich die weiteren 63 Radionuklide problemlos in die Nachweisführung einpassten, keine diesbezüglichen Änderungen zu besorgen und insbesondere keine zusätzlichen sicherheitstechnischen Nachweise beizubringen waren.

Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die Aktivitätsgrenzwerte bzw. Aktivitätswerte für die weiteren 63 Radionuklide auf Basis der o. a. Angaben zu ihrer Herkunft ermittelt wurden. Ein direkter Bezug zu abfallverursacherseitig deklarierten realen Inventaren in radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung bestand nicht. Aus Sicht der damaligen Untersuchungen blieb es abzuwarten, welche der möglichen weiteren Radionuklide mit welchen Aktivitätswerten tatsächlich in den radioaktiven Abfällen für das Endlager Konrad enthalten sein würden.

Die Ergebnisse von allen zusätzlich durchgeführten radiologischen und thermischen Untersuchungen, d. h. die neu berechneten Aktivitätsgrenzwerte (unterstellte Störfälle) und Aktivitätswerte (thermische Beeinflussung des Wirtsgesteins), sind jedoch nicht im Rahmen einer Fortschreibung der Endlagerungsbedingungen Konrad umgesetzt worden. Während des Planfeststellungsverfahrens wurde eine diesbezügliche Revision der Endlagerungsbedingungen aus verfahrenstechnischen Gründen nicht vorgenommen. Auch nach Erteilung des Planfeststellungsbeschlusses am 22. Mai 2002 erfolgte keine Revision, da der Beschluss beklagt wurde und das BfS keine vorbereitenden Arbeiten zur Endlagerung vor Erreichen der Rechtskraft dieses Beschlusses beginnen wollte (BMU 2006; 2006).

6.3 SICHERHEITSTECHNISCHE BEWERTUNG VON WEITEREN RADIONUKLIDEN

Im Hinblick auf die zukünftige Ablieferung und Einlagerung von Abfallgebinden im Endlager Konrad ist es erforderlich, die sicherheitstechnische Bedeutung der möglichen weiteren Radionuklide zu überprüfen und zu bewerten, um auf dieser Grundlage über eine etwaig gebotene Anpassung oder Erweiterung der Endlagerungsbedingungen Konrad, Stand: Dezember 1995 entscheiden zu können. In diesem Zusammenhang sei angemerkt, dass nach heutigem Kenntnisstand hierbei 82 Radionuklide (Tab. 12) zu berücksichtigen sind. Von diesen 82 Radionukliden wurden für 63 Radionuklide zusätzliche sicherheitsanalytische Untersuchungen durchgeführt (Kap. 6.2). Die übrigen 19 Radionuklide, die von den Ablieferungspflichtigen/Abführungspflichtigen deklariert wurden, sind Be-7, Bi-207, Ce-139, Co-56, Es-254, Hf-172, Pm-145, Pm-146, Pu-246, Rb-83, Rb-84, Rh-101, Rh-102, Rh-102m, Ta-179, Tc-95m, Ti-44, Tm-170, V-48. Hier ist allerdings darauf hinzuweisen, dass es sich bei diesen Radionukliden mit der Ausnahme von Es-254 und Ti-44 um die nichtdeklarationspflichtigen Radionuklide (Tab. 6) handelt, die in den Endlagerungsbedingungen Morsleben nicht enthalten bzw. begrenzt sind (Kap. 4.1), und die Radionuklide Hf-172, Pm-145 und Pu-246 bei der Überprüfung von vorhandenen Endlagerdokumentationen identifiziert wurden (Kap. 4.3). Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich auf die insgesamt zu berücksichtigenden 82 Radionuklide.

6.3.1 Bestimmungsgemäßer Betrieb

Für den bestimmungsgemäßen Betrieb des Endlagers Konrad sind nur flüchtige Radionuklide und Radionuklide mit flüchtigen Zerfallsprodukten relevant. Von den weiteren Radionukliden kommen daher

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 45 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 29.10.2010
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		

nur fünf Radionuklide in Betracht, die zusammen mit ihren Halbwertszeiten und Summenaktivitäten aus einzelnen Abfallchargen in Tab. 14 angegeben sind.

Tab. 14: Weitere Radionuklide, die für den bestimmungsgemäßen Betrieb relevant sein können.

Radionuklid	Halbwertszeit	Summenaktivität [Bq]
Ar-37	35,0 d	
Kr-81	$2,1 \cdot 10^5$ a	
Ra-225	14,8 d	$2,4 \cdot 10^{-3} - 1,1 \cdot 10^0$
Th-229	$7,9 \cdot 10^3$ a	$2,4 \cdot 10^{-3} - 1,1 \cdot 10^0$
Xe-131m	11,9 d	

Die Radionuklide Ar-37, Kr-81 und Xe-131m sind der Bibliothek des Programms KORIGEN entnommen; sie wurden bisher in radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung nicht deklariert (Tab. 12).

Nach den angegebenen Halbwertszeiten klingen Ar-37, Ra-225 und Xe-131m in vergleichsweise kurzen Zeiten (etwa ein Jahr bzw. etwa vier Monate) ab. Diese Zeiten sind vor dem Hintergrund der Abfallvoranmeldung zu bewerten. Die Abfallvoranmeldung dient zur längerfristigen Planung der Anlieferung und Einlagerung von Abfallgebinden (1995). Hierzu müssen die Abfallverursacher Angaben zu den Abfallgebinden machen, die im folgenden Kalenderjahr eingelagert werden sollen. Der Zeitraum von der Abfallvoranmeldung bis zur Anlieferung der Abfallgebinde reicht aus, damit die Aktivität von diesen drei Radionukliden auf ein unbedenkliches Maß abklingen kann. Eine sicherheitstechnische Bedeutung kommt Ar-37, Ra-225 und Xe-131m aufgrund der Festlegungen zur Abfallvoranmeldung in den Endlagerungsbedingungen Konrad nicht zu.

Kr-81, dessen Halbwertszeit $2,1 \cdot 10^5$ Jahre beträgt, ist durch das in den Endlagerungsbedingungen Konrad enthaltene Kr-85 mit einem Garantiewert von $3,0 \cdot 10^{10}$ Bq pro Abfallgebinde abgedeckt. Im Übrigen dürfen die Abfallprodukte bis auf sinnvoll erreichbare und vermeidbare Restgehalte keine Gase in Ampullen, Flaschen oder sonstigen Behältern enthalten bzw. keine Gase unter üblichen Lagerungs- und Handhabungsbedingungen freisetzen (1995).

Bei Th-229 geben die in Tab. 14 aufgeführten äußerst geringen Summenaktivitäten aus einzelnen Abfallchargen keinen Anlass, dass signifikanten Auswirkungen zu besorgen wären. Dies gilt analog auch für die angegebenen Summenaktivitäten des Ra-225. Beim Zerfall dieser beiden Radionuklide tritt das flüchtige Edelgasisotop Rn-217 auf. Seine Halbwertszeit von 0,54 ms (2006) ist jedoch so kurz, dass eine Freisetzung aus den betroffenen Abfallgebinden nicht zu besorgen ist.

Aus Sicht des bestimmungsgemäßen Betriebes ist damit festzuhalten, dass durch die in Tab. 14 angegebenen flüchtigen Radionuklide keine nennenswerten Beiträge zur Strahlenexposition des Personals und der Umgebung der Anlage verursacht werden und ihnen damit keine sicherheitstechnische Bedeutung für das Endlager Konrad zukommt.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 46 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 29.10.2010
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		

6.3.2 Unterstellte Störfälle

Die aus der Teilanalyse zu den unterstellten Störfällen resultierenden Aktivitätsgrenzwerte finden sich in Tab. 3 und 4 im Anhang II der Endlagerungsbedingungen Konrad. Bei einer Gegenüberstellung von Aktivitätsgrenzwerten (Anhang 3) mit den deklarierten weiteren Radionukliden im Abfallgebäude (Tab. 8) fällt unmittelbar der große Unterschied zwischen den Aktivitätsangaben auf. Während die Grenzwerte zum überwiegenden Anteil im Größenordnungsbereich von 10^{10} Bq pro Abfallgebäude bis 10^{13} Bq pro Abfallgebäude liegen, sind für die weiteren Radionuklide im Abfallgebäude Aktivitäten zwischen 10^{-3} Bq und 10^3 Bq deklariert worden. Derartige Verhältnisse liegen auch vor, wenn die Aktivitätsangaben zum Abfallgebäude mit den Ergebnissen der zusätzlichen Untersuchungen zu den unterstellten Störfällen (2001) verglichen werden. Dieser Sachverhalt gilt auch, wenn die deklarierten Radionuklide und ihre zugehörigen Summenaktivitäten für Abfallchargen aus (Tab. 10) oder Angaben zu Betriebsabfällen aus Kernkraftwerken herangezogen werden (Kap. 4.2.1).

Die Radionuklide Hf-172, Pm-145 und Pu-246 (Kap. 4.3) werden bezüglich ihres Freisetzungsverhaltens bei mechanischer und/oder thermischer Belastung durch die in der Störfallanalyse Konrad betrachteten Radionuklide

- Hf-175 und Hf-181 mit zulässigen Aktivitäten im Größenordnungsbereich von 10^{11} Bq bis 10^{14} Bq pro Abfallgebäude,
- Pm-147 mit zulässigen Aktivitäten im Größenordnungsbereich von 10^{12} Bq bis 10^{17} Bq pro Abfallgebäude und
- Pu-236, Pu-238, Pu-239, Pu-240, Pu-241, Pu-242 und Pu-244 mit zulässigen Aktivitäten im Größenordnungsbereich von 10^8 Bq bis 10^{14} Bq pro Abfallgebäude

abgedeckt.

Aufgrund der angegebenen größenordnungsmäßigen Unterschiede verursachen die bisher von den Ablieferungspflichtigen/Abführungspflichtigen deklarierten weiteren Radionuklide nur vernachlässigbare Beiträge zur gesamten zulässigen Strahlenexposition. Damit kommt ihnen aus Störfallsicht keine sicherheitstechnische Bedeutung für das Endlager Konrad zu.

Hierfür spricht auch das Ergebnis der Modellbetrachtung zur Ausschöpfung von Grenzwerten der Strahlenschutzgruppe S1 durch die Aktivität von Radionukliden, die im ERAM von 1994 bis 1998 eingelagert wurden (Kap. 4.1; Tab. 7). In dieser Modellbetrachtung wurde gezeigt, dass die hier untersuchten 34 weiteren Radionuklide mit einer Ausschöpfung der Störfallgrenzwerte von weniger als 0,15 % ohne sicherheitstechnische Bedeutung sind. Die Ausnahme stellt das Radionuklid K-40 dar; hier sind aber die relativierenden Anmerkungen zur Aktivitätsdeklaration in Kap. 4.1 und 4.2.1 zu beachten. Da Es-254 mit einer Summenaktivität von $3,4 \cdot 10^{-3}$ Bq und Ti-44 mit Summenaktivitäten im Bereich von $2,5 \cdot 10^{-2}$ Bq bis $5,3 \cdot 10^2$ Bq deklariert wurden (Tab. 10), sind aufgrund dieser geringen Aktivitätswerte keine radiologischen Auswirkungen im Störfall zu erwarten.

6.3.3 Thermische Beeinflussung des Wirtsgesteins

Die im Rahmen der standortspezifischen Sicherheitsanalyse für das Endlager Konrad ermittelten Aktivitätswerte aus der thermischen Beeinflussung des Wirtsgesteins sind in den Anhängen 4 und 5 wiedergegeben. Die Ergebnisse der zusätzlich durchgeführten Untersuchungen mit 60 weiteren Radionukliden (1995) finden sich in den Anhängen 6 und 7.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 47 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 29.10.2010
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		

Der Vergleich der Aktivitätswerte aus den Anhängen 4 und 5 (Endlagerungsbedingungen Konrad, Stand: Dezember 1995) mit den entsprechenden Aktivitätswerten aus den Anhängen 6 und 7 (Berücksichtigung von weiteren 60 Radionukliden) zeigt überwiegend nur geringe Unterschiede auf, die in einzelnen Fällen etwa eine Größenordnung betragen können. Diese geringen Unterschiede bedeuten unmittelbar, dass die Berücksichtigung der weiteren Radionuklide in den zusätzlichen Untersuchungen zur thermischen Beeinflussung des Wirtsgesteins keinen signifikanten Einfluss hat und nicht zu größeren Abweichungen bei den Aktivitätswerten führt. Dieser Sachverhalt wird noch deutlicher, wenn die deklarierten Aktivitäten der weiteren Radionuklide im Abfallgebäude

(Tab. 8) mit den Aktivitätswerten aus den sicherheitsanalytischen Untersuchungen verglichen werden. Hier zeigt sich, dass die Aktivitätswerte aus den Analysen zur thermischen Beeinflussung des Wirtsgesteins zum überwiegenden Anteil im Größenordnungsbereich von 10^{10} Bq pro Abfallgebäude bis 10^{14} Bq pro Abfallgebäude liegen, während die deklarierten radionuklidspezifischen Aktivitäten des Abfallgebüdes im Bereich zwischen 10^{-3} Bq und 10^3 Bq liegen. Derartige Verhältnisse liegen auch vor, wenn die Angaben zu verschiedenen Abfallchargen aus

(Tab. 10) oder Angaben zu Betriebsabfällen aus Kernkraftwerken (Kap. 4.2.1) herangezogen werden. Die hier genannten radionuklidspezifischen Summenaktivitäten pro Abfallcharge (und nicht pro Abfallgebäude) liegen hauptsächlich im Bereich zwischen 10^{-3} Bq und 10^5 Bq.

Die Radionuklide Hf-172, Pm-145 und Pu-246 (Kap. 4.3) werden bezüglich der thermischen Beeinflussung des Wirtsgesteins durch die in der standortspezifischen Sicherheitsanalyse Konrad betrachteten Radionuklide

- Hf-175 und Hf-181 mit zulässigen Aktivitäten im Größenordnungsbereich von 10^{13} Bq bis 10^{14} Bq pro Abfallgebäude,
- Pm-147 mit zulässigen Aktivitäten im Größenordnungsbereich von 10^{13} Bq bis 10^{15} Bq pro Abfallgebäude und
- Pu-236, Pu-238, Pu-239, Pu-240, Pu-241, Pu-242 und Pu-244 mit zulässigen Aktivitäten im Größenordnungsbereich von 10^{10} Bq bis 10^{13} Bq pro Abfallgebäude

abgedeckt.

Aus Sicht der thermischen Beeinflussung des Wirtsgesteins ist damit festzustellen, dass durch die bisher von den Ablieferungspflichtigen/Abführungspflichtigen deklarierten weiteren Radionuklide nur vernachlässigbare Beiträge zur gesamten zulässigen Temperaturerhöhung verursacht werden und ihnen damit keine sicherheitstechnische Bedeutung für das Endlager Konrad zukommt.

6.3.4 Kritikalitätssicherheit

Für die sichere Einhaltung der Unterkritikalität sind nur die weiteren Radionuklide Cf-249 und Cf-251 von Bedeutung, die zusammen mit ihren Halbwertszeiten und Summenaktivitäten aus einzelnen Abfallchargen in Tab. 15 angegeben sind.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 48 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 29.10.2010
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		

Tab. 15: Weitere Radionuklide, die für die Kritikalitätssicherheit relevant sind.

Radionuklid	Halbwertszeit	Summenaktivität [Bq]
Cf-249	350,6 a	$1,5 \cdot 10^1 - 5,9 \cdot 10^5$
Cf-251	898,0 a	$2,3 \cdot 10^4$

Beide Radionuklide wurden bereits im Rahmen von ergänzenden Analysen zur Kritikalitätssicherheit von höheren spaltbaren Aktiniden untersucht (Kap. 2.2) und in den Endlagerungsbedingungen Konrad (1995) berücksichtigt. Danach beträgt die zulässige Aktivität von Cf-249 $3,0 \cdot 10^{10}$ Bq pro Abfallgebinde und die vom Cf-251 $5,8 \cdot 10^9$ Bq pro Abfallgebinde.

Aus Sicht der Kritikalitätssicherheit sind über Cf-249 und Cf-251 hinaus noch folgende Radionuklide zu berücksichtigen und im Hinblick auf die sichere Einhaltung der Unterkritikalität zu bewerten: Bk-249, Cf-250, Cf-252, Cf-253, Cf-254, Cm-250, Es-253 und Np-236.

Von diesen Radionukliden sind Bk-249, Cf-250, Cf-253 und Es-253 bisher nicht deklariert worden. Das Radionuklid Cf-252 tritt in radioaktiven Abfällen aus mit Summenaktivitäten im Bereich von $7,1 \cdot 10^{-3}$ Bq bis $1,4 \cdot 10^{-2}$ Bq auf (Tab. 10). Die Radionuklide Cf-252, Cf-254 und Cm-250 wurden bisher in einem Fall für Betriebsabfälle aus Kernkraftwerken angegeben (Kap. 4.2.1), allerdings nur im Rahmen der Gesamtaktivität von Alphastrahlern in Höhe von $5,6 \cdot 10^6$ Bq (d. h. keine radionuklidspezifischen Angaben). Nach Tab. 3 sind die Radionuklide Cf-252 mit $6,2 \cdot 10^5$ Bq, Cf-254 mit $3,3 \cdot 10^2$ Bq, Cm-250 mit $3,3 \cdot 10^2$ Bq und Np-236 mit $4,5 \cdot 10^3$ Bq - jeweils angegeben als Summenaktivitäten - im ERAM vorhanden. Diese geringen Aktivitäten lassen erkennen, dass die kritischen Massen für die Radionuklide Cf-252, Cf-254, Cm-250 und Np-236 nicht erreicht werden. Nach gegenwärtigem Kenntnisstand ist damit die sichere Einhaltung der Unterkritikalität im Endlager Konrad ausreichend gewährleistet.

6.3.5 Radiologische Langzeitauswirkungen

Nach den Modellrechnungen zur Grundwasserbewegung, die im Rahmen der Teilsicherheitsanalyse radiologische Langzeitauswirkungen für das Endlager Konrad durchgeführt wurden, liegen die kürzesten Fließzeiten für die charakteristischen Ausbreitungswege im Bereich von 330.000 Jahren bis zu 38,8 Millionen Jahren (BfS 1990 a). Zum Nachweis der Langzeitsicherheit des Endlagers Konrad sind daher numerische Ausbreitungsrechnungen nur für solche Radionuklide durchgeführt worden, die aufgrund ihres Verhältnisses von Halbwertszeit zu Transportzeit im Gebirge die Biosphäre in merklichen Konzentrationen erreichen können. In den Rechnungen wurde der radioaktive Zerfall während des Transportes vom Grubengebäude bis in die Biosphäre berücksichtigt. Für die Transportzeit des Grundwassers wurden 300.000 Jahre mit entsprechender Verlängerung durch die Sorption angesetzt (BfS 1990 b).

Vor diesem Hintergrund entfallen von den in Tab. 1, 2 und 6 genannten 77 Radionukliden aufgrund ihrer Halbwertszeit bereits 69 weitere Radionuklide, die langzeitsicherheitslich nicht relevant sind. Dies gilt auch für Es-254 und Ti-44 (Kap. 5) sowie für Hf-172, Pm-145 und Pu-246 (Kap. 4.3). Für die Langzeitsicherheit des Endlagers Konrad kommen allein aufgrund ihrer Halbwertszeit die in Tab. 16 zusammengestellten weiteren Radionuklide in Betracht und sind damit einer Überprüfung und Bewertung zu unterziehen.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 49 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 29.10.2010
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		

Tab. 16: Weitere Radionuklide, die für die Langzeitsicherheit relevant sein können.

Radionuklid	Halbwertszeit	Summenaktivität [Bq]
Al-26	$7,2 \cdot 10^5$ a	$4,4 \cdot 10^{-2} - 8,6 \cdot 10^5$
Bi-208	$3,7 \cdot 10^5$ a	
Bi-210m	$3,0 \cdot 10^6$ a	
K-40	$1,3 \cdot 10^9$ a	$4,1 \cdot 10^{-2} - 2,3 \cdot 10^{10}$
Kr-81	$2,1 \cdot 10^5$ a	
Mn-53	$3,7 \cdot 10^6$ a	
Nb-92	$3,6 \cdot 10^7$ a	
Np-236	$1,54 \cdot 10^5$ a	$4,5 \cdot 10^3$
Tc-97	$4,0 \cdot 10^6$ a	

Die Radionuklide Bi-208, Bi-210m, Kr-81, Mn-53, Nb-92 und Tc-97 sind von den Betreibern der Landessammelstellen genannt bzw. der Bibliothek des Programms KORIGEN entnommen (Tab. 1 und 2); sie wurden bisher in radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung nicht deklariert (Tab. 12).

Die in Tab. 16 angegebenen Summenaktivitäten für Al-26, K-40 und Np-236 sind für radioaktive Abfälle, die im ERAM von 1994 bis 1998 endgelagert wurden (Tab. 3), für Betriebsabfälle aus Kernkraftwerken (Kap. 4.2.1) und in fünf Abfallchargen

() deklariert worden. Mit Ausnahme des oberen Wertes für K-40 sind sie vergleichsweise sehr gering. Bei K-40 sind allerdings die Anmerkungen zur Deklaration dieses Isotops zu berücksichtigen (Kap. 4.1 und 4.2.1), d. h. die tatsächlich im ERAM vorhandene Aktivität dieses Radionuklids ist deutlich geringer. In diesem Zusammenhang sei auf die im Endlager Konrad maximal einlagerbaren Aktivitäten von zehn relevanten Radionukliden (z. B. $2,0 \cdot 10^{11}$ Bq für U-235 oder $2,0 \cdot 10^{17}$ Bq für Pu-241) und den beiden relevanten Radionuklidgruppen Gesamt-Alphastrahler ($1,5 \cdot 10^{17}$ Bq) und Gesamt-Beta-/Gammastrahler ($5,0 \cdot 10^{18}$ Bq) verwiesen () (1995).

Kalium - und mit seiner natürlichen Zusammensetzung auch das Isotop K-40 - ist im menschlichen Körper vorhanden. Seine Menge - und damit die Aktivität des K-40 - wird homöostatisch kontrolliert () (1990), d. h. eine erhöhte Ingestion von Kalium in der natürlichen Zusammensetzung führt nicht zu einer Aktivitätserhöhung im menschlichen Körper. Dagegen kann die Ingestion von K-40 bzw. von Kalium, das nicht der natürlichen Zusammensetzung entspricht, zu einer Erhöhung der Aktivität von K-40 im menschlichen Körper führen. Dieser Sachverhalt ist bei der sicherheitstechnischen Bedeutung von K-40 einschließlich der deklarierten Summenaktivität zu beachten.

Vor diesem Hintergrund sind von den in Tab. 16 angegebenen Radionukliden keine signifikanten radioologischen Langzeitauswirkungen zu erwarten. Dies gilt auch im Hinblick darauf, dass die Radionuklide Al-26, Bi-208, Bi-210m, Kr-81, Mn-53, Nb-92, Np-236 und Tc-97 nicht zu denjenigen Radionukliden zählen, die für die Langzeitsicherheit eines Endlagers für schwach- und mittelradioaktive Abfälle bzw.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 50 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		Stand: 29.10.2010

für langlebigen „mixed waste“ in tiefen geologischen Formationen von Bedeutung sind. In Tab. 17 sind wesentliche langzeitsicherheitsrelevante Radionuklide zusammengestellt, die im Rahmen diesbezüglicher standortspezifischer Sicherheitsanalysen und -nachweise berücksichtigt wurden (DOE 1996; DOE 2004; DOE 2009; NAGRA 1993; NAGRA 1994; 1996; 2001). Es sei hier darauf hingewiesen, dass die Bedeutung eines Radionuklids für die Langzeitsicherheit neben der Halbwertszeit durch weitere Eigenschaften wie Löslichkeit, Komplexbildung bzw. Komplexbildungsverhalten und Sorptions-/Desorptionsverhalten bestimmt wird.

Tab. 17: Langzeitsicherheitsrelevante Radionuklide.

Am-241	Cs-135	Pu-240	Th-229
Am-243	I-129	Pu-241	Th-230
C-14	Mo-93	Pu-242	Th-232
Ca-41	Nb-94	Pu-244	U-232
Cl-36	Ni-59	Ra-226	U-233
Cm-244	Ni-63	Rb-87	U-234
Cm-245	Np-237	Se-79	U-235
Cm-246	Pa-231	Sm-151	U-236
Cm-247	Pd-107	Sn-126	U-238
Cm-248	Pu-239	Tc-99	Zr-93

In dieser Tabelle ist kein einziges der weiteren Radionuklide enthalten, die allein aufgrund ihrer Halbwertszeit für die Langzeitsicherheit des Endlagers Konrad von Bedeutung sein könnten. Für K-40 gelten die o. a. relativierenden Hinweise.

Aus Sicht der radiologischen Langzeitauswirkungen ist damit festzuhalten, dass den in Tab. 16 angegebenen weiteren Radionukliden keine sicherheitstechnische Bedeutung für das Endlager Konrad zukommt.

Diese Bewertung wird auch durch folgende Sachverhalte gestützt:

In Angaben zum Radionuklidinventar belgischer schwachradioaktiver Abfälle sind die o. a. Radionuklide nicht enthalten (2005).

Im Rahmen von generischen Planungsarbeiten zur Entsorgung von radioaktiven Abfällen in Großbritannien wurden die in Tab. 16 genannten Radionuklide Bi-208, Bi-210m, K-40, Kr-81, Mn-53, Nb-92 und Tc-97 als sicherheitstechnisch relevant eingestuft (2003; NIREX 2004). Ihre Bedeutung relativiert sich jedoch, wenn auf entsprechende Angaben aus dem britischen Abfallinventar 2007 zurückgegriffen wird (NDA/defra 2008). Die genannten Radionuklide sind

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 51 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		Stand: 29.10.2010

in schwach- und mittelradioaktiven Abfällen enthalten; aus den angegebenen Gesamtaktivitäten und den Gesamtvolumina dieser Abfälle lassen sich gemittelte Aktivitätskonzentrationen ableiten, die

- für Bi-208, Bi-210m, Mn-53, Nb-92, Tc-97 und Kr-81 in schwachradioaktiven Abfällen im Bereich zwischen $1,2 \cdot 10^{-6} \text{ Bq/m}^3$ und $1,9 \cdot 10^2 \text{ Bq/m}^3$ liegen,
- für K-40 im Bereich von $1,7 \cdot 10^4 \text{ Bq/m}^3$ bis $3,6 \cdot 10^{10} \text{ Bq/m}^3$ und K-81 in mittelradioaktiven Abfällen $2,9 \cdot 10^3 \text{ Bq/m}^3$ betragen.

Damit wird zusätzlich belegt, dass die Radionuklide Bi-208, Bi-210m, Mn-53, Nb-92 und Tc-97 keine sicherheitstechnische Bedeutung für das Endlager Konrad haben. Kr-81 ist bisher nicht deklariert worden; der obere Aktivitätswert von K-40 entspricht größenordnungsgemäß dem oberen Wert der in Tab. 16 genannten Summenaktivität.

6.4 VERGLEICH MIT AUSLÄNDISCHEN MODELLINVENTAREN FÜR ENDLAGERPLANUNGSARBEITEN

In Kap. 6.3 ist gezeigt worden, dass in radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung vereinzelt und mit geringen Aktivitäten auftretende weitere Radionuklide keine sicherheitstechnische Bedeutung für das Endlager Konrad haben. Dieser Sachverhalt wird durch ausländische Planungsarbeiten für Endlager in tiefen geologischen Formationen zusätzlich untermauert:

- In der Schweiz ist die Endlagerung von schwach- und mittelradioaktiven Abfällen in tiefen geologischen Formationen geplant. Die in Tab. 12 genannten weiteren Radionuklide sind weder in Abfallmodellinventaren für schweizerische Endlagerprojekte (1994; NAGRA 2009a) noch in Modellinventaren für aus der Wiederaufarbeitung zurückzunehmende schwach- und mittelradioaktive Abfälle (2002) und für in der Schweiz vorhandene und zukünftig anfallende radioaktive Abfälle (NAGRA 2008b) enthalten, die als Eingangsdaten für standort-spezifische Sicherheitsanalysen vorgesehen sind.
- In Kanada sind die Betreiber von Kernkraftwerken für die Entsorgung (einschließlich Endlagerung) der Betriebs- und Stilllegungsabfälle verantwortlich. Vor diesem Hintergrund plant das kanadische Energieversorgungsunternehmen Ontario Power Generation (OPG) die Errichtung und den Betrieb eines Endlagers für schwach- und mittelradioaktive Abfälle in tiefen geologischen Formationen (OPG 2008a). Die in Tab.12 genannten weiteren Radionuklide werden nicht in dem Referenzradionuklidinventar aufgeführt, das den aktuellen Planungsarbeiten für diese Anlage zugrunde liegt (OPG 2008b).

7 ERGÄNZUNG DER ENDLAGERUNGSBEDINGUNGEN KONRAD

Die Ablieferungspflichtigen/Abführungspflichtigen haben in ihren radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung 52 Radionuklide deklariert; darüber hinaus können gemäß Tab. 12 noch

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 52 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 29.10.2010
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		

weitere 30 Radionuklide in diesen Abfällen enthalten sein, die insgesamt nicht in den Endlagerungsbedingungen Konrad, Stand: Dezember 1995 enthalten und begrenzt sind.

Diese 82 Radionuklide sind in Tab. 18 zusammengefasst.

Tab. 18: Weitere Radionuklide in radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung.

Radionuklid			
Al-26	Cs-136	Pm-148m	Sr-85
Ar-37	Es-253	Po-208	Ta-179
As-73	Es-254	Pr-143	Tb-160
Au-195	Eu-156	Pu-246	Tc-95m
Ba-140	Gd-153	Ra-225	Tc-97
Be-7	Hf-172	Rb-83	Te-123m
Bi-207	Ge-68	Rb-84	Te-127m
Bi-208	Ho-166m	Rb-86	Te-129m
Bi-210m	In-114m	Rh-101	Th-229
Bk-249	Ir-192	Rh-102	Ti-44
Cd-115m	K-40	Rh-102m	Tl-204
Ce-139	Kr-81	Sb-124	Tm-170
Ce-141	Lu-174	Sb-126	V-48
Cf-249	Mn-53	Se-75	W-181
Cf-250	Nb-92	Sm-145	W-185
Cf-251	Nd-147	Sn-113	Xe-131m
Cf-252	Np-236	Sn-117m	Y-88
Cf-253	P-32	Sn-119m	Y-91
Cf-254	P-33	Sn-121m	Yb-169

Tab. 18: Weitere Radionuklide in radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung (Fortsetzung).

Cm-250	Pm-145	Sn-123	
--------	--------	--------	--

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 53 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9KE	2211	MAO	RE	0001	02	Stand: 29.10.2010

Co-56	Pm-146	Sr-82	
-------	--------	-------	--

Da grundsätzlich nicht auszuschließen ist, dass über die in Tab. 18 genannten Radionuklide hinaus noch weitere Radionuklide in radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung enthalten sein können, ist für derartige Radionuklide eine Einzelfallprüfung (gesonderte sicherheitstechnische Prüfung) gemäß Kap. 6.3 erforderlich.

Das Auftreten weiterer Radionuklide muss in den Endlagerungsbedingungen Konrad berücksichtigt werden. Der Planfeststellungsbeschluss vom 22. Mai 2002 (NMU 2002) wie auch die Endlagerungsbedingungen Konrad (1995; 1993; 1990; 1987) sehen keine Regelungen vor, wie mit Radionukliden zu verfahren ist, die von einem Ablieferungspflichtigen/Abführungspflichtigen deklariert werden, aber nicht zu den Radionukliden des Radionuklidspektrums Konrad zählen und damit auch nicht in den Endlagerungsbedingungen Konrad angegeben und in ihrer Aktivität pro Abfallgebinde begrenzt sind. In diesen Fällen kann von der Produktkontrolle des BfS keine abschließende Aussage über die Endlagerfähigkeit des (oder der) betreffenden Abfallgebundes (Abfallgebinde) gemacht werden. In ihren Stellungnahmen zur Endlagerfähigkeit von Abfallgebunden bzw. Abfallchargen wird dann regelmäßig darauf hingewiesen, dass abschließende Aussagen erst nach Festlegung diesbezüglich noch ausstehender Anforderungen erfolgen können.

Die Ablieferung und Einlagerung von Abfallgebunden mit Radionukliden, die über das der standortspezifischen Sicherheitsanalyse Konrad zugrunde liegende Radionuklidspektrum hinausgehen, muss daher geregelt werden. Im Hinblick auf eine solche Regelung wird der nachfolgende Vorschlag unterbreitet:

Die in Kap. 6.2 beschriebenen zusätzlichen sicherheitsanalytischen Untersuchungen basierten auf abdeckenden Angaben zu möglichen weiteren Radionukliden aus Landessammelstellenabfällen und vorsorglich der Bibliothek des Programms KORIGEN entnommenen Radionukliden. Ein Bezug zu tatsächlichen Radionuklidinventaren bestand zum damaligen Zeitpunkt nicht.

Mit der Einlagerung von schwach- und mittelradioaktiven Abfällen im Endlager Morsleben von 1994 bis 1998 und mit den Kontrollen bzw. Überprüfungen im Rahmen der laufenden Produktkontrolle radioaktiver Abfälle wurden erstmals umfangreiche Kenntnisse über tatsächliche Radionuklidinventare (d. h. Istdaten) in radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung gewonnen. Nach den hier gesammelten Erfahrungen fallen die nicht in der Abfalldatenbasis 1984 bzw. den Endlagerungsbedingungen Konrad, Stand: Dezember 1995 enthaltenen Radionuklide unregelmäßig und mit sehr kleinen, z. T. geringsten Aktivitäten in einzelnen Abfallgebunden, Fässern oder Abfallchargen an (Kap. 4). Dieser Sachverhalt lässt bereits erwarten, dass den weiteren Radionukliden keine signifikante sicherheitstechnische Bedeutung zukommen kann. Die Modellbetrachtung zur Ausschöpfung von Grenzwerten im ERAM (Kap. 4.1) wie auch die Darlegungen und Bewertungen aus Sicht der fünf verschiedenen Teilsicherheitsanalysen (Kap. 6.3) und der Vergleich mit ausländischen Modellinventaren für Endlagerplanungsarbeiten (Kap. 6.4) bestätigen diese Einschätzung. Danach ist festzuhalten, dass die deklarierten weiteren Radionuklide (Tab. 13) in Bezug auf den bestimmungsgemäßen Betrieb, die unterstellten Störfälle, die thermische Beeinflussung des Wirtsgesteins, die Einhaltung der Unterkritikalität und die radiologischen Langzeitauswirkungen nicht von sicherheitstechnischer Relevanz sind. Dies gilt auch für Ar-37, Kr-81 und Xe-131m (Kap. 6.3.1), für Bi-208, Bi-210m, Kr-81, Mn-53, Nb-92 und Tc-97 (Kap. 6.3.5) und für Hf-172, Pm-145 und Pu-246.

Der Nachweis der Einhaltung von Aktivitätsbegrenzungen in Abfallgebunden, die ein Radionuklidgemisch enthalten, ist nach den Endlagerungsbedingungen Konrad mit Hilfe eines Summenkriteriums zu

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 54 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 29.10.2010
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		

führen (Kap. 2.3). Im Falle der unterstellten Störfälle ist das Summenkriterium S_s (s = Index für Störfall) erfüllt, wenn die Summe der Verhältniszahlen (Quotienten) aus der Aktivität einzelner Radionuklide bzw. Radionuklidgruppen und dem jeweiligen Aktivitätsgrenzwert kleiner 1 ist. Dies gilt auch für das Summenkriterium S_w (w = Index für Wärme) im Falle der thermischen Beeinflussung des Wirtsgesteins.

Bei der Anwendung des Summenkriteriums gilt () 1995):

- Übersteigt die Aktivität eines Leitnuklids oder die Aktivität nicht spezifizierter sonstiger Alpha- und Beta-/Gammastrahler im Abfallgebände 1 % des zugehörigen Aktivitätsgrenzwertes bzw. Aktivitätswertes, ist diese Aktivität anzugeben und bei Anwendung des Summenkriteriums zu berücksichtigen.
- Bei Unterschreitung des 1 % - Wertes muss die Aktivität des betreffenden Leitnuklids oder die Aktivität nicht spezifizierter sonstiger Alpha- und Beta-/Gammastrahler im Abfallgebände weder angegeben noch bei Anwendung des Summenkriteriums berücksichtigt werden.

Es sei darauf hingewiesen, dass unabhängig von einer Unterschreitung der 1 %-Werte die dann nicht anzugebenden Radionuklide bzw. Radionuklidgruppen nach Maßgabe der durchgeführten Teilsicherheitsanalysen (unterstellte Störfälle, thermische Beeinflussung des Wirtsgestein) und den dabei zugrunde gelegten Randbedingungen sicherheitstechnisch abgedeckt sind.

Unabhängig von dieser Vorgehensweise erfolgt die Überprüfung des von den Abfallverursachern deklarierten Radionuklidinventars in einem Abfallgebände bzw. einer Abfallcharge durch unabhängige Gutachter im Auftrag des BfS:

Die Einhaltung der Endlagerungsbedingungen wird durch die Produktkontrolle sichergestellt () 1995). Hierzu wurden 14 endlagerrelevante Eigenschaften identifiziert und geeignete Kenngrößen zu deren Überprüfung quantifiziert. Als eine dieser endlagerrelevanten Eigenschaften ist die Aktivität relevanter Radionuklide im Rahmen der Produktkontrolle nach den Vorgaben der Endlagerungsbedingungen () 1995) zu überprüfen. Dies beinhaltet auch die Prüfung, ob alle Radionuklide oder Radionuklidgruppen, deren Aktivität den Deklarationsschwellenwert überschreitet, im Rahmen der geforderten Genauigkeit korrekt deklariert sind.

Daher wird zunächst überprüft, ob die Gesamtaktivität bzw. die Aktivität relevanter Radionuklide bei den hergestellten Abfallgebänden durch eines oder notwendigenfalls durch mehrere der nachfolgenden Ermittlungsverfahren mit hinreichender Genauigkeit gemäß () 1995) an Rohabfall- oder Abfallproduktproben, an Zwischenprodukten oder an Abfallgebänden durch den Abfallverursacher bzw. Konditionierer bestimmt wurde:

- Berechnung oder Abschätzung aufgrund bekannter dokumentierter Daten der Abfälle (z. B. Aktivierungsrechnungen für Corebauteile).
- Messung der Ortsdosisleistung und Berechnung oder Abschätzung nach anerkannten Berechnungsverfahren bei hinreichend bekannter, gleich bleibender Zusammensetzung der Radionuklide im Abfall.
- Messung der nuklidspezifischen Aktivität charakteristischer Radionuklide und Berechnung oder Abschätzung nach anerkannten Berechnungsverfahren. Als charakteristische Radionuklide oder Schlüsselnuclide werden Radionuklide bezeichnet, die zu anderen in den Abfällen enthaltenen Radionukliden in festen Verhältnissen stehen, so dass die Gesamtaktivität oder die Aktivität relevanter Radionuklide rechnerisch bei bekannter Aktivität dieser charakteristischen Radionuklide bestimmbar ist.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 55 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 29.10.2010
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		

- Messung der Gesamtaktivität bzw. der Aktivität relevanter Radionuklide mit geeigneten Messverfahren. Diese Messungen sind notwendigenfalls an Rohabfall- oder Abfallproduktproben durchzuführen.

Als Messverfahren werden nach heutigem Stand zerstörungsfreie Dosisleistungs-, Gamma- bzw. Neutronenmessungen und nach geeigneter chemischer Aufbereitung von Abfallproben die Aktivitätsbestimmung von Alphastrahlern mit Sperrschichtzählern an dünnen Proben und von Beta-Strahlern mittels Flüssigkeitsszintillation angewendet.

Zur Überprüfung der deklarierten Radionuklidinventare vollzieht der Gutachter des BfS die vom Abfallverursacher bzw. Konditionierer vorgenommene Ermittlung des radionuklidspezifischen Aktivitätsinventars durch eigene Betrachtungen nach. Grundlagen für diese Betrachtungen sind z. B.:

- Vergleich mit Vorgängerkampagnen bzw. Abfällen ähnlicher Herkunft und Art,
- Auswertung von Analysen- und Messergebnissen (z.B. γ -Spektren),
- Durchführung von Aktivierungsrechnungen auf Grundlage der Materialzusammensetzung und des Neutronenflusses,
- Abbrandrechnungen auf Basis der Kernbrennstoffzusammensetzung und der Betriebsbedingungen,
- Durchführung von Abschirmrechnungen und Vergleich mit der gemessenen Dosisleistung und
- Berücksichtigung des Abklingverhaltens der Radionuklide.

Durch diese in der Produktkontrolle radioaktiver Abfälle beschriebenen, im Planfeststellungsverfahren Konrad begutachteten und im Planfeststellungsbeschluss festgeschriebenen Maßnahmen zur Überprüfung der Aktivitätsbestimmung ist sichergestellt, dass alle relevanten Radionuklide (d. h. auch über das Radionuklidspektrum Konrad hinausgehende Radionuklide) mit ausreichender Genauigkeit erfasst werden.

Wie in Kap. 6.3.2 und 6.3.3 dargelegt wurde, liegen deklarierte Aktivitäten von weiteren Radionukliden hauptsächlich im Bereich von 10^{-3} Bq pro Abfallgebinde bis 10^3 Bq pro Abfallgebinde (Tab. 8) bzw. 10^{-3} Bq pro Abfallcharge bis 10^5 Bq pro Abfallcharge. Diesen Aktivitätswerten stehen z.B. in den Anhängen 6 und 7 um mehrere Größenordnungen (Zehnerpotenzen) höhere Aktivitätsbegrenzungen gegenüber, die sicherheitsanalytisch abgeleitet wurden. Damit ist es mehr als offensichtlich, dass die 1%-Deklarationswerte weder erreicht noch überschritten werden. Die hier betroffenen Radionuklide müssen nicht angegeben werden; sie sind weder von sicherheitstechnischer Bedeutung noch tragen sie zu einer Ergänzung des Radionuklidspektrums Konrad bzw. der Endlagerungsbedingungen Konrad, Stand: Dezember 1995 bei.

Der Sachverhalt, dass die weiteren Radionuklide einschließlich ihrer deklarierten Aktivitäten sicherheitstechnisch nicht relevant sind, ist so eindeutig, dass sich die Durchführung von weitergehenden Prüfungen über die bisherigen Überprüfungen und ihre Ergebnisse hinaus erübrigt.

Aufgrund des heutigen Kenntnisstandes über das Auftreten und tatsächliche Vorhandensein von möglichen weiteren Radionukliden einschließlich ihrer Aktivitätswerte in radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung bietet sich daher für die erforderliche Ergänzung der Endlagerungsbedingungen Konrad, Stand Dezember 1995 unmittelbar an, nicht die in Anhang II Aktivitätsbegrenzungen dieser Bedingungen enthaltenen Störfalltabellen mit Aktivitätsgrenzwerten und Tabellen zur thermischen Beeinflussung des Wirtsgesteins mit Aktivitätswerten umfangreich zu erweitern, sondern auf die Aktivitätsgrenzwerte bzw. Aktivitätswerte der sonstigen Alpha-Strahler und sonstigen Beta-/Gamma-Strahler aus diesen Tabellen zurückzugreifen. Die in den Endlagerungs-

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 56 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 29.10.2010
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		

bedingungen Konrad enthaltenen Störfalltabellen und Tabellen zur thermischen Beeinflussung des Wirtsgesteins (hier: Anhänge 3 und 4) sind so aufgebaut, dass die Aktivitätsbegrenzungen der sonstigen Alphastrahler und sonstigen Beta-/Gammastrahler für alle Radionuklide abdeckend sind, die in diesen Analysen jeweils berücksichtigt und in diesen Tabellen vorstehend nicht explizit aufgeführt sind. Die hier genannten Aktivitätsangaben sollen herangezogen werden, und zwar als 1%-Deklarationswerte (unterhalb derer gemäß den Endlagerungsbedingungen Konrad keine Angaben gefordert werden), die ihrerseits im Rahmen einer Selbstbeschränkung noch auf jeweils 1/100 reduziert werden.

Durch diese Ergänzung wird sichergestellt, dass während des Betriebes und am Ende der Betriebszeit des Endlagers Konrad die Aktivitätsinventare der weiteren 82 Radionuklide im Vergleich zu den Aktivitäten der in den Endlagerungsbedingungen Konrad angegebenen Radionuklide und Radionuklidgruppen so begrenzt werden, dass ihnen keine sicherheitstechnische Bedeutung für diese Anlage zukommt.

Die obigen Darlegungen basieren auf dem heutigen Kenntnisstand über deklarierte Aktivitäten von möglichen weiteren Radionukliden (Kap. 4). Da grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden kann, dass diese Radionuklide auch mit höheren Aktivitätswerten deklariert werden könnten, ist eine weitere Regelung erforderlich. Hier bietet sich unmittelbar an, zunächst derartige (bisher nicht aufgetretene) Deklarationen abzuwarten und vorbehaltlich zukünftiger Festlegungen solche Abfallgebinde nicht zur Endlagerung anzunehmen.

Damit wird die Aufnahme der folgenden Ergänzungen für die Endlagerungsbedingungen Konrad, Stand: Dezember 1995 vorgeschlagen:

In Anhang II werden die weiteren 82 Radionuklide als „Tabelle 10: Weitere Radionuklide, die in radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung enthalten sein können“ explizit angegeben.

Weiter werden die folgenden Ausführungen als jeweils letzter Absatz in den genannten Anhängen angefügt:

- Anhang II Aktivitätsbegrenzungen

„Danach können die weiteren 82 Radionuklide gemäß Anhang II / Tabelle 10, die über die in Anhang II / Tabelle 2 bis 7 b und Anhang III.4 genannten Radionuklide hinausgehen, zur Endlagerung angenommen werden, wenn ihre Aktivitätswerte jeweils

- das 10^{-4} -fache der Aktivitätsgrenzwerte der nicht spezifizierten sonstigen Alpha- und Beta-/Gammastrahler aus Anhang II / Tabelle 3 (Störfallanalyse) unterschreiten und
- das 10^{-4} -fache der Aktivitätswerte der nicht spezifizierten sonstigen Alpha- und Beta-/Gammastrahler aus Anhang II / Tabelle 5 (Analyse zur thermischen Beeinflussung des Wirtsgesteins) unterschreiten.

Bei Überschreitung dieser Werte erfolgt keine Annahme zur Endlagerung.

Für Radionuklide, die über die in Anhang II / Tabellen 2 bis 7b und 10 und in Anhang III.4 genannten Radionuklide hinaus in radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung enthalten sein können, ist eine Einzelfallprüfung (gesonderte sicherheitstechnische Prüfung) durch das BfS erforderlich.“

- Anhang III.2 Unterstellte Störfälle

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 57 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		Stand: 29.10.2010

„Weitere Radionuklide, die in Anhang II / Tabelle 10 angegeben sind und über die in Anhang II / Tabellen 3 und 4 genannten Radionuklide hinausgehen, müssen jeweils das 10^{-4} -fache der Aktivitätsgrenzwerte der nicht spezifizierten sonstigen Alpha- und Beta-/Gammastrahler aus Anhang II / Tabelle 3 unterschreiten.“

- Anhang III.3 Thermische Beeinflussung des Wirtsgesteins

„Weitere Radionuklide, die in Anhang II / Tabelle 10 angegeben sind und über die in Anhang II / Tabellen 5 und 6 genannten Radionuklide hinausgehen, müssen jeweils das 10^{-4} -fache der Aktivitätswerte der nicht spezifizierten sonstigen Alpha- und Beta-/Gammastrahler aus Anhang II / Tabelle 5 unterschreiten.“

Mit diesen Ergänzungen wird letztlich eine Vorgehensweise vorgeschlagen, die für die im Radionuklid-spektrum der Endlagerungsbedingungen Konrad enthaltenen und nicht enthaltenen Radionuklide gleich ist und keine unterschiedliche Behandlung bezüglich der Deklaration darstellt.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 58 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 29.10.2010
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		

8 LITERATURVERZEICHNIS

(1994): Model Radioactive Waste Inventory for Swiss Waste Disposal Projects, Volume 1: Main report. Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle, Technical Report 93-21, Wettingen, June 1994

(2008): Erfahrungen mit der Produktkontrolle radioaktiver Abfälle und Vorschläge zur Optimierung der Abwicklung. In: TÜV Akademie GmbH (Hrsg.), BfS/TÜV NORD - Seminar Endlagerung radioaktiver Abfälle - Herausforderungen und Lösungen bei der Produktkontrolle radioaktiver Abfälle -, Hannover, 11.-12. Juni 2008. Berichtsband, Beitrag 9, 15 S., TÜV, Hannover, Juni 2008

(1989): Aktivitätsbegrenzungen in Abfallgebinden aus Landessammelstellen. In: (Hrsg.) Konditionierung und Endlagerung von radioaktiven Abfällen aus Landessammelstellen - Vorträge des Seminars vom 21. Oktober 1988 in der PTB. Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Bericht PTB-SE-23, S. 57-71, Braunschweig, März 1989

(1990): Auswirkungen des veränderten Abfallspektrums aufgrund des Wegfalls der Wiederaufarbeitungsanlage Wackersdorf auf die Aussagen zur statistischen Aktivitätsverteilung im geplanten Endlager Konrad. Bundesamt für Strahlenschutz, interner Bericht ET-IB-27, Salzgitter, Mai 1990

(1991a): Auswahl weiterer Radionuklide zur Überprüfung in den Sicherheitsanalysen für das geplante Endlager Konrad. Bundesamt für Strahlenschutz, interner Bericht ET-IB-17-REV-2, Salzgitter, Mai 1991

(1991b): Ergebnisse der Überprüfung weiterer Radionuklide aufgrund der durchgeführten Störfallanalysen für das geplante Endlager Konrad. Bundesamt für Strahlenschutz, interner Bericht ET-IB-50, Salzgitter, Juni 1991

(1984): Daten radioaktiver Abfälle für Sicherheitsanalysen zum Endlager Konrad unter Berücksichtigung von Berechnungen der Ortsdosisleistung von Abfallgebinden. Physikalisch-Technische Bundesanstalt, interner Bericht PTB-SE-IB-3, Braunschweig, Dezember 1984

(1988): Ableitung einer Gesamtaktivität für α - und β/γ -Strahler sowie für einzelne relevante Radionuklide aus den Sicherheitsanalysen zum geplanten Endlager Konrad. Physikalisch-Technische Bundesanstalt, interner Bericht PTB-SE-IB-40, Braunschweig, Oktober 1988

(1990): Vorgehensweise bei der Ableitung von Aktivitätsbegrenzungen für Radionuklide, die nicht in der Datenerhebung der PTB, Stand 1984, enthalten sind. Bundesamt für Strahlenschutz, interner Bericht ET-IB-24, Salzgitter, April 1990

(1991): Vorgehensweise bei der Ableitung von Aktivitätsbegrenzungen für zusätzliche Radionuklide unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Störfallrechnungen gemäß AVV 1990. Bundesamt für Strahlenschutz, interner Bericht ET-IB-40, Salzgitter, März 1991

BfS (1990a): Plan, Endlager für radioaktive Abfälle, Schachtanlage Konrad, Salzgitter. Textband 1, 9/86 in der Fassung 4/90, Kap. 3.1.10.4 Modellrechnungen zur Grundwasserbewegung, S. 3.1.10.4-29 (Tab. 3.1.10.4/4). Bundesamt für Strahlenschutz, Salzgitter, April 1990

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 59 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		Stand: 29.10.2010

BfS (1990b): Plan, Endlager für radioaktive Abfälle, Schachanlage Konrad, Salzgitter. Textband 2, 9/86 in der Fassung 4/90, Kap. 3.9.5 Ausbreitung von Radionukliden in der Geosphäre, S. 3.9-36 und S. 3.9-38 (Tab. 3.9.5/2). Bundesamt für Strahlenschutz, Salzgitter, April 1990

BMI (1983): Sicherheitskriterien für die Endlagerung radioaktiver Abfälle in einem Bergwerk. Bundesanzeiger 35 (1983) Nr. 2, S. 45-46

BMU (2006): Bundesumweltminister Sigmar Gabriel zum OVG-Urteil zum Schacht Konrad. BMU-Pressbericht Nr. 040/06, Berlin, 08. März 2006

(Hrsg.) (1993): Anforderungen an endzulagernde radioaktive Abfälle (Vorläufige Endlagerungsbedingungen, Stand: April 1990 in der Fassung Oktober 1993) - Schachanlage Konrad -. Bundesamt für Strahlenschutz, Bericht BfS-ET-3/90-REV-2, Salzgitter, Oktober 1993

(Hrsg.) (1995): Anforderungen an endzulagernde radioaktive Abfälle (Endlagerungsbedingungen, Stand: Dezember 1995) - Schachanlage Konrad -. Bundesamt für Strahlenschutz, interner Bericht ET-IB-79, Salzgitter, Dezember 1995

(1990): Abfalldatenbasis Gorleben - Radioaktive Abfälle aus Landes-sammelstellen. Bundesamt für Strahlenschutz, interner Bericht ET-IB-6, Salzgitter, Juni 1990

(1985): Waste Acceptance Requirements: Procedure and Basic Data. In: (Hrsg.), Proceedings of the International Seminar on Radioactive Waste Products - Suitability for Final Disposal -, Jülich, 10.-13.06.1985. Berichte der Kernforschungsanlage Jülich, Jül-Conf-54, S. 497-511, Jülich, Juni 1985

(1986): Erfassung und Charakterisierung von endzulagernden radioaktiven Abfällen. In: Physikalisch-Technische Bundesanstalt (Hrsg.), Anforderungen an radioaktive Abfälle für das Endlager Konrad und Produktkontrolle, Vorträge des 62. PTB-Seminars am 29.10.1985 in der PTB. Physikalisch-Technische Bundesanstalt, PTB-Bericht SE-8, S. 81-101, Braunschweig, April 1986

(1987): Anforderungen an endzulagernde radioaktive Abfälle (Vorläufige Endlagerungsbedingungen, Stand: November 1986) - Schachanlage Konrad -. Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Bericht PTB-ET-16, Braunschweig, Januar 1987

(1990): Anforderungen an endzulagernde radioaktive Abfälle (Vorläufige Endlagerungsbedingungen, Stand: April 1990) - Schachanlage Konrad -. Bundesamt für Strahlenschutz, Bericht ET-3/90, Salzgitter, April 1990

(2005): The Inventory of Radioactive Waste as an Integrated Part of a Low-level Radioactive Waste Management System. In: The American Society of Mechanical Engineers, ICEM '05 / DECOM '05, Proceedings of The 10th International Conference on Environment, Remediation and Radioactive Waste Management, Glasgow, 04.-08.09.2005, CD-ROM, Paper 29-19, 4 S., ASME, New York (2005)

DOE (1996): Title 40 CFR Part 191 Compliance Certification Application, Chapter 4.0 Waste Description, DOE/CAO 1996-2184, U.S. Department of Energy, Carlsbad/N.M., October 1996

DOE (2004): Title 40 CFR Part 191 Subparts B and C Compliance and Recertification Application 2004, Chapter 4.0 Waste Description, DOE/WIPP 2004-3231, U.S. Department of Energy, Carlsbad/N.M., March 2004

DOE (2009): Title 40 CFR Part 191 Subparts B and C Compliance Recertification Application for the Waste Isolation Pilot Plant, Section 24.0 Waste Characterization (40 CFR § 194.24), DOE/WIPP-09-3424, United States Department of Energy, Waste Isolation Pilot Plant, Carlsbad Field Office, Carlsbad/N.M. (2009)EWN (2007): Sammeldatenblatt-Nr.: G1KGR009709-065. Sammeldatenblatt

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 60 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		Stand: 29.10.2010

für radioaktive Abfälle, Abfallart A1 (feste Abfälle), 25 Gebinde (580-l-Fässer). Energiewerke Nord GmbH, Lubmin, 01. Juni 2007

(Hrsg.) (1990): Römpf Chemie Lexikon, Band 3: H-L. Georg Thieme Verlag, Stuttgart/New York (1990).

(2001): Systemanalyse Konrad, Teil 3 - Ermittlung der potentiellen Strahlenexposition des Menschen in der Umgebung der Anlage bei Störfällen unter Berücksichtigung der Novelle der Strahlenschutzverordnung Bundesrats-Drucksache Nr. 207/01 vom 16.03.2001 - Zusätzliche Radionuklide. Gesellschaft für Reaktor- und Anlagensicherheit (GRS) mbH, Bericht GRS-A-2920, Köln, Juni 2001

(1983): Verbesserte konsistente Berechnung des nuklearen Inventars abgebrannter DWR-Brennstoffe auf der Basis von Zell-Abbrand-Verfahren mit KORIGEN. Kernforschungszentrum Karlsruhe, Bericht KfK 3014, Karlsruhe, Januar 1983

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 61 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		Stand: 29.10.2010

(2003): The Identification of Radionuclides Relevant to Long-term Radioactive Waste Management in the UK. In: (Hrsg.), Radioactive Waste Products 2002: Proceedings of the 4th International Seminar on Radioactive Waste Products held in Würzburg (Germany) from 22 to 26 September 2002, Schriften des Forschungszentrums Jülich, Reihe Energietechnik/Energy Technology, Volume 27, S. 359-362, FZJ, Jülich (2003)

(1991): Aktivität sicherheitstechnisch relevanter Radionuklide am Ende der Betriebsphase des Endlagers Konrad und zeitliche Entwicklung der Aktivität und Masse von Radionukliden in der Nachbetriebsphase. Bundesamt für Strahlenschutz, interner Bericht ET-IB-18-REV-1, Salzgitter, April 1991

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 62 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		Stand: 29.10.2010

ISTEC (2007): Erfassung und Verfolgung radioaktiver Reststoffe und Abfälle - ReVK-Produktbeschreibung, Basisversion, Stand 10/2007. Institut für Sicherheitstechnologie (ISTec) GmbH, Köln, Oktober 2007

(1984): Überarbeitung des Kategorisierungsschemas und Ergänzung zur Abfalldatenbasis. Wissenschaftlich-Technische Ingenieurberatung GmbH, Arbeitsbericht WTI/TB/02/84 Rev. 0, Titz-Rödingen, Dezember 1984

(1998): Entsorgung radioaktiver Abfälle im Endlager Morsleben (ERAM), Eingelagerte Aktivitäten - Einlagerungszeitraum 1994 bis 1998 -. Bundesamt für Strahlenschutz, interner Bericht ET-IB-106, Salzgitter, Dezember 1998

(Bearb.) (1996): Anforderungen an endzulagernde radioaktive Abfälle und Maßnahmen zur Produktkontrolle radioaktiver Abfälle - Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) - Teil I: Endlagerungsbedingungen, Stand: August 1996. Bundesamt für Strahlenschutz, interner Bericht ET-IB-85, Salzgitter, August 1996

(2006): Karlsruher Nuklidkarte - 7. Auflage 2006 - European Commission - Joint Research Centre/Forschungszentrum Karlsruhe, Report EUR 22276 EN, Luxembourg (2006)

(Hrsg.) (1995): Produktkontrolle radioaktiver Abfälle - Schachanlage Konrad - Stand: Dezember 1995. Bundesamt für Strahlenschutz, interner Bericht ET-IB-45-REV-3, Salzgitter, Dezember 1995

(2002): Model Radioactive Waste Inventory for Reprocessing Waste and Spent Fuel. Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle, Technical Report 01-01, Wettingen, December 2002

NAGRA (1993): Endlager für kurzlebige schwach- und mittelaktive Abfälle (Endlager SMA) - Beurteilung der Langzeitsicherheit des Endlagers SMA am Standort Wellenberg (Gemeinde Wolfenschiessen, NW). Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle, Technischer Bericht 93-26, Wettingen, September 1993

NAGRA (1994a): Endlager für kurzlebige schwach- und mittelaktive Abfälle (Endlager SMA) - Bericht zur Langzeitsicherheit des Endlagers SMA am Standort Wellenberg (Gemeinde Wolfenschiessen, NW). Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle, Technischer Bericht 94-06, Wettingen, Juni 1994

NAGRA (2008a): Vorschlag geologischer Standortgebiete für das SMA- und das HAA-Lager - Begründung der Abfallzuteilung, der Barrierensysteme und der Anforderungen an die Geologie - Bericht zur Sicherheit und technischen Machbarkeit. Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle, Technischer Bericht 08-05, Wettingen, Oktober 2008

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 63 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		Stand: 29.10.2010

NAGRA (2008b): Modellhaftes Inventar für radioaktive Materialien - MIRAM 08. Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle, Technischer Bericht 08-06, Wetingen, Juli 2008

NDA/defra (2008): The 2007 UK Radioactive Waste Inventory - Main Report. Nuclear Decommissioning Authority/Department for Environment, Food and Rural Affairs, Report Defra/RAS/08.002 - NDA/RWMD/004, Moor Row, March 2008

Nirex (2004): The Identification of Radionuclides Relevant to Long-Term Waste Management in the United Kingdom. United Kingdom Nirex Limited, Nirex Report no. N/105, Harwell, November 2004

NMU (2002): Planfeststellungsbeschluss für die Errichtung und den Betrieb des Bergwerks Konrad in Salzgitter als Anlage zur Endlagerung fester oder verfestigter radioaktiver Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung vom 22. Mai 2002, Az.: 41-40326/3/10, Hannover, Mai 2002

OPG (2008a): OPG's Deep Geologic Repository for Low & Intermediate Level Waste – Conceptual Design Report. Ontario Power Generation, Report OPG 00216-REP-03902-00004-R01, Toronto, August 2008

OPG (2008b): OPG's Deep Geologic Repository for Low & Intermediate Level Waste - Reference Low and Intermediate Level Waste Inventory for the Deep Geologic Repository. Ontario Power Generation, Report OPG 00216-REP-03902-00003-R01 (Preliminary), Toronto, August 2008

(2006): Schachtanlage Konrad. Bundesamt für Strahlenschutz, Jahresbericht 2005, S. 45, Salzgitter (2006)

(2001): Project SAFE - Low and intermediate level waste in SFR-1 - Reference Waste Inventory. Svensk Kärnbränslehantering AB, SKB Rapport R-01-03, Stockholm, Juni 2001

(1984): Erfassung und Kategorisierung von radioaktiven Abfällen aus der Stilllegung von Forschungsreaktoren. Wissenschaftlich-Technische Ingenieurberatung GmbH, Arbeitsbericht WTI/PTB/01/84 Rev. 1, Titz-Rödingen, Dezember 1984

(1990): Einsatz des Buchführungssystems KADABRA. Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH, Bericht KfK 4726, Karlsruhe, Juli 1990

(2006): Stellungnahme zur Einlagerbarkeit von Cf-252 im geplanten Endlager für radioaktive Abfälle - Schachtanlage Konrad -. E-Mail an Frank Deveer/GNS. Bundesamt für Strahlenschutz, Salzgitter, 16. Oktober 2006

STRLSCHV (2001): Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung - StrlSchV) vom 20. Juli 2001. Bundesgesetzblatt, Jahrgang 2001, Teil I, Nr. 38, S. 1714-1836

(1999): KORIGEN - Halbwertszeiten von Np-236 und Se-79. Interner Vermerk. Bundesamt für Strahlenschutz, Salzgitter, 23. November 1999

(1993): Low-level Radioactive Waste from Nuclear Power Generating Stations: Characterization, Classification and Assessment of Activated Metals and Waste Streams. In: (Ed.): WM '93 – Working Towards a Cleaner Environment- Waste Processing, Transportation, Storage and Disposal, Technical Programs and Public Education-Technology and Programs for Radioactive Waste Management and Environmental

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 64 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		Stand: 29.10.2010

Restoration, Proceedings of the Symposium on Waste Management, Tucson, February 28 to March 04, 1993, Vol. 1, pages 391-394, WM Symposia Inc., Tucson (1993)

TÜV (1997): Endlager für radioaktive Abfälle, Schachanlage Konrad, Salzgitter - Gutachten, Teil 1: Standort, Bau- und Anlagentechnik (GK-SBA). TÜV Hannover/Sachsen-Anhalt e.V., Hannover, Juli 1997

TÜV (1998): Prüfbericht PK/222-09 ETR-Dr. ZI Einlagerung von 200-l-Fässern mit konditionierten Abfällen aus dem Kernkraftwerke Greifswald in das Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben - Kampagne KR 95.03, Sammeldatenblatt-Nr.: G1KGR044G08-025. TÜV Hannover/Sachsen-Anhalt e.V., Hannover, 10. Februar 1998

(2000): Bildung von Np236m aus Np237. Interner Vermerk. Forschungszentrum Karlsruhe, Eggenstein-Leopoldshafen, 04. Februar 2000

(1995): Anforderungen an Abfallgebinde aufgrund der thermischen Beeinflussung des Wirtsgesteins der Schachanlage Konrad: Berechnungen für weitere Radionuklide. Bundesamt für Strahlenschutz, interner Bericht ET-IB-76, Salzgitter, Januar 1995

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 65 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		Stand: 29.10.2010

ANHÄNGE

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 66 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		Stand: 29.10.2010

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 67 von 92
NAAN 9KE	NNNNNNNNNN 2211	AAAA MAO	AA RE	NNNN 0001	NN 02		Stand: 29.10.2010

Abfalldatenblatt Seite 1 von 3			
1	Behälter:	Kampagne:	Ablaufplan:
2	Ablieferer:	4	Konditionierer:
3	Anschrift:	5	Anschrift:
6	Konditionierungsverfahren:	8	Konditionierungsdatum:
9	Abfallart (Rohabfall):	10	Fixierungsmittel:
11	Abfallprodukt:	12	Abfallbehälter:
14	Innenbehälter:	15	Innenauskleidung:
16	Jährlicher Durchlässigkeitsfaktor des Abfallgebindes:		
17	Wassergeh./Restfeuchte %:	18	Konz.spaltb.Stoffe g/0,1m ³ :
19	Anreicherungsgrad U-233 %: ≤ 5 % <input type="checkbox"/>	20	Anreicherungsgrad U-235 %: ≤ 5 % <input type="checkbox"/>
21	Brennb. Abf. Smp. < 300°C %:	22	Pressdruck MPa:
23	Druckfestigkeit N/mm ² :	24	Abfallproduktgruppe:
25	Abfallbehälterklasse:	26	Gesamt-α Bq/Geb.:
27	Gesamt-β/γ <small>(inkl. Fe-55)</small> Bq/Geb.:	28	Bezugsdat. Aktivitätsangaben:
31	Radionuklid-spezifische Aktivitäten in Bq pro Abfallgebinde (** = Wert < Deklarationsgrenze)		
	α-Strahler		β/γ-Strahler
	Ra-224 Ra-226 Th-228 Th-230 Th-232 Pa-231 U-232 U-233 U-234 U-235 U-236 U-238 Np-237 Pu-238 Pu-239 Pu-240 Pu-242 Pu-244 Am-241 Am-243 Cm-242 Cm-243 Cm-244 Cm-245 Cm-246 Cm-247	Cm-248 Sonst-α	H-3 Be-10 C-14 Na-22 Cl-36 Ca-41 Mn-54 Fe-55 Fe-59 Co-58 Co-60 Ni-59 Ni-63 Zn-65 Se-79 Kr-85 Rb-87 Sr-90 Zr-93 Zr-95 Nb-94 Nb-95 Mo-93 Tc-99 Ru-103 Ru-106 Pd-107 Ag-108m Ag-110m Cd-113m Sn-126 Sb-124 Sb-125 J-125 J-129 Cs-134 Cs-135 Cs-137 Ba-133 Ce-141 Sm-151 Eu-152 Eu-154 Eu-155 Ir-192 Pb-210 Ra-228 Ac-227 Ac-228 Pu-241 Am-242m Sonst-β/γ

Anhang 1: Abfalldatenblatt mit Radionukliden aus AVK 3.0 (GNS 2003).

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 68 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		Stand: 29.10.2010

Abfalldatenblatt Seite 2 von 3							
1	Behälter:	Kampagne:			Ablaufplan:		
32	Ausschöpfung der Garantiewerte für bestimmungsgemäßen Betrieb:						
	H-3:	C-14:	Kr-85:		Ra-226:		
	J-129:	Sonstige α -Strahler <small>und Pu-241</small>			Sonstige β/γ -Strahler <small>außer Pu-241</small>		
33	Faktor F:			34	Ss:		
35	Sw:			36	Sk:		
37	Ortsdosisleistung an der Oberfläche:						mSv/h
38	Ortsdosisleistung in 1 m Abstand:						mSv/h
39	Ortsdosisleistung in 2 m Abstand:						mSv/h
40	Neutronenanteil an der Ortsdosisleistung in 1 m bzw. 2 m Abstand:						mSv/h
	Datum:						
42	Kontamination Alpha:						\leq Bq/cm ²
	Kontamination Beta/Gamma:						\leq Bq/cm ²
	Datum:						
44	Masse des Abfallgebundes:						kg
	Masse des Abfalls:						kg
Bemerkungen:							
<p>Die Anforderungen an endzulagernde radioaktive Abfälle für die deklarierte Abfallproduktgruppe gemäß den "Anforderungen an endzulagernde radioaktive Abfälle - Endlager Konrad -" werden eingehalten. Wir versichern, dass die angegebenen Abfalldaten korrekt und vollständig sind.</p>							
_____				_____			
Abfallablieferer / Konditionierer, Ort				Datum, Unterschrift			
<p>Die Angaben wurden entsprechend den im Prüfbericht (Az: _____) aufgeführten Anforderungen überprüft. Das o.g. Gebinde genügt entsprechend den Festlegungen im Prüfbericht den Anforderungen für endzulagernde Abfallgebände - Endlager Konrad -.</p>							
_____				_____			
Produktkontrolle, Ort				Datum, Unterschrift			
<p>BfS-Stellungnahme zur Endlagerfähigkeit: Die Abfallprodukte/Abfallgebände erfüllen die Endlagerungsbedingungen (ETB-IB-79, Stand: Dez. 95) entsprechend dem Schreiben _____ des BfS vom _____.</p>							
_____				_____			
				Datum, Unterschrift			

Anhang 1: Abfalldatenblatt mit Radionukliden aus AVK 3.0 (GNS 2003).
(Fortsetzung)

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 69 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 29.10.2010
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		

Abfalldatenblatt Seite 3 von 3		
1	Behälter:	Kampagne:
		Ablaufplan:
LEGENDE		
Pkt. 6: ausgeführtes Konditionierungsverfahren		
	Code	Bezeichnung
<hr/>		
Pkt. 9: Abfallart (Rohabfall)		
	Code	Bezeichnung
<hr/>		
Pkt. 11: Abfallprodukt		
	Code	Bezeichnung
<hr/>		
Pkt. 12: Abfallbehälter		
	Code	Bezeichnung
<hr/>		

Anhang 1: Abfalldatenblatt mit Radionukliden aus AVK 3.0 (GNS 2003).
(Fortsetzung)

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 70 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 29.10.2010
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		

Beta/Gamma-Strahler				
Ac-227	Cl-36	Lu-174	Pu-241	Sr-89
Ac-228	Co-56	Mn-54	Pu-243	Sr-90
Ag-108	Co-57	Mo-93	Pu-246	Ta-179
Ag-108m	Co-58	Na-22	Ra-225	Ta-182
Ag-110	Co-60	Na-24	Ra-228	Tb-160
Ag-110m	Cr-51	Nb-95	Rb-83	Tc-99
Al-26	Cs-134	Nb-93m	Rb-84	Tc-95m
Am-242	Cs-135	Nb-94	Rb-86	Te-123
Am-244	Cs-137	Nb-95m	Rb-87	Te-125m
Am-244m	Eu-152	Nd-147	Re-186	Te-123m
Am-246m	Eu-154	Ni-59	Rh-101	Te-127m
Ar-39	Eu-155	Ni-63	Rh-102	Th-231
Ba-133	Fe-55	Np-236	Rh-102m	Th-234
Ba-137m	Fe-59	Np-238	Rh-106	Ti-44
Ba-140	Fr-223	Np-239	Ru-103	Tl-204
Be-7	Ge-68	Np-240	Ru-106	Tl-207
Be-10	Gd-153	Np-240m	S-35	Tl-208
Bi-207	H-3	P-32	Sb-122	Tl-209
Bi-210	Hf-175	P-33	Sb-124	Tm-170
Bi-213	Hf-181	Pa-233	Sb-125	U-240
Bi-214	Hg-203	Pa-234	Sb-126	U-237
Bk-250	Ho-166m	Pa-234m	Sc-44	V-48
Br-82	I-125	Pb-209	Sc-44m	V-49
C-14	I-129	Pb-210	Sc-46	W-181
Ca-45	I-131	Pb-211	Se-75	W-185
Ca-41	In-111	Pb-212	Se-79	Y-88
Cd-109	In-114m	Pb-214	Sm-151	Y-90
Cd-113	Ir-192	Pd-107	Sn-126	Y-91
Cd-113m	Ir-195	Pm-145	Sn-113	Yb-169
Cd-115m	Ir-195m	Pm-146	Sn-119m	Zn-65
Ce-139	K-40	Pm-147	Sn-121m	Zr-93
Ce-141	Kr-85	Pr-144	Sn-123	Zr-95
Ce-144	La-140	Pr-144m	Sr-85	
Alpha-Strahler				
Ac-225	Cm-242	Po-208	Pu-240	Th-228
Am-241	Cm-243	Po-210	Pu-242	Th-229
Am-242m	Cm-244	Po-211	Pu-244	Th-230
Am-243	Cm-245	Po-212	Ra-223	Th-232
At-217	Cm-246	Po-213	Ra-224	Th-227
Bi-211	Cm-247	Po-214	Ra-226	U-232
Bi-212	Cm-248	Po-215	Ra-226f	U-233
Cf-249	Cm-250	Po-216	Ra-226u	U-234
Cf-250	Fr-221	Po-218	Rn-219	U-235
Cf-251	Es-254	Pu-236	Rn-220	U-236
Cf-252	Np-237	Pu-238	Rn-222	U-238
Cf-254	Pa-231	Pu-239		

Anhang 2: Radionuklidumfang eines modernen ReVK-Systems (ISTec 2007).

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 71 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 29.10.2010
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		

Nuklid	alpha- (A) oder beta / gamma- (B) Strahler	Leitnuklid	Eram	Konrad	Halbwertszeit in Sekunden	Spezifische Aktivität in Bq/g
AC-225	A				8,64E+05	2,15E+15
AC-227	B	L	E	K	6,87E+08	2,68E+12
AC-228	B	L	E		2,21E+04	8,28E+16
AG-108	B				1,45E+02	2,67E+19
AG-108M	B	L	E	K	1,32E+10	2,93E+11
AG-109M	B				3,96E+01	9,67E+19
AG-110	B				2,46E+01	1,54E+20
AG-110M	B				2,16E+07	1,76E+14
AG-111	B				6,44E+05	5,84E+15
AL-26	B	L	E		2,26E+13	7,10E+08
AM-241	A	L	E	K	1,36E+10	1,27E+11
AM-242	B				5,76E+04	2,99E+16
AM-242M	B	L	E	K	4,45E+09	3,88E+11
AM-243	A	L	E	K	2,32E+11	7,40E+09
AM-244	B				3,64E+04	4,70E+16
AM-245	B				7,38E+03	2,31E+17
AM-246M	B				1,50E+03	1,13E+18
AR-37	B				3,02E+06	3,74E+15
AR-39	B	L		K	8,48E+09	1,26E+12
AS-73	B				6,94E+06	8,24E+14
AT-217	A				3,23E-02	5,96E+22
AT-218	A				2,00E+00	9,57E+20
AT-219	A				5,40E+01	3,53E+19
AU-195	B				1,61E+07	1,33E+14
BA-133	B	L	E		3,31E+08	9,48E+12
BA-136M	B				3,06E-01	1,00E+22
BA-137M	B				1,53E+02	1,99E+19
BA-140	B				1,10E+06	2,71E+15
BE-10	B	L		K	5,05E+13	8,27E+08
BE-7	B				4,60E+06	1,30E+16
BI-205	B				1,32E+06	1,54E+15
BI-207	B				9,95E+08	2,03E+12
BI-208	B				1,16E+13	1,73E+08
BI-210	B				4,33E+05	4,59E+15
BI-210M	A				9,46E+13	2,10E+07
BI-211	A				1,30E+02	1,52E+19
BI-212	A				3,64E+03	5,41E+17
BI-213	B				2,74E+03	7,15E+17
BI-214	B				1,19E+03	1,64E+18
BI-215	B				4,56E+02	4,26E+18
BK-249	B				2,76E+07	6,07E+13
BK-250	B				1,16E+04	1,44E+17
BR-82	B				1,27E+05	4,01E+16

Anhang 3: Radionuklidtabelle aus KADABRA (TH23), Stand: 20. März 2008 (FZK-HDB 2008).

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 72 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 29.10.2010
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		

C-14	B		L	E	K	1,81E+11	1,65E+11
CA-41	B		L	E	K	3,25E+12	3,13E+09
CA-45	B					1,41E+07	6,58E+14
CA-47	B					3,92E+05	2,27E+16
CD-109	B					4,00E+07	9,57E+13
CD-111M	B					2,94E+03	1,28E+18
CD-113	B					2,84E+23	1,30E-02
CD-113M	B		L	E	K	4,60E+08	8,03E+12
CD-115M	B					3,87E+06	9,38E+14
CE-139	B					1,19E+07	2,52E+14
CE-141	B					2,81E+06	1,05E+15
CE-142	A					1,58E+24	0,00E+00
CE-144	B					2,46E+07	1,18E+14
CF-248	A					2,88E+07	5,84E+13
CF-249	A		L	E	K	1,11E+10	1,51E+11
CF-250	A					4,12E+08	4,05E+12
CF-251	A		L	E	K	2,83E+10	5,88E+10
CF-252	A		L	E		8,34E+07	1,99E+13
CF-253	B					1,54E+06	1,07E+15
CF-254	A		L	E		5,23E+06	3,14E+14
CL-36	B		L	E	K	9,46E+12	1,23E+09
CM-241	B					2,83E+06	6,12E+14
CM-242	A					1,41E+07	1,22E+14
CM-243	A		L		K	9,18E+08	1,87E+12
CM-244	A		L	E	K	5,71E+08	3,00E+12
CM-245	A		L	E	K	2,68E+11	6,36E+09
CM-246	A		L	E	K	1,49E+11	1,14E+10
CM-247	A		L	E	K	4,92E+14	3,43E+06
CM-248	A		L	E	K	1,07E+13	1,57E+08
CM-249	B					3,84E+03	4,37E+17
CM-250	A		L	E		3,06E+11	5,46E+09
CO-56	B					6,68E+06	1,12E+15
CO-57	B					2,35E+07	3,12E+14
CO-58	B					6,12E+06	1,18E+15
CO-60	B		L	E	K	1,66E+08	4,19E+13
CR-51	B					2,39E+06	3,42E+15
CS-132	B					5,59E+05	5,66E+15
CS-134	B		L	E		6,50E+07	4,79E+13
CS-135	B		L	E		6,31E+13	4,90E+07
CS-136	B					1,14E+06	2,69E+15
CS-137	B		L	E	K	9,51E+08	3,20E+12
ER-169	B					8,12E+05	3,04E+15
ES-253	A					1,77E+06	9,32E+14
ES-254	A					2,38E+07	6,91E+13
EU-150	B					1,16E+09	2,40E+12
EU-152	B		L	E	K	4,20E+08	6,54E+12

Anhang 3: Radionuklidtabelle aus KADABRA (TH23), Stand: 20. März 2008 (FZK-HDB 2008).
(Fortsetzung)

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 73 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 29.10.2010
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		

EU-154	B		L	E		2,78E+08	9,75E+12
EU-155	B		L	E		1,50E+08	1,80E+13
EU-156	B					1,31E+06	2,04E+15
FE-55	B		L	E	K	8,61E+07	8,81E+13
FE-59	B					3,85E+06	1,84E+15
FR-221	A					2,94E+02	6,42E+18
FR-223	B					1,31E+03	1,43E+18
GA-68	B					4,06E+03	1,51E+18
GD-152	A					3,47E+21	7,91E-01
GD-153	B					2,07E+07	1,32E+14
GE-68	B					2,34E+07	2,62E+14
GE-73M	B					5,00E-01	1,14E+22
H -3	B		L	E	K	3,89E+08	3,58E+14
HF-172	B					5,90E+07	4,11E+13
HF-174	A					6,31E+22	3,80E-02
HF-175	B					6,05E+06	3,94E+14
HF-178M	B					9,78E+08	2,40E+12
HF-179M	B					1,87E+01	1,25E+20
HF-181	B					3,66E+06	6,30E+14
HG-203	B					4,03E+06	5,10E+14
HO-166M	B		L	E		3,78E+10	6,65E+10
IN-111	B					2,40E+05	1,57E+16
IN-114M	B					4,28E+06	8,56E+14
IN-115	B					1,39E+22	2,61E-01
IR-192	B		L	E		6,38E+06	3,41E+14
IR-195	B					1,50E+02	1,43E+19
J -125	B		L	E	K	5,13E+06	6,51E+14
J -129	B		L	E	K	4,95E+14	6,54E+06
J -131	B					6,93E+05	4,60E+15
K -40	B		L	E		4,04E+16	2,58E+05
KR-81	B					7,25E+12	7,11E+08
KR-85	B		L	E	K	3,39E+08	1,45E+13
LA-140	B					1,45E+05	2,06E+16
LU-172	B					5,76E+05	4,21E+15
LU-173	B					4,32E+07	5,59E+13
LU-174	B					1,04E+08	2,31E+13
MN-52	B					4,84E+05	1,66E+16
MN-53	B					1,17E+14	6,73E+07
MN-54	B		L	E		2,70E+07	2,86E+14
MO-93	B		L	E		1,10E+11	4,08E+10
MO-99	B					2,38E+05	0,00E+00
NA-22	B		L	E	K	8,21E+07	2,31E+14
NB-92	B					1,14E+15	3,98E+06
NB-92M	B					8,77E+05	5,17E+15
NB-93M	B					5,09E+08	8,82E+12
NB-94	B		L	E	K	6,31E+11	7,04E+09
NB-95	B		L	E		3,02E+06	1,45E+15

Anhang 3: Radionuklidtabelle aus KADABRA (TH23), Stand: 20. März 2008 (FZK-HDB 2008).
(Fortsetzung)

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 74 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		Stand: 29.10.2010

NB-95M	B					3,12E+05	1,41E+16
ND-144	A					7,22E+22	4,01E-02
ND-147	B					9,49E+05	2,99E+15
NI-59	B	L		E		2,37E+12	2,99E+09
NI-63	B	L		E	K	3,15E+09	2,10E+12
NP-235	B					3,42E+07	5,19E+13
NP-236	B	L		E		4,86E+12	3,64E+08
NP-237	A	L		E	K	6,76E+13	2,61E+07
NP-238	B					1,83E+05	9,58E+15
NP-239	B					2,03E+05	8,60E+15
NP-240M	B					4,33E+02	4,02E+18
OS-186	A					6,31E+22	3,56E-02
P -32	B					1,23E+06	1,06E+16
P -33	B					2,19E+06	5,78E+15
PA-231	A	L		E	K	1,03E+12	1,75E+09
PA-232	B					1,13E+05	1,59E+16
PA-233	B					2,33E+06	7,69E+14
PA-234	B					2,41E+04	7,40E+16
PA-234M	B					7,02E+01	2,54E+19
PB-205	B					4,73E+14	4,30E+06
PB-209	B					1,17E+04	1,71E+17
PB-210	B	L		E	K	7,03E+08	2,83E+12
PB-211	B					2,17E+03	9,12E+17
PB-212	B					3,83E+04	5,14E+16
PB-214	B					1,61E+03	1,21E+18
PD-107	B	L		E		2,05E+14	1,90E+07
PM-144	B					3,15E+07	9,20E+13
PM-145	B					5,58E+08	5,16E+12
PM-146	B					1,74E+08	1,64E+13
PM-147	B					8,26E+07	3,44E+13
PM-148	B					4,64E+05	6,08E+15
PM-148M	B					3,57E+06	7,90E+14
PO-208	A					9,14E+07	2,20E+13
PO-210	A					1,20E+07	1,66E+14
PO-211	A					5,16E-01	3,83E+21
PO-212	A					3,00E-07	6,56E+27
PO-213	A					4,20E-06	4,67E+26
PO-214	A					1,64E-04	1,19E+25
PO-215	A					1,78E-03	1,09E+24
PO-216	A					1,50E-01	1,29E+22
PO-218	A					1,83E+02	1,05E+19
PR-143	B					1,17E+06	2,49E+15
PR-144	B					1,04E+03	2,79E+18
PR-144M	B					4,32E+02	6,71E+18
PT-193	B					1,58E+09	1,37E+12
PU-236	A					9,01E+07	1,96E+13
PU-237	B					3,91E+06	4,50E+14

Anhang 3: Radionuklidtabelle aus KADABRA (TH23), Stand: 20. März 2008 (FZK-HDB 2008).
(Fortsetzung)

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 75 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 29.10.2010
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		

PU-238	A		L			K	2,77E+09	6,33E+11
PU-239	A		L		E	K	7,60E+11	2,30E+09
PU-240	A		L		E		2,07E+11	8,40E+09
PU-241	B		L		E	K	4,53E+08	3,82E+12
PU-242	A		L		E		1,18E+13	1,46E+08
PU-243	B						1,78E+04	9,65E+16
PU-244	A		L		E	K	2,52E+15	6,79E+05
PU-246	B						9,37E+05	1,81E+15
RA-223	A						9,88E+05	1,89E+15
RA-224	A		L		E		3,16E+05	5,90E+15
RA-225	B						1,28E+06	1,45E+15
RA-226	A		L		E	K	5,05E+10	3,66E+10
RA-228	B		L		E	K	1,81E+08	1,01E+13
RB-82	B						7,62E+01	6,68E+19
RB-83	B						7,45E+06	6,75E+14
RB-84	B						2,83E+06	1,76E+15
RB-86	B						1,62E+06	3,00E+15
RB-87	B		L		E	K	1,51E+18	3,18E+03
RE-183	B						6,13E+06	3,72E+14
RE-186	B						3,21E+05	6,99E+15
RE-186M	B						6,31E+12	3,56E+08
RH-101	B						1,04E+08	3,97E+13
RH-102	B						1,79E+07	2,29E+14
RH-102M	B						9,15E+07	4,47E+13
RH-103M	B						3,40E+03	1,19E+18
RH-106	B						3,00E+01	1,31E+20
RN-217	A						5,40E-04	3,56E+24
RN-218	A						3,50E-02	5,47E+22
RN-219	A						3,96E+00	4,81E+20
RN-220	A						5,56E+01	3,41E+19
RN-222	A						3,30E+05	5,70E+15
RU-103	B						3,40E+06	1,19E+15
RU-106	B						3,23E+07	1,22E+14
S -35	B						7,56E+06	1,58E+15
SB-120M	B						4,98E+05	6,98E+15
SB-122	B						2,33E+05	1,47E+16
SB-124	B						5,21E+06	6,46E+14
SB-125	B						8,74E+07	3,82E+13
SB-126	B						1,07E+06	3,10E+15
SB-126M	B						1,14E+03	2,91E+18
SB-127	B						3,33E+05	9,87E+15
SC-44	B						1,41E+04	6,73E+17
SC-46	B						7,24E+06	1,25E+15
SC-47	B						2,89E+05	3,07E+16
SC-48	B						1,57E+05	5,54E+16
SE-75	B						1,03E+07	5,40E+14
SE-79	B		L		E	K	2,05E+12	2,58E+09
SI-32	B						5,04E+09	2,59E+12

Anhang 3: Radionuklidtabelle aus KADABRA (TH23), Stand: 20. März 2008 (FZK-HDB 2008).
(Fortsetzung)

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 76 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		Stand: 29.10.2010

SM-145	B					2,94E+07	9,79E+13
SM-146	A					3,25E+15	8,80E+05
SM-147	A					3,34E+18	8,50E+02
SM-148	A					2,21E+23	1,28E-02
SM-151	B	L	E			2,93E+09	9,43E+11
SN-113	B					9,94E+06	3,72E+14
SN-117M	B					1,18E+06	3,02E+15
SN-119M	B					2,53E+07	1,39E+14
SN-121M	B					1,58E+09	2,18E+12
SN-123	B					1,12E+07	3,03E+14
SN-125	B					8,33E+05	4,01E+15
SN-126	B	L	E	K		3,15E+12	1,05E+09
SR-82	B					2,19E+06	2,32E+15
SR-85	B					5,61E+06	8,75E+14
SR-89	B					4,36E+06	1,08E+15
SR-90	B	L	E	K		9,03E+08	5,14E+12
TA-179	B					5,75E+07	4,06E+13
TA-180	B					2,93E+04	0,00E+00
TA-182	B					9,89E+06	2,32E+14
TA-183	B					4,32E+05	0,00E+00
TB-160	B					6,25E+06	4,17E+14
TB-161	B					5,96E+05	4,35E+15
TC-95M	B					5,18E+06	8,48E+14
TC-97	B					1,26E+14	3,42E+07
TC-98	B					1,32E+14	3,23E+07
TC-99	B	L	E			6,62E+12	6,37E+08
TE-121M	B					1,33E+07	2,59E+14
TE-123	B					3,91E+20	8,68E+00
TE-123M	B					1,03E+07	3,29E+14
TE-125M	B					4,96E+06	6,73E+14
TE-127	B					3,37E+04	9,75E+16
TE-127M	B					9,42E+06	3,49E+14
TE-129	B					4,20E+03	7,70E+17
TE-129M	B					2,90E+06	1,12E+15
TH-227	A					1,62E+06	1,14E+15
TH-228	A	L	E	K		6,03E+07	3,04E+13
TH-229	A	L	E			2,49E+11	7,32E+09
TH-230	A	L	E	K		2,38E+12	7,63E+08
TH-231	B					9,18E+04	1,97E+16
TH-232	A	L	E	K		4,43E+17	4,06E+03
TH-234	B					2,08E+06	8,58E+14
TI-44	B					1,49E+09	6,37E+12
TL-204	B					1,19E+08	1,72E+13
TL-206	B					2,52E+02	8,04E+18
TL-207	B					2,86E+02	7,05E+18
TL-208	B					1,83E+02	1,10E+19
TL-209	B					1,30E+02	1,54E+19
TL-210	B					7,80E+01	2,55E+19

Anhang 3: Radionuklidtabelle aus KADABRA (TH23), Stand: 20. März 2008 (FZK-HDB 2008).
(Fortsetzung)

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 77 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 29.10.2010
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		

TM-170	B					1,11E+07	2,21E+14
TM-171	B					6,05E+07	4,03E+13
U -232	A	L		E	K	2,17E+09	8,29E+11
U -233	A	L		E	K	5,02E+12	3,57E+08
U -234	A	L		E	K	7,74E+12	2,30E+08
U -235	A	L		E	K	2,22E+16	8,00E+04
U -236	A	L		E	K	7,39E+14	2,39E+06
U -237	B					5,83E+05	3,02E+15
U -238	A	L		E	K	1,41E+17	1,24E+04
U -240	B					5,08E+04	3,42E+16
V -48	B					1,38E+06	6,30E+15
V -49	B					2,85E+07	2,99E+14
V -50	B					4,42E+24	0,00E+00
W -181	B					1,05E+07	2,20E+14
W -185	B					6,49E+06	3,48E+14
XE-131M	B					1,03E+06	3,09E+15
Y -88	B					9,21E+06	5,15E+14
Y -90	B					2,31E+05	2,01E+16
Y -91	B					5,05E+06	9,08E+14
YB-169	B					2,76E+06	8,95E+14
ZN-65	B					2,11E+07	3,04E+14
ZR-93	B	L		E		4,73E+13	9,49E+07
ZR-95	B	L		E		5,53E+06	7,95E+14

Anhang 3: Radionuklidtabelle aus KADABRA (TH23), Stand: 20. März 2008 (FZK-HDB 2008).
(Fortsetzung)

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 78 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 29.10.2010
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		

Radionuklid / Radionuklidgruppe	Abfallbehälterklasse I						Abfallbehälterklasse II
	Abfallproduktgruppe						Abfallproduktgruppe
	01	02	03	04	05	06	01-06
I-129	4,3E+08	4,3E+08	4,3E+08	4,3E+08	4,3E+08	4,3E+08	1,1E+10
Cl-36	6,0E+09	6,0E+09	6,0E+09	6,0E+09	6,0E+09	6,0E+09	1,4E+11
I-125	2,1E+10	2,1E+10	2,1E+10	2,1E+10	2,1E+10	2,1E+10	5,1E+11
Ac-227	5,1E+07	2,6E+09	6,4E+09	1,6E+10	5,1E+10	5,1E+10	1,3E+12
Pb-210	1,4E+08	5,0E+09	1,7E+10	4,3E+10	1,4E+11	1,4E+11	3,4E+12
Se-79	7,0E+08	2,4E+10	8,7E+10	2,1E+11	7,0E+11	7,0E+11	1,7E+13
Sn-126	7,3E+08	2,6E+10	9,1E+10	2,1E+11	7,3E+11	7,3E+11	1,9E+13
Cd-113m	7,3E+08	2,6E+10	9,1E+10	2,1E+11	7,3E+11	7,3E+11	1,9E+13
Ra-228	7,3E+08	2,7E+10	9,1E+10	2,1E+11	7,3E+11	7,3E+11	1,9E+13
Sr-90	8,6E+08	3,0E+10	1,1E+11	2,7E+11	8,6E+11	8,6E+11	2,1E+13
Ag-108m	9,6E+08	3,4E+10	1,2E+11	3,0E+11	9,6E+11	9,6E+11	2,3E+13
Am-242m	7,0E+08	3,6E+10	8,7E+10	2,1E+11	7,0E+11	7,0E+11	1,7E+13
Nb-94	1,1E+09	3,9E+10	1,4E+11	3,6E+11	1,1E+12	1,1E+12	2,7E+13
Na-22	2,3E+09	8,0E+10	2,9E+11	7,3E+11	2,3E+12	2,3E+12	5,7E+13
Rb-87	3,4E+09	1,2E+11	4,1E+11	1,1E+12	3,4E+12	3,4E+12	8,4E+13
Eu-152	4,4E+09	1,6E+11	5,4E+11	1,4E+12	4,4E+12	4,4E+12	1,1E+14
Co-60	5,0E+09	1,7E+11	6,1E+11	1,6E+12	5,0E+12	5,0E+12	1,2E+14
Cs-137	5,1E+09	1,9E+11	6,4E+11	1,7E+12	5,1E+12	5,1E+12	1,3E+14
Ra-226	6,3E+07	2,1E+09	7,9E+09	2,0E+10	6,3E+10	6,3E+10	1,6E+12
Pa-231	6,0E+07	3,0E+09	7,4E+09	1,9E+10	6,0E+10	6,0E+10	1,4E+12
Th-232	1,4E+08	5,1E+09	1,7E+10	4,3E+10	1,4E+11	1,4E+11	3,4E+12
Cm-248	1,3E+08	6,4E+09	1,6E+10	4,0E+10	1,3E+11	1,3E+11	3,3E+12
Np-237	2,1E+08	7,9E+09	2,7E+10	6,9E+10	2,1E+11	2,1E+11	5,4E+12
U-232	3,1E+08	1,6E+10	4,0E+10	9,9E+10	3,1E+11	3,1E+11	7,9E+12
Th-228	7,0E+08	3,6E+10	8,7E+10	2,1E+11	7,0E+11	7,0E+11	1,7E+13
Cm-245	7,3E+08	3,6E+10	9,1E+10	2,1E+11	7,3E+11	7,3E+11	1,9E+13
Cm-246	7,6E+08	3,7E+10	9,3E+10	2,3E+11	7,6E+11	7,6E+11	1,9E+13
Am-243	7,6E+08	3,7E+10	9,3E+10	2,3E+11	7,6E+11	7,6E+11	1,9E+13
Am-241	7,6E+08	3,7E+10	9,3E+10	2,3E+11	7,6E+11	7,6E+11	1,9E+13
Pu-239	8,3E+08	4,1E+10	1,0E+11	2,6E+11	8,3E+11	8,3E+11	2,1E+13
Sonstige α -Strahler	8,3E+08	4,1E+10	1,0E+11	2,6E+11	8,3E+11	8,3E+11	2,1E+13
Sonstige β -/ γ -Strahler	5,1E+09	1,9E+11	6,4E+11	1,7E+12	5,1E+12	5,1E+12	1,3E+14

Anhang 4: Aktivitätsgrenzwerte für Leitnuklide und nicht spezifizierte sonstige α - und β -/ γ -Strahler, die aus der Störfallanalyse resultieren. Angaben in Bq pro Abfallgebinde (1995).

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 79 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 29.10.2010
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		

Radionuklid / Radionuklidgruppe	Betonbehälter		Gußbehälter			
	Typ I	Typ II	Typ I	Typ II	Typ II *)	Typ III
Th-232	6,8E+09	7,4E+09	4,3E+09	7,4E+09	6,8E+09	5,8E+09
U-235	7,4E+09	8,1E+09	4,7E+09	8,1E+09	7,4E+09	6,3E+09
U-233	9,0E+09	9,8E+09	5,7E+09	9,8E+09	9,0E+09	7,7E+09
Th-230	9,7E+09	1,1E+10	6,1E+09	1,1E+10	9,7E+09	8,3E+09
Pa-231	1,0E+10	1,1E+10	6,5E+09	1,1E+10	1,0E+10	8,7E+09
U-234	1,3E+10	1,4E+10	8,3E+09	1,4E+10	1,3E+10	1,1E+10
Cm-248	1,5E+10	1,7E+10	9,7E+09	1,7E+10	1,5E+10	1,3E+10
Np-237	1,7E+10	1,8E+10	1,1E+10	1,8E+10	1,7E+10	1,4E+10
Cm-247	1,8E+10	1,9E+10	1,1E+10	1,9E+10	1,8E+10	1,5E+10
Pu-244	2,4E+10	2,6E+10	1,5E+10	2,6E+10	2,4E+10	2,0E+10
Ra-226	2,4E+10	2,6E+10	1,5E+10	2,6E+10	2,4E+10	2,0E+10
U-238	2,7E+10	2,9E+10	1,7E+10	2,9E+10	2,7E+10	2,3E+10
Cm-245	4,6E+10	5,0E+10	2,9E+10	5,0E+10	4,6E+10	3,9E+10
Ac-227	1,3E+11	1,4E+11	8,1E+10	1,4E+11	1,3E+11	1,1E+11
Am-242m	1,8E+11	2,0E+11	1,2E+11	2,0E+11	1,8E+11	1,6E+11
Ra-228	1,9E+11	2,1E+11	1,2E+11	2,1E+11	1,9E+11	1,6E+11
Nb-94	2,5E+11	2,8E+11	1,6E+11	2,8E+11	2,5E+11	2,2E+11
Pu-238	4,5E+11	4,9E+11	2,8E+11	4,9E+11	4,5E+11	3,8E+11
Pb-210	7,5E+11	8,1E+11	4,7E+11	8,1E+11	7,5E+11	6,4E+11
Ca-41	8,5E+11	9,2E+11	5,4E+11	9,2E+11	8,5E+11	7,2E+11
Ag-108m	1,3E+12	1,4E+12	8,3E+11	1,4E+12	1,3E+12	1,1E+12
Cl-36	1,3E+12	1,4E+12	8,3E+11	1,4E+12	1,3E+12	1,1E+12
Be-10	1,3E+12	1,4E+12	8,3E+11	1,4E+12	1,3E+12	1,1E+12
Sn-126	1,7E+12	1,8E+12	1,1E+12	1,8E+12	1,7E+12	1,4E+12
Rb-87	1,9E+12	2,1E+12	1,2E+12	2,1E+12	1,9E+12	1,6E+12
Co-60	2,6E+12	2,9E+12	1,7E+12	2,9E+12	2,6E+12	2,2E+12
Ar-39	2,7E+12	2,9E+12	1,7E+12	2,9E+12	2,7E+12	2,3E+12
Cs-137	4,5E+12	4,9E+12	2,8E+12	4,9E+12	4,5E+12	3,8E+12
Ni-63	3,8E+13	4,1E+13	2,4E+13	4,1E+13	3,8E+13	3,2E+13
Fe-55	1,5E+15	1,6E+15	9,4E+14	1,6E+15	1,5E+15	1,3E+15
sonstige α -Strahler	6,2E+10	6,8E+10	4,0E+10	6,8E+10	6,2E+10	5,3E+10
sonstige β -/ γ -Strahler	3,4E+12	3,7E+12	2,1E+12	3,7E+12	3,4E+12	2,9E+12

Anhang 5: Aktivitätswerte für Leitnuklide und nicht spezifizierte sonstige α - und β -/ γ -Strahler, die aus der Analyse zur thermischen Beeinflussung des Wirtsgesteins resultieren. Angaben in Bq pro Abfallgebinde (1995).

*) Typ KfK

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 80 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		Stand: 29.10.2010

Radionuklid / Radionuklidgruppe	Container					
	Typ I	Typ II	Typ III	Typ IV	Typ V	Typ VI
Th-232	2,0E+10	2,2E+10	4,8E+10	4,0E+10	5,6E+10	2,8E+10
U-235	2,2E+10	2,4E+10	5,3E+10	4,4E+10	6,2E+10	3,1E+10
U-233	2,7E+10	2,9E+10	6,4E+10	5,3E+10	7,5E+10	3,7E+10
Th-230	2,9E+10	3,1E+10	6,9E+10	5,7E+10	8,0E+10	4,0E+10
Pa-231	3,0E+10	3,3E+10	7,2E+10	6,0E+10	8,4E+10	4,2E+10
U-234	3,9E+10	4,2E+10	9,3E+10	7,7E+10	1,1E+11	5,4E+10
Cm-248	4,5E+10	5,0E+10	1,1E+11	9,1E+10	1,3E+11	6,3E+10
Np-237	5,0E+10	5,4E+10	1,2E+11	9,9E+10	1,4E+11	7,0E+10
Cm-247	5,3E+10	5,8E+10	1,3E+11	1,1E+11	1,5E+11	7,4E+10
Pu-244	7,0E+10	7,7E+10	1,7E+11	1,4E+11	2,0E+11	9,8E+10
Ra-226	7,1E+10	7,8E+10	1,7E+11	1,4E+11	2,0E+11	9,9E+10
U-238	7,8E+10	8,6E+10	1,9E+11	1,6E+11	2,2E+11	1,1E+11
Cm-245	1,3E+11	1,5E+11	3,2E+11	2,7E+11	3,8E+11	1,9E+11
Ac-227	3,8E+11	4,1E+11	9,1E+11	7,6E+11	1,1E+12	5,3E+11
Am-242m	5,4E+11	5,9E+11	1,3E+12	1,1E+12	1,5E+12	7,6E+11
Ra-228	5,6E+11	6,1E+11	1,3E+12	1,1E+12	1,6E+12	7,8E+11
Nb-94	7,5E+11	8,2E+11	1,8E+12	1,5E+12	2,1E+12	1,1E+12
Pu-238	1,3E+12	1,5E+12	3,2E+12	2,7E+12	3,7E+12	1,9E+12
Pb-210	2,2E+12	2,4E+12	5,3E+12	4,4E+12	6,2E+12	3,1E+12
Ca-41	2,5E+12	2,7E+12	6,0E+12	5,0E+12	7,0E+12	3,5E+12
Ag-108m	3,9E+12	4,2E+12	9,3E+12	7,8E+12	1,1E+13	5,4E+12
Cl-36	3,9E+12	4,2E+12	9,3E+12	7,8E+12	1,1E+13	5,4E+12
Be-10	3,9E+12	4,3E+12	9,3E+12	7,8E+12	1,1E+13	5,5E+12
Sn-126	5,0E+12	5,4E+12	1,2E+13	1,0E+13	1,4E+13	7,0E+12
Rb-87	5,6E+12	6,1E+12	1,3E+13	1,1E+13	1,6E+13	7,8E+12
Co-60	7,8E+12	8,5E+12	1,9E+13	1,6E+13	2,2E+13	1,1E+13
Ar-39	8,0E+12	8,7E+12	1,9E+13	1,6E+13	2,2E+13	1,1E+13
Cs-137	1,3E+13	1,4E+13	3,2E+13	2,6E+13	3,7E+13	1,8E+13
Ni-63	1,1E+14	1,2E+14	2,7E+14	2,2E+14	3,1E+14	1,6E+14
Fe-55	4,4E+15	4,8E+15	1,1E+16	8,8E+15	1,2E+16	6,2E+15
sonstige α -Strahler	1,8E+11	2,0E+11	4,4E+11	3,7E+11	5,2E+11	2,6E+11
sonstige β -/ γ -Strahler	1,0E+13	1,1E+13	2,4E+13	2,0E+13	2,8E+13	1,4E+13

Anhang 5: Aktivitätswerte für Leitnuklide und nicht spezifizierte sonstige α - und β -/ γ -Strahler, die aus der Analyse zur thermischen Beeinflussung des Wirtsgesteins resultieren. Angaben in Bq pro Abfallgebinde (1995).
(Fortsetzung)

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 81 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9KE	2211	MAO	RE	0001	02	Stand: 29.10.2010

Radionuklid	Betonbehälter		Gußbehälter			
	Typ I	Typ II	Typ I	Typ II	Typ II *)	Typ III
Ac-228	8,2E+13	8,9E+13	5,2E+13	8,9E+13	8,2E+13	7,0E+13
Ag-110m	5,0E+12	5,4E+12	3,2E+12	5,4E+12	5,0E+12	4,3E+12
Am-241	2,2E+11	2,4E+11	1,4E+11	2,4E+11	2,2E+11	1,9E+11
Am-243	8,4E+10	9,1E+10	5,3E+10	9,1E+10	8,4E+10	7,1E+10
Am-244	1,4E+14	1,5E+14	8,6E+13	1,5E+14	1,4E+14	1,2E+14
Ba-133	1,0E+13	1,1E+13	6,6E+12	1,1E+13	1,0E+13	8,9E+12
Bi-210	1,0E+14	1,1E+14	6,4E+13	1,1E+14	1,0E+14	8,6E+13
Bi-214	5,6E+13	6,0E+13	3,5E+13	6,0E+13	5,6E+13	4,7E+13
C-14	1,1E+13	1,2E+13	7,2E+12	1,2E+13	1,1E+13	9,7E+12
Ca-45	2,2E+14	2,3E+14	1,4E+14	2,3E+14	2,2E+14	1,8E+14
Cd-109	1,0E+14	1,1E+14	6,6E+13	1,1E+14	1,0E+14	8,8E+13
Cd-113m	1,7E+13	1,9E+13	1,1E+13	1,9E+13	1,7E+13	1,5E+13
Ce-144	9,8E+12	1,1E+13	6,2E+12	1,1E+13	9,8E+12	8,3E+12
Cm-242	3,1E+12	3,4E+12	2,0E+12	3,4E+12	3,1E+12	2,6E+12
Cm-243	6,5E+11	7,0E+11	4,1E+11	7,0E+11	6,5E+11	5,5E+11
Cm-244	8,0E+11	8,7E+11	5,0E+11	8,7E+11	8,0E+11	6,8E+11
Cm-246	1,1E+11	1,1E+11	6,7E+10	1,1E+11	1,1E+11	9,0E+10
Co-57	1,6E+13	1,8E+13	1,0E+13	1,8E+13	1,6E+13	1,4E+13
Co-58	2,4E+13	2,6E+13	1,5E+13	2,6E+13	2,4E+13	2,0E+13
Cr-51	1,1E+15	1,2E+15	6,8E+14	1,2E+15	1,1E+15	9,1E+14
Cs-134	5,5E+12	6,0E+12	3,5E+12	6,0E+12	5,5E+12	4,7E+12
Cs-135	4,7E+12	5,1E+12	3,0E+12	5,1E+12	4,7E+12	4,0E+12
Eu-152	3,9E+12	4,3E+12	2,5E+12	4,3E+12	3,9E+12	3,4E+12
Eu-154	3,9E+12	4,2E+12	2,5E+12	4,2E+12	3,9E+12	3,3E+12
Eu-155	5,7E+13	6,2E+13	3,6E+13	6,2E+13	5,7E+13	4,9E+13
Fe-59	1,9E+13	2,1E+13	1,2E+13	2,1E+13	1,9E+13	1,6E+13
H-3	9,1E+14	9,9E+14	5,8E+14	9,9E+14	9,1E+14	7,8E+14
Hf-175	4,0E+13	4,3E+13	2,5E+13	4,3E+13	4,0E+13	3,4E+13
Hf-181	3,0E+13	3,3E+13	1,9E+13	3,3E+13	3,0E+13	2,6E+13
Hg-203	6,0E+13	6,5E+13	3,8E+13	6,5E+13	6,0E+13	5,1E+13
I-125	1,5E+14	1,6E+14	9,3E+13	1,6E+14	1,5E+14	1,2E+14
I-129	3,4E+12	3,7E+12	2,2E+12	3,7E+12	3,4E+12	2,9E+12
Kr-85	2,2E+13	2,3E+13	1,4E+13	2,3E+13	2,2E+13	1,8E+13
Mn-54	1,5E+13	1,7E+13	9,7E+12	1,7E+13	1,5E+13	1,3E+13
Mo-93	4,0E+13	4,4E+13	2,5E+13	4,4E+13	4,0E+13	3,4E+13
Na-22	3,6E+12	4,0E+12	2,3E+12	4,0E+12	3,6E+12	3,1E+12
Nb-93m	1,7E+14	1,8E+14	1,1E+14	1,8E+14	1,7E+14	1,4E+14
Nb-95	4,2E+13	4,6E+13	2,7E+13	4,6E+13	4,2E+13	3,6E+13

Anhang 6: Aktivitätswerte für weitere Radionuklide, die aus der Analyse zur thermischen Beeinflussung des Wirtsgesteins resultieren. Angaben in Bq pro Abfallgebinde (1995).

*) Typ KfK

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 82 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 29.10.2010
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		

Radionuklid	Container					
	Typ I	Typ II	Typ III	Typ IV	Typ V	Typ VI
Ac-228	2,4E+14	2,7E+14	5,8E+14	4,9E+14	6,8E+14	3,4E+14
Ag-110m	1,5E+13	1,6E+13	3,5E+13	3,0E+13	4,1E+13	2,1E+13
Am-241	6,6E+11	7,3E+11	1,6E+12	1,3E+12	1,9E+12	9,3E+11
Am-243	2,5E+11	2,7E+11	5,9E+11	5,0E+11	6,9E+11	3,5E+11
Am-244	4,0E+14	4,4E+14	9,6E+14	8,0E+14	1,1E+15	5,6E+14
Ba-133	3,1E+13	3,4E+13	7,4E+13	6,2E+13	8,7E+13	4,3E+13
Bi-210	3,0E+14	3,3E+14	7,1E+14	5,9E+14	8,3E+14	4,2E+14
Bi-214	1,6E+14	1,8E+14	3,9E+14	3,3E+14	4,6E+14	2,3E+14
C-14	3,4E+13	3,7E+13	8,1E+13	6,7E+13	9,4E+13	4,7E+13
Ca-45	6,4E+14	7,0E+14	1,5E+15	1,3E+15	1,8E+15	8,9E+14
Cd-109	3,1E+14	3,4E+14	7,4E+14	6,1E+14	8,6E+14	4,3E+14
Cd-113m	5,1E+13	5,6E+13	1,2E+14	1,0E+14	1,4E+14	7,2E+13
Ce-144	2,9E+13	3,2E+13	6,9E+13	5,8E+13	8,1E+13	4,0E+13
Cm-242	9,1E+12	1,0E+13	2,2E+13	1,8E+13	2,6E+13	1,3E+13
Cm-243	1,9E+12	2,1E+12	4,6E+12	3,8E+12	5,4E+12	2,7E+12
Cm-244	2,4E+12	2,6E+12	5,7E+12	4,7E+12	6,6E+12	3,3E+12
Cm-246	3,1E+11	3,4E+11	7,5E+11	6,2E+11	8,7E+11	4,4E+11
Co-57	4,8E+13	5,3E+13	1,2E+14	9,6E+13	1,3E+14	6,7E+13
Co-58	7,0E+13	7,7E+13	1,7E+14	1,4E+14	2,0E+14	9,8E+13
Cr-51	3,2E+15	3,5E+15	7,6E+15	6,3E+15	8,9E+15	4,4E+15
Cs-134	1,6E+13	1,8E+13	3,9E+13	3,2E+13	4,5E+13	2,3E+13
Cs-135	1,4E+13	1,5E+13	3,4E+13	2,8E+13	3,9E+13	2,0E+13
Eu-152	1,2E+13	1,3E+13	2,8E+13	2,3E+13	3,3E+13	1,6E+13
Eu-154	1,1E+13	1,3E+13	2,8E+13	2,3E+13	3,2E+13	1,6E+13
Eu-155	1,7E+14	1,8E+14	4,0E+14	3,4E+14	4,7E+14	2,4E+14
Fe-59	5,6E+13	6,2E+13	1,4E+14	1,1E+14	1,6E+14	7,9E+13
H-3	2,7E+15	3,0E+15	6,5E+15	5,4E+15	7,6E+15	3,8E+15
Hf-175	1,2E+14	1,3E+14	2,8E+14	2,3E+14	3,3E+14	1,6E+14
Hf-181	8,9E+13	9,7E+13	2,1E+14	1,8E+14	2,5E+14	1,2E+14
Hg-203	1,8E+14	1,9E+14	4,2E+14	3,5E+14	4,9E+14	2,5E+14
I-125	4,3E+14	4,7E+14	1,0E+15	8,7E+14	1,2E+15	6,1E+14
I-129	1,0E+13	1,1E+13	2,4E+13	2,0E+13	2,8E+13	1,4E+13
Kr-85	6,4E+13	7,0E+13	1,5E+14	1,3E+14	1,8E+14	8,9E+13
Mn-54	4,5E+13	5,0E+13	1,1E+14	9,1E+13	1,3E+14	6,3E+13
Mo-93	1,2E+14	1,3E+14	2,9E+14	2,4E+14	3,3E+14	1,7E+14
Na-22	1,1E+13	1,2E+13	2,6E+13	2,2E+13	3,0E+13	1,5E+13
Nb-93m	5,0E+14	5,4E+14	1,2E+15	1,0E+15	1,4E+15	7,0E+14
Nb-95	1,2E+14	1,4E+14	3,0E+14	2,5E+14	3,5E+14	1,7E+14

Anhang 6: Aktivitätswerte für weitere Radionuklide, die aus der Analyse zur thermischen
 (Fortsetzung) Beeinflussung des Wirtsgesteins resultieren. Angaben in Bq pro Abfallbinde
 (1995).

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 83 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9KE	2211	MAO	RE	0001	02	Stand: 29.10.2010

Radionuklid	Betonbehälter		Gußbehälter			
	Typ I	Typ II	Typ I	Typ II	Typ II *)	Typ III
Ni-59	4,9E+13	5,4E+13	3,1E+13	5,4E+13	4,9E+13	4,2E+13
Pa-233	1,7E+14	1,8E+14	1,1E+14	1,8E+14	1,7E+14	1,4E+14
Pa-234m	1,4E+14	1,6E+14	9,1E+13	1,6E+14	1,4E+14	1,2E+14
Pa-234	4,9E+13	5,4E+13	3,1E+13	5,4E+13	4,9E+13	4,2E+13
Pb-214	2,2E+14	2,4E+14	1,4E+14	2,4E+14	2,2E+14	1,9E+14
Pd-107	2,7E+13	2,9E+13	1,7E+13	2,9E+13	2,7E+13	2,3E+13
Pm-147	1,4E+14	1,6E+14	9,1E+13	1,6E+14	1,4E+14	1,2E+14
Po-210	3,3E+12	3,6E+12	2,1E+12	3,6E+12	3,3E+12	2,8E+12
Pu-236	1,4E+12	1,5E+12	8,7E+11	1,5E+12	1,4E+12	1,2E+12
Pu-239	8,1E+10	8,8E+10	5,1E+10	8,8E+10	8,1E+10	6,9E+10
Pu-240	1,0E+11	1,1E+11	6,5E+10	1,1E+11	1,0E+11	8,8E+10
Pu-241	6,7E+12	7,3E+12	4,3E+12	7,3E+12	6,7E+12	5,7E+12
Pu-242	6,4E+10	7,0E+10	4,1E+10	7,0E+10	6,4E+10	5,5E+10
Ra-223	4,7E+12	5,1E+12	3,0E+12	5,1E+12	4,7E+12	4,0E+12
Ra-224	1,1E+13	1,2E+13	7,2E+12	1,2E+13	1,1E+13	9,7E+12
Rn-222	1,5E+13	1,7E+13	9,8E+12	1,7E+13	1,5E+13	1,3E+13
Ru-103	5,7E+13	6,2E+13	3,6E+13	6,2E+13	5,7E+13	4,8E+13
Ru-106	7,2E+12	7,9E+12	4,6E+12	7,9E+12	7,2E+12	6,2E+12
S-35	1,3E+14	1,4E+14	8,2E+13	1,4E+14	1,3E+14	1,1E+14
Sb-125	1,3E+13	1,4E+13	8,0E+12	1,4E+13	1,3E+13	1,1E+13
Sc-46	1,0E+13	1,1E+13	6,6E+12	1,1E+13	1,0E+13	8,9E+12
Se-79	8,8E+12	9,6E+12	5,6E+12	9,6E+12	8,8E+12	7,5E+12
Sm-151	1,3E+14	1,4E+14	8,2E+13	1,4E+14	1,3E+14	1,1E+14
Sr-89	4,9E+13	5,3E+13	3,1E+13	5,3E+13	4,9E+13	4,1E+13
Sr-90	3,4E+12	3,7E+12	2,1E+12	3,7E+12	3,4E+12	2,9E+12
Ta-182	1,3E+13	1,4E+13	8,1E+12	1,4E+13	1,3E+13	1,1E+13
Tc-99	3,9E+12	4,3E+12	2,5E+12	4,3E+12	3,9E+12	3,3E+12
Te-125m	1,9E+14	2,0E+14	1,2E+14	2,0E+14	1,9E+14	1,6E+14
Th-227	2,6E+12	2,8E+12	1,6E+12	2,8E+12	2,6E+12	2,2E+12
Th-228	2,7E+11	2,9E+11	1,7E+11	2,9E+11	2,7E+11	2,3E+11
Th-231	1,3E+15	1,4E+15	8,0E+14	1,4E+15	1,3E+15	1,1E+15
Th-234	2,8E+13	3,1E+13	1,8E+13	3,1E+13	2,8E+13	2,4E+13
U-232	6,5E+10	7,1E+10	4,1E+10	7,1E+10	6,5E+10	5,5E+10
U-236	6,2E+10	6,8E+10	4,0E+10	6,8E+10	6,2E+10	5,3E+10
V-49	2,9E+15	3,2E+15	1,9E+15	3,2E+15	2,9E+15	2,5E+15
Zn-65	2,4E+13	2,6E+13	1,5E+13	2,6E+13	2,4E+13	2,0E+13
Zr-93	5,4E+12	5,9E+12	3,4E+12	5,9E+12	5,4E+12	4,6E+12
Zr-95	2,9E+13	3,2E+13	1,9E+13	3,2E+13	2,9E+13	2,5E+13

Anhang 6: Aktivitätswerte für weitere Radionuklide, die aus der Analyse zur thermischen
(Fortsetzung) Beeinflussung des Wirtsgesteins resultieren. Angaben in Bq pro Abfallbinde
(1995).

*) Typ KfK

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 84 von 92
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 29.10.2010
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		

Radionuklid	Container					
	Typ I	Typ II	Typ III	Typ IV	Typ V	Typ VI
Ni-59	1,5E+14	1,6E+14	3,5E+14	2,9E+14	4,1E+14	2,0E+14
Pa-233	4,9E+14	5,4E+14	1,2E+15	9,9E+14	1,4E+15	6,9E+14
Pa-234m	4,2E+14	4,6E+14	1,0E+15	8,5E+14	1,2E+15	5,9E+14
Pa-234	1,5E+14	1,6E+14	3,5E+14	2,9E+14	4,1E+14	2,1E+14
Pb-214	6,6E+14	7,2E+14	1,6E+15	1,3E+15	1,8E+15	9,2E+14
Pd-107	7,9E+13	8,6E+13	1,9E+14	1,6E+14	2,2E+14	1,1E+14
Pm-147	4,2E+14	4,6E+14	1,0E+15	8,5E+14	1,2E+15	5,9E+14
Po-210	9,8E+12	1,1E+13	2,3E+13	2,0E+13	2,7E+13	1,4E+13
Pu-236	4,1E+12	4,5E+12	9,8E+12	8,2E+12	1,1E+13	5,7E+12
Pu-239	2,4E+11	2,6E+11	5,7E+11	4,8E+11	6,7E+11	3,4E+11
Pu-240	3,1E+11	3,3E+11	7,3E+11	6,1E+11	8,5E+11	4,3E+11
Pu-241	2,0E+13	2,2E+13	4,8E+13	4,0E+13	5,6E+13	2,8E+13
Pu-242	1,9E+11	2,1E+11	4,5E+11	3,8E+11	5,3E+11	2,7E+11
Ra-223	1,4E+13	1,5E+13	3,3E+13	2,8E+13	3,9E+13	1,9E+13
Ra-224	3,4E+13	3,7E+13	8,1E+13	6,7E+13	9,4E+13	4,7E+13
Rn-222	4,6E+13	5,0E+13	1,1E+14	9,2E+13	1,3E+14	6,4E+13
Ru-103	1,7E+14	1,8E+14	4,0E+14	3,4E+14	4,7E+14	2,3E+14
Ru-106	2,1E+13	2,3E+13	5,1E+13	4,3E+13	6,0E+13	3,0E+13
S-35	3,8E+14	4,2E+14	9,2E+14	7,7E+14	1,1E+15	5,4E+14
Sb-125	3,8E+13	4,1E+13	9,0E+13	7,5E+13	1,1E+14	5,3E+13
Sc-46	3,1E+13	3,4E+13	7,4E+13	6,2E+13	8,7E+13	4,3E+13
Se-79	2,6E+13	2,9E+13	6,3E+13	5,2E+13	7,3E+13	3,7E+13
Sm-151	3,8E+14	4,2E+14	9,2E+14	7,7E+14	1,1E+15	5,4E+14
Sr-89	1,4E+14	1,6E+14	3,4E+14	2,9E+14	4,0E+14	2,0E+14
Sr-90	1,0E+13	1,1E+13	2,4E+13	2,0E+13	2,8E+13	1,4E+13
Ta-182	3,8E+13	4,2E+13	9,1E+13	7,6E+13	1,1E+14	5,3E+13
Tc-99	1,2E+13	1,3E+13	2,8E+13	2,3E+13	3,2E+13	1,6E+13
Te-125m	5,5E+14	6,0E+14	1,3E+15	1,1E+15	1,5E+15	7,7E+14
Th-227	7,6E+12	8,3E+12	1,8E+13	1,5E+13	2,1E+13	1,1E+13
Th-228	8,0E+11	8,8E+11	1,9E+12	1,6E+12	2,2E+12	1,1E+12
Th-231	3,7E+15	4,1E+15	9,0E+15	7,5E+15	1,0E+16	5,2E+15
Th-234	8,3E+13	9,1E+13	2,0E+14	1,7E+14	2,3E+14	1,2E+14
U-232	1,9E+11	2,1E+11	4,6E+11	3,9E+11	5,4E+11	2,7E+11
U-236	1,8E+11	2,0E+11	4,4E+11	3,7E+11	5,2E+11	2,6E+11
V-49	8,7E+15	9,5E+15	2,1E+16	1,7E+16	2,4E+16	1,2E+16
Zn-65	7,1E+13	7,8E+13	1,7E+14	1,4E+14	2,0E+14	9,9E+13
Zr-93	1,6E+13	1,7E+13	3,8E+13	3,2E+13	4,5E+13	2,2E+13
Zr-95	8,7E+13	9,5E+13	2,1E+14	1,7E+14	2,4E+14	1,2E+14

Anhang 6: Aktivitätswerte für weitere Radionuklide, die aus der Analyse zur thermischen
(Fortsetzung) Beeinflussung des Wirtsgesteins resultieren. Angaben in Bq pro Abfallgebinde
(1995).

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 85 von 92	
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN			
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		Stand: 29.10.2010	

Nr.	Radio- nuklid	Längen- bezogener Aktivitäts- grenzwert in Bq/m	A k t i v i t ä t s w e r t					
			Betonbehälter			Gußbehälter		
			Typ I	Typ II	Typ III	Typ I	Typ II	Typ II*
1	Cm-250	6.0E+10	3.0E+09	3.3E+09	7.0E+09	1.9E+09	3.3E+09	3.0E+09
2	Np-236m	1.1E+11	5.8E+09	6.3E+09	1.3E+10	3.7E+09	6.3E+09	5.8E+09
3	Th-232	1.2E+11	6.3E+09	6.9E+09	1.5E+10	4.0E+09	6.9E+09	6.3E+09
4	U -235	1.4E+11	7.0E+09	7.6E+09	1.6E+10	4.4E+09	7.6E+09	7.0E+09
5	U -233	1.7E+11	8.5E+09	9.2E+09	2.0E+10	5.4E+09	9.2E+09	8.5E+09
6	Th-230	1.8E+11	9.1E+09	9.9E+09	2.1E+10	5.8E+09	9.9E+09	9.1E+09
7	Pa-231	1.9E+11	9.5E+09	1.0E+10	2.2E+10	6.0E+09	1.0E+10	9.5E+09
8	U -234	2.4E+11	1.2E+10	1.3E+10	2.8E+10	7.8E+09	1.3E+10	1.2E+10
9	Th-229	2.8E+11	1.4E+10	1.6E+10	3.3E+10	9.1E+09	1.6E+10	1.4E+10
10	Cm-248	2.8E+11	1.4E+10	1.6E+10	3.3E+10	9.1E+09	1.6E+10	1.4E+10
11	Np-237	3.1E+11	1.6E+10	1.7E+10	3.6E+10	9.9E+09	1.7E+10	1.6E+10
12	Cm-247	3.3E+11	1.7E+10	1.8E+10	3.9E+10	1.1E+10	1.8E+10	1.7E+10
13	Pu-244	4.4E+11	2.2E+10	2.4E+10	5.1E+10	1.4E+10	2.4E+10	2.2E+10
14	Ra-226	4.4E+11	2.2E+10	2.4E+10	5.2E+10	1.4E+10	2.4E+10	2.2E+10
15	U -238	4.9E+11	2.5E+10	2.7E+10	5.7E+10	1.6E+10	2.7E+10	2.5E+10
16	Cm-245	8.4E+11	4.3E+10	4.6E+10	9.9E+10	2.7E+10	4.6E+10	4.3E+10
17	Bi-210m	9.2E+11	4.6E+10	5.1E+10	1.1E+11	2.9E+10	5.1E+10	4.6E+10
18	Al- 26	1.6E+12	8.0E+10	8.7E+10	1.8E+11	5.1E+10	8.7E+10	8.0E+10
19	Cf-254	2.3E+12	1.1E+11	1.3E+11	2.7E+11	7.3E+10	1.3E+11	1.1E+11
20	Ac-227	2.4E+12	1.2E+11	1.3E+11	2.8E+11	7.6E+10	1.3E+11	1.2E+11
21	Am-242m	3.4E+12	1.7E+11	1.9E+11	4.0E+11	1.1E+11	1.9E+11	1.7E+11
22	Ra-228	3.5E+12	1.8E+11	1.9E+11	4.1E+11	1.1E+11	1.9E+11	1.8E+11
23	Nb- 94	4.7E+12	2.4E+11	2.6E+11	5.5E+11	1.5E+11	2.6E+11	2.4E+11
24	K - 40	7.2E+12	3.7E+11	4.0E+11	8.5E+11	2.3E+11	4.0E+11	3.7E+11
25	Pu-238	8.3E+12	4.2E+11	4.6E+11	9.7E+11	2.7E+11	4.6E+11	4.2E+11
26	Ho-166m	8.5E+12	4.3E+11	4.7E+11	1.0E+12	2.7E+11	4.7E+11	4.3E+11
27	Pb-210	1.4E+13	7.0E+11	7.6E+11	1.6E+12	4.4E+11	7.6E+11	7.0E+11
28	Ca- 41	1.6E+13	7.9E+11	8.6E+11	1.8E+12	5.0E+11	8.6E+11	7.9E+11
29	Ag-108m	2.4E+13	1.2E+12	1.3E+12	2.8E+12	7.8E+11	1.3E+12	1.2E+12
30	Cl- 36	2.4E+13	1.2E+12	1.3E+12	2.8E+12	7.8E+11	1.3E+12	1.2E+12
31	Be- 10	2.4E+13	1.2E+12	1.3E+12	2.8E+12	7.8E+11	1.3E+12	1.2E+12
32	Sn-126	3.1E+13	1.6E+12	1.7E+12	3.6E+12	1.0E+12	1.7E+12	1.6E+12
33	Rb- 87	3.5E+13	1.8E+12	1.9E+12	4.1E+12	1.1E+12	1.9E+12	1.8E+12
34	Ra-225	3.9E+13	2.0E+12	2.2E+12	4.6E+12	1.3E+12	2.2E+12	2.0E+12
35	Co- 60	4.9E+13	2.5E+12	2.7E+12	5.7E+12	1.6E+12	2.7E+12	2.5E+12
36	Ar- 39	5.0E+13	2.5E+12	2.8E+12	5.8E+12	1.6E+12	2.8E+12	2.5E+12
37	Cs-137	8.2E+13	4.2E+12	4.5E+12	9.6E+12	2.6E+12	4.5E+12	4.2E+12
38	Ni- 63	7.0E+14	3.5E+13	3.9E+13	8.2E+13	2.2E+13	3.9E+13	3.5E+13
39	Fe- 55	2.7E+16	1.4E+15	1.5E+15	3.2E+15	8.8E+14	1.5E+15	1.4E+15
40	Alpha	1.2E+12	5.8E+10	6.4E+10	1.3E+11	3.7E+10	6.4E+10	5.8E+10
41	Bet/Gam	6.2E+13	3.1E+12	3.4E+12	7.3E+12	2.0E+12	3.4E+12	3.1E+12

Anhang 7: Aktivitätswerte für Leitnuklide und sonstige nicht spezifizierte Alpha- und Beta-/Gamma-Strahler, die aus der Analyse zur thermischen Beeinflussung des Wirtsgesteins resultieren. Angaben in Bq pro Abfallgebände (1995).

* Typ FZK

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 86 von 92	
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN			
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		Stand: 29.10.2010	

Nr. Radio- A k t i v i t ä t s w e r t

Nr.	Radio- Nuklid	Gußbeh.			Container			
		Typ III	Typ I	Typ II	Typ III	Typ IV	Typ V	Typ VI
1	Cm-250	2.6E+09	8.9E+09	9.8E+09	2.1E+10	1.8E+10	2.5E+10	1.2E+10
2	Np-236m	5.0E+09	1.7E+10	1.9E+10	4.1E+10	3.4E+10	4.8E+10	2.4E+10
3	Th-232	5.4E+09	1.9E+10	2.0E+10	4.5E+10	3.7E+10	5.2E+10	2.6E+10
4	U -235	5.9E+09	2.1E+10	2.2E+10	4.9E+10	4.1E+10	5.8E+10	2.9E+10
5	U -233	7.2E+09	2.5E+10	2.7E+10	6.0E+10	5.0E+10	7.0E+10	3.5E+10
6	Th-230	7.7E+09	2.7E+10	2.9E+10	6.4E+10	5.4E+10	7.5E+10	3.8E+10
7	Pa-231	8.1E+09	2.8E+10	3.1E+10	6.8E+10	5.6E+10	7.9E+10	4.0E+10
8	U -234	1.0E+10	3.6E+10	4.0E+10	8.7E+10	7.2E+10	1.0E+11	5.1E+10
9	Th-229	1.2E+10	4.2E+10	4.6E+10	1.0E+11	8.5E+10	1.2E+11	5.9E+10
10	Cm-248	1.2E+10	4.2E+10	4.6E+10	1.0E+11	8.5E+10	1.2E+11	5.9E+10
11	Np-237	1.3E+10	4.6E+10	5.1E+10	1.1E+11	9.3E+10	1.3E+11	6.5E+10
12	Cm-247	1.4E+10	5.0E+10	5.4E+10	1.2E+11	9.9E+10	1.4E+11	6.9E+10
13	Pu-244	1.9E+10	6.6E+10	7.2E+10	1.6E+11	1.3E+11	1.8E+11	9.2E+10
14	Ra-226	1.9E+10	6.6E+10	7.3E+10	1.6E+11	1.3E+11	1.9E+11	9.3E+10
15	U -238	2.1E+10	7.3E+10	8.0E+10	1.8E+11	1.5E+11	2.1E+11	1.0E+11
16	Cm-245	3.6E+10	1.3E+11	1.4E+11	3.0E+11	2.5E+11	3.5E+11	1.8E+11
17	Bi-210m	4.0E+10	1.4E+11	1.5E+11	3.3E+11	2.8E+11	3.9E+11	1.9E+11
18	Al- 26	6.8E+10	2.4E+11	2.6E+11	5.7E+11	4.7E+11	6.6E+11	3.3E+11
19	Cf-254	9.8E+10	3.4E+11	3.7E+11	8.2E+11	6.8E+11	9.5E+11	4.8E+11
20	Ac-227	1.0E+11	3.5E+11	3.9E+11	8.5E+11	7.1E+11	9.9E+11	5.0E+11
21	Am-242m	1.5E+11	5.1E+11	5.6E+11	1.2E+12	1.0E+12	1.4E+12	7.1E+11
22	Ra-228	1.5E+11	5.2E+11	5.7E+11	1.3E+12	1.0E+12	1.5E+12	7.3E+11
23	Nb- 94	2.0E+11	7.0E+11	7.7E+11	1.7E+12	1.4E+12	2.0E+12	9.9E+11
24	K - 40	3.1E+11	1.1E+12	1.2E+12	2.6E+12	2.2E+12	3.0E+12	1.5E+12
25	Pu-238	3.6E+11	1.2E+12	1.4E+12	3.0E+12	2.5E+12	3.5E+12	1.7E+12
26	Ho-166m	3.7E+11	1.3E+12	1.4E+12	3.1E+12	2.6E+12	3.6E+12	1.8E+12
27	Pb-210	6.0E+11	2.1E+12	2.3E+12	5.0E+12	4.1E+12	5.8E+12	2.9E+12
28	Ca- 41	6.8E+11	2.3E+12	2.6E+12	5.6E+12	4.7E+12	6.6E+12	3.3E+12
29	Ag-108m	1.0E+12	3.6E+12	4.0E+12	8.7E+12	7.3E+12	1.0E+13	5.1E+12
30	Cl- 36	1.0E+12	3.6E+12	4.0E+12	8.7E+12	7.3E+12	1.0E+13	5.1E+12
31	Be- 10	1.0E+12	3.6E+12	4.0E+12	8.7E+12	7.3E+12	1.0E+13	5.1E+12
32	Sn-126	1.3E+12	4.7E+12	5.1E+12	1.1E+13	9.3E+12	1.3E+13	6.5E+12
33	Rb- 87	1.5E+12	5.2E+12	5.7E+12	1.3E+13	1.0E+13	1.5E+13	7.3E+12
34	Ra-225	1.7E+12	5.9E+12	6.4E+12	1.4E+13	1.2E+13	1.6E+13	8.2E+12
35	Co- 60	2.1E+12	7.3E+12	8.0E+12	1.8E+13	1.5E+13	2.0E+13	1.0E+13
36	Ar- 39	2.2E+12	7.5E+12	8.2E+12	1.8E+13	1.5E+13	2.1E+13	1.0E+13
37	Cs-137	3.6E+12	1.2E+13	1.3E+13	3.0E+13	2.5E+13	3.5E+13	1.7E+13
38	Ni- 63	3.0E+13	1.0E+14	1.1E+14	2.5E+14	2.1E+14	2.9E+14	1.5E+14
39	Fe- 55	1.2E+15	4.1E+15	4.5E+15	9.9E+15	8.2E+15	1.2E+16	5.8E+15
40	Alpha	5.0E+10	1.7E+11	1.9E+11	4.2E+11	3.5E+11	4.8E+11	2.4E+11
41	Bet./Gam	2.7E+12	9.3E+12	1.0E+13	2.2E+13	1.9E+13	2.6E+13	1.3E+13

Anhang 7: Aktivitätswerte für Leitnuklide und sonstige nicht spezifizierte Alpha- und Beta-/Gamma-Strahler, die aus der Analyse zur thermischen Beeinflussung des Wirtsgesteins resultieren. Angaben in Bq pro Abfallgebäude (1995).
(Fortsetzung)

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 87 von 92	
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN			
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		Stand: 29.10.2010	

Nr.	Radio- nuklid	Längen- bezogener Aktivitäts- grenzwert in Bq/m	A k t i v i t ä t s w e r t					
			Betonbehälter			Gußbehälter		
			Typ I	Typ II	Typ III	Typ I	Typ II	Typ II*
1	Ac-228	1.5E+15	7.7E+13	8.4E+13	1.8E+14	4.9E+13	8.4E+13	7.7E+13
2	Ag-110m	9.2E+13	4.7E+12	5.1E+12	1.1E+13	3.0E+12	5.1E+12	4.7E+12
3	Am-241	4.1E+12	2.1E+11	2.3E+11	4.8E+11	1.3E+11	2.3E+11	2.1E+11
4	Am-243	1.5E+12	7.8E+10	8.5E+10	1.8E+11	5.0E+10	8.5E+10	7.8E+10
5	Am-244	2.5E+15	1.3E+14	1.4E+14	2.9E+14	8.0E+13	1.4E+14	1.3E+14
6	Ar- 37	2.9E+17	1.5E+16	1.6E+16	3.4E+16	9.2E+15	1.6E+16	1.5E+16
7	As- 73	5.5E+15	2.8E+14	3.0E+14	6.4E+14	1.8E+14	3.0E+14	2.8E+14
8	Au-195	2.2E+15	1.1E+14	1.2E+14	2.5E+14	6.9E+13	1.2E+14	1.1E+14
9	Ba-133	1.9E+14	9.8E+12	1.1E+13	2.3E+13	6.2E+12	1.1E+13	9.8E+12
10	Ba-140	3.4E+14	1.7E+13	1.9E+13	4.0E+13	1.1E+13	1.9E+13	1.7E+13
11	Bi-210	1.9E+15	9.4E+13	1.0E+14	2.2E+14	6.0E+13	1.0E+14	9.4E+13
12	Bi-214	1.0E+15	5.2E+13	5.7E+13	1.2E+14	3.3E+13	5.7E+13	5.2E+13
13	Bk-249	6.6E+14	3.3E+13	3.6E+13	7.7E+13	2.1E+13	3.6E+13	3.3E+13
14	C - 14	2.1E+14	1.1E+13	1.2E+13	2.5E+13	6.7E+12	1.2E+13	1.1E+13
15	Ca- 45	4.0E+15	2.0E+14	2.2E+14	4.6E+14	1.3E+14	2.2E+14	2.0E+14
16	Cd-109	1.9E+15	9.7E+13	1.1E+14	2.2E+14	6.2E+13	1.1E+14	9.7E+13
17	Cd-113m	3.2E+14	1.6E+13	1.8E+13	3.7E+13	1.0E+13	1.8E+13	1.6E+13
18	Cd-115m	9.0E+14	4.6E+13	5.0E+13	1.1E+14	2.9E+13	5.0E+13	4.6E+13
19	Ce-141	2.7E+15	1.4E+14	1.5E+14	3.1E+14	8.6E+13	1.5E+14	1.4E+14
20	Ce-144	1.8E+14	9.1E+12	1.0E+13	2.1E+13	5.8E+12	1.0E+13	9.1E+12
21	Cf-249	3.9E+12	2.0E+11	2.2E+11	4.6E+11	1.3E+11	2.2E+11	2.0E+11
22	Cf-250	1.6E+12	7.9E+10	8.6E+10	1.8E+11	5.0E+10	8.6E+10	7.9E+10
23	Cf-251	2.9E+12	1.4E+11	1.6E+11	3.3E+11	9.2E+10	1.6E+11	1.4E+11
24	Cf-252	4.1E+12	2.1E+11	2.3E+11	4.8E+11	1.3E+11	2.3E+11	2.1E+11
25	Cf-253	1.7E+14	8.7E+12	9.5E+12	2.0E+13	5.5E+12	9.5E+12	8.7E+12
26	Cm-242	5.7E+13	2.9E+12	3.1E+12	6.7E+12	1.8E+12	3.1E+12	2.9E+12
27	Cm-243	1.2E+13	6.1E+11	6.6E+11	1.4E+12	3.8E+11	6.6E+11	6.1E+11
28	Cm-244	1.5E+13	7.4E+11	8.1E+11	1.7E+12	4.7E+11	8.1E+11	7.4E+11
29	Cm-246	1.9E+12	9.9E+10	1.1E+11	2.3E+11	6.3E+10	1.1E+11	9.9E+10
30	Co- 57	3.0E+14	1.5E+13	1.7E+13	3.5E+13	9.6E+12	1.7E+13	1.5E+13
31	Co- 58	4.4E+14	2.2E+13	2.4E+13	5.1E+13	1.4E+13	2.4E+13	2.2E+13
32	Cr- 51	2.0E+16	1.0E+15	1.1E+15	2.3E+15	6.4E+14	1.1E+15	1.0E+15
33	Cs-134	1.0E+14	5.1E+12	5.6E+12	1.2E+13	3.3E+12	5.6E+12	5.1E+12
34	Cs-135	8.7E+13	4.4E+12	4.8E+12	1.0E+13	2.8E+12	4.8E+12	4.4E+12
35	Cs-136	4.8E+14	2.4E+13	2.7E+13	5.6E+13	1.5E+13	2.7E+13	2.4E+13
36	Es-253	1.3E+14	6.5E+12	7.0E+12	1.5E+13	4.1E+12	7.0E+12	6.5E+12
37	Eu-152	7.3E+13	3.7E+12	4.0E+12	8.5E+12	2.3E+12	4.0E+12	3.7E+12
38	Eu-154	7.2E+13	3.6E+12	3.9E+12	8.4E+12	2.3E+12	3.9E+12	3.6E+12
39	Eu-155	1.1E+15	5.3E+13	5.8E+13	1.2E+14	3.4E+13	5.8E+13	5.3E+13
40	Eu-156	5.8E+14	2.9E+13	3.2E+13	6.8E+13	1.9E+13	3.2E+13	2.9E+13
41	Fe- 59	3.5E+14	1.8E+13	1.9E+13	4.1E+13	1.1E+13	1.9E+13	1.8E+13
42	Gd-153	1.8E+15	8.9E+13	9.7E+13	2.1E+14	5.7E+13	9.7E+13	8.9E+13
43	Ge- 68	1.4E+14	7.2E+12	7.9E+12	1.7E+13	4.6E+12	7.9E+12	7.2E+12
44	H - 3	1.7E+16	8.5E+14	9.3E+14	2.0E+15	5.4E+14	9.3E+14	8.5E+14
45	Hf-175	7.3E+14	3.7E+13	4.0E+13	8.6E+13	2.3E+13	4.0E+13	3.7E+13
46	Hf-181	5.6E+14	2.8E+13	3.1E+13	6.5E+13	1.8E+13	3.1E+13	2.8E+13
47	Hg-203	1.1E+15	5.6E+13	6.1E+13	1.3E+14	3.5E+13	6.1E+13	5.6E+13
48	I -125	2.7E+15	1.4E+14	1.5E+14	3.2E+14	8.7E+13	1.5E+14	1.4E+14
49	I -129	6.3E+13	3.2E+12	3.5E+12	7.4E+12	2.0E+12	3.5E+12	3.2E+12
50	In-114m	5.3E+14	2.7E+13	2.9E+13	6.2E+13	1.7E+13	2.9E+13	2.7E+13

Anhang 8: Aktivitätswerte für weitere Radionuklide, die aus der Analyse zur thermischen Beeinflussung des Wirtsgesteins resultieren. Angaben in Bq pro Abfallgebinde (1995).

* Typ FZK

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 88 von 92	
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 29.10.2010	
9KE	2211	MAO	RE	0001	02			

Nr.	Radio- Nuklid	A k t i v i t ä t s w e r t						
		Gußbeh.			Container			
		Typ III	Typ I	Typ II	Typ III	Typ IV	Typ V	Typ VI
1	Ac-228	6.5E+13	2.3E+14	2.5E+14	5.5E+14	4.5E+14	6.4E+14	3.2E+14
2	Ag-110m	4.0E+12	1.4E+13	1.5E+13	3.3E+13	2.8E+13	3.9E+13	1.9E+13
3	Am-241	1.8E+11	6.2E+11	6.8E+11	1.5E+12	1.2E+12	1.7E+12	8.7E+11
4	Am-243	6.7E+10	2.3E+11	2.5E+11	5.6E+11	4.6E+11	6.5E+11	3.2E+11
5	Am-244	1.1E+14	3.7E+14	4.1E+14	9.0E+14	7.5E+14	1.0E+15	5.2E+14
6	Ar- 37	1.2E+16	4.3E+16	4.7E+16	1.0E+17	8.6E+16	1.2E+17	6.0E+16
7	As- 73	2.4E+14	8.2E+14	9.0E+14	2.0E+15	1.6E+15	2.3E+15	1.2E+15
8	Au-195	9.3E+13	3.2E+14	3.5E+14	7.8E+14	6.5E+14	9.1E+14	4.5E+14
9	Ba-133	8.4E+12	2.9E+13	3.2E+13	7.0E+13	5.8E+13	8.1E+13	4.1E+13
10	Ba-140	1.5E+13	5.1E+13	5.6E+13	1.2E+14	1.0E+14	1.4E+14	7.2E+13
11	Bi-210	8.0E+13	2.8E+14	3.0E+14	6.7E+14	5.6E+14	7.8E+14	3.9E+14
12	Bi-214	4.4E+13	1.5E+14	1.7E+14	3.7E+14	3.1E+14	4.3E+14	2.2E+14
13	Bk-249	2.8E+13	9.9E+13	1.1E+14	2.4E+14	2.0E+14	2.8E+14	1.4E+14
14	C - 14	9.0E+12	3.1E+13	3.4E+13	7.5E+13	6.3E+13	8.8E+13	4.4E+13
15	Ca- 45	1.7E+14	6.0E+14	6.5E+14	1.4E+15	1.2E+15	1.7E+15	8.3E+14
16	Cd-109	8.3E+13	2.9E+14	3.1E+14	6.9E+14	5.8E+14	8.1E+14	4.0E+14
17	Cd-113m	1.4E+13	4.8E+13	5.3E+13	1.2E+14	9.6E+13	1.3E+14	6.7E+13
18	Cd-115m	3.9E+13	1.3E+14	1.5E+14	3.2E+14	2.7E+14	3.8E+14	1.9E+14
19	Ce-141	1.2E+14	4.0E+14	4.4E+14	9.6E+14	8.0E+14	1.1E+15	5.6E+14
20	Ce-144	7.8E+12	2.7E+13	3.0E+13	6.5E+13	5.4E+13	7.6E+13	3.8E+13
21	Cf-249	1.7E+11	5.9E+11	6.4E+11	1.4E+12	1.2E+12	1.6E+12	8.2E+11
22	Cf-250	6.7E+10	2.3E+11	2.6E+11	5.6E+11	4.7E+11	6.5E+11	3.3E+11
23	Cf-251	1.2E+11	4.3E+11	4.7E+11	1.0E+12	8.6E+11	1.2E+12	6.0E+11
24	Cf-252	1.8E+11	6.2E+11	6.8E+11	1.5E+12	1.2E+12	1.7E+12	8.7E+11
25	Cf-253	7.4E+12	2.6E+13	2.8E+13	6.2E+13	5.2E+13	7.2E+13	3.6E+13
26	Cm-242	2.5E+12	8.5E+12	9.3E+12	2.1E+13	1.7E+13	2.4E+13	1.2E+13
27	Cm-243	5.2E+11	1.8E+12	2.0E+12	4.3E+12	3.6E+12	5.0E+12	2.5E+12
28	Cm-244	6.3E+11	2.2E+12	2.4E+12	5.3E+12	4.4E+12	6.2E+12	3.1E+12
29	Cm-246	8.4E+10	2.9E+11	3.2E+11	7.0E+11	5.8E+11	8.2E+11	4.1E+11
30	Co- 57	1.3E+13	4.5E+13	4.9E+13	1.1E+14	9.0E+13	1.3E+14	6.3E+13
31	Co- 58	1.9E+13	6.6E+13	7.2E+13	1.6E+14	1.3E+14	1.8E+14	9.2E+13
32	Cr- 51	8.6E+14	3.0E+15	3.2E+15	7.1E+15	5.9E+15	8.3E+15	4.2E+15
33	Cs-134	4.4E+12	1.5E+13	1.7E+13	3.6E+13	3.0E+13	4.3E+13	2.1E+13
34	Cs-135	3.8E+12	1.3E+13	1.4E+13	3.1E+13	2.6E+13	3.7E+13	1.8E+13
35	Cs-136	2.1E+13	7.2E+13	7.9E+13	1.7E+14	1.4E+14	2.0E+14	1.0E+14
36	Es-253	5.5E+12	1.9E+13	2.1E+13	4.6E+13	3.8E+13	5.4E+13	2.7E+13
37	Eu-152	3.1E+12	1.1E+13	1.2E+13	2.6E+13	2.2E+13	3.1E+13	1.5E+13
38	Eu-154	3.1E+12	1.1E+13	1.2E+13	2.6E+13	2.1E+13	3.0E+13	1.5E+13
39	Eu-155	4.5E+13	1.6E+14	1.7E+14	3.8E+14	3.2E+14	4.4E+14	2.2E+14
40	Eu-156	2.5E+13	8.7E+13	9.5E+13	2.1E+14	1.7E+14	2.4E+14	1.2E+14
41	Fe- 59	1.5E+13	5.3E+13	5.8E+13	1.3E+14	1.1E+14	1.5E+14	7.4E+13
42	Gd-153	7.6E+13	2.6E+14	2.9E+14	6.3E+14	5.3E+14	7.4E+14	3.7E+14
43	Ge- 68	6.1E+12	2.1E+13	2.3E+13	5.1E+13	4.3E+13	6.0E+13	3.0E+13
44	H - 3	7.3E+14	2.5E+15	2.8E+15	6.1E+15	5.1E+15	7.1E+15	3.5E+15
45	Hf-175	3.2E+13	1.1E+14	1.2E+14	2.6E+14	2.2E+14	3.1E+14	1.5E+14
46	Hf-181	2.4E+13	8.3E+13	9.1E+13	2.0E+14	1.7E+14	2.3E+14	1.2E+14
47	Hg-203	4.8E+13	1.7E+14	1.8E+14	4.0E+14	3.3E+14	4.6E+14	2.3E+14
48	I -125	1.2E+14	4.0E+14	4.4E+14	9.7E+14	8.1E+14	1.1E+15	5.7E+14
49	I -129	2.7E+12	9.4E+12	1.0E+13	2.3E+13	1.9E+13	2.6E+13	1.3E+13
50	In-114m	2.3E+13	8.0E+13	8.7E+13	1.9E+14	1.6E+14	2.2E+14	1.1E+14

Anhang 8: Aktivitätswerte für weitere Radionuklide, die aus der Analyse zur thermischen (Fortsetzung) Beeinflussung des Wirtsgesteins resultieren. Angaben in Bq pro Abfallgebinde (1995).

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 89 von 92	
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN			
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		Stand: 29.10.2010	

Nr.	Radio- nuklid	Längen- bezogener Aktivitäts- grenzwert in Bq/m	A k t i v i t ä t s w e r t					
			Betonbehälter			Gußbehälter		
			Typ I	Typ II	Typ III	Typ I	Typ II	Typ II*
51	Ir-192	4.2E+14	2.1E+13	2.3E+13	4.9E+13	1.4E+13	2.3E+13	2.1E+13
52	Kr- 81	3.6E+14	1.8E+13	2.0E+13	4.2E+13	1.2E+13	2.0E+13	1.8E+13
53	Kr- 85	4.0E+14	2.0E+13	2.2E+13	4.7E+13	1.3E+13	2.2E+13	2.0E+13
54	Lu-174	8.8E+14	4.5E+13	4.9E+13	1.0E+14	2.8E+13	4.9E+13	4.5E+13
55	Mn- 53	9.1E+14	4.6E+13	5.0E+13	1.1E+14	2.9E+13	5.0E+13	4.6E+13
56	Mn- 54	2.8E+14	1.4E+13	1.6E+13	3.3E+13	9.1E+12	1.6E+13	1.4E+13
57	Mo- 93	7.4E+14	3.8E+13	4.1E+13	8.7E+13	2.4E+13	4.1E+13	3.8E+13
58	Na- 22	6.7E+13	3.4E+12	3.7E+12	7.9E+12	2.2E+12	3.7E+12	3.4E+12
59	Nb- 93m	3.1E+15	1.6E+14	1.7E+14	3.6E+14	1.0E+14	1.7E+14	1.6E+14
60	Nb- 95	7.7E+14	3.9E+13	4.3E+13	9.1E+13	2.5E+13	4.3E+13	3.9E+13
61	Nd-147	3.0E+15	1.5E+14	1.7E+14	3.6E+14	9.8E+13	1.7E+14	1.5E+14
62	Ni- 59	9.1E+14	4.6E+13	5.0E+13	1.1E+14	2.9E+13	5.0E+13	4.6E+13
63	P - 32	1.5E+15	7.7E+13	8.4E+13	1.8E+14	4.9E+13	8.4E+13	7.7E+13
64	P - 33	9.8E+15	5.0E+14	5.4E+14	1.1E+15	3.1E+14	5.4E+14	5.0E+14
65	Pa-233	3.1E+15	1.6E+14	1.7E+14	3.6E+14	9.9E+13	1.7E+14	1.6E+14
66	Pa-234m	2.6E+15	1.3E+14	1.5E+14	3.1E+14	8.5E+13	1.5E+14	1.3E+14
67	Pa-234	9.1E+14	4.6E+13	5.0E+13	1.1E+14	2.9E+13	5.0E+13	4.6E+13
68	Pb-214	4.1E+15	2.1E+14	2.3E+14	4.8E+14	1.3E+14	2.3E+14	2.1E+14
69	Pd-107	4.9E+14	2.5E+13	2.7E+13	5.8E+13	1.6E+13	2.7E+13	2.5E+13
70	Pm-147	2.6E+15	1.3E+14	1.5E+14	3.1E+14	8.5E+13	1.5E+14	1.3E+14
71	Pm-148m	1.7E+14	8.7E+12	9.4E+12	2.0E+13	5.5E+12	9.4E+12	8.7E+12
72	Po-210	6.1E+13	3.1E+12	3.4E+12	7.1E+12	2.0E+12	3.4E+12	3.1E+12
73	Pr-143	3.5E+15	1.8E+14	1.9E+14	4.0E+14	1.1E+14	1.9E+14	1.8E+14
74	Pu-236	2.6E+13	1.3E+12	1.4E+12	3.0E+12	8.2E+11	1.4E+12	1.3E+12
75	Pu-239	1.5E+12	7.6E+10	8.2E+10	1.7E+11	4.8E+10	8.2E+10	7.6E+10
76	Pu-240	1.9E+12	9.7E+10	1.1E+11	2.2E+11	6.1E+10	1.1E+11	9.7E+10
77	Pu-241	1.2E+14	6.3E+12	6.9E+12	1.5E+13	4.0E+12	6.9E+12	6.3E+12
78	Pu-242	1.2E+12	6.0E+10	6.5E+10	1.4E+11	3.8E+10	6.5E+10	6.0E+10
79	Ra-223	8.7E+13	4.4E+12	4.8E+12	1.0E+13	2.8E+12	4.8E+12	4.4E+12
80	Ra-224	2.1E+14	1.1E+13	1.2E+13	2.5E+13	6.7E+12	1.2E+13	1.1E+13
81	Rb- 86	1.2E+15	5.9E+13	6.5E+13	1.4E+14	3.8E+13	6.5E+13	5.9E+13
82	Rn-222	2.9E+14	1.4E+13	1.6E+13	3.3E+13	9.2E+12	1.6E+13	1.4E+13
83	Ru-103	1.0E+15	5.3E+13	5.8E+13	1.2E+14	3.4E+13	5.8E+13	5.3E+13
84	Ru-106	1.3E+14	6.8E+12	7.4E+12	1.6E+13	4.3E+12	7.4E+12	6.8E+12
85	S - 35	2.4E+15	1.2E+14	1.3E+14	2.8E+14	7.7E+13	1.3E+14	1.2E+14
86	Sb-124	2.2E+14	1.1E+13	1.2E+13	2.5E+13	7.0E+12	1.2E+13	1.1E+13
87	Sb-125	3.0E+14	1.5E+13	1.6E+13	3.5E+13	9.6E+12	1.6E+13	1.5E+13
88	Sb-126	7.1E+14	3.6E+13	3.9E+13	8.3E+13	2.3E+13	3.9E+13	3.6E+13
89	Sc- 46	1.9E+14	9.8E+12	1.1E+13	2.3E+13	6.2E+12	1.1E+13	9.8E+12
90	Se- 75	8.6E+14	4.3E+13	4.7E+13	1.0E+14	2.8E+13	4.7E+13	4.3E+13
91	Se- 79	1.6E+14	8.3E+12	9.0E+12	1.9E+13	5.2E+12	9.0E+12	8.3E+12
92	Sm-145	2.3E+15	1.2E+14	1.3E+14	2.7E+14	7.4E+13	1.3E+14	1.2E+14
93	Sm-151	2.4E+15	1.2E+14	1.3E+14	2.8E+14	7.7E+13	1.3E+14	1.2E+14
94	Sn-113	8.5E+14	4.3E+13	4.7E+13	1.0E+14	2.7E+13	4.7E+13	4.3E+13
95	Sn-117m	3.3E+15	1.7E+14	1.8E+14	3.9E+14	1.1E+14	1.8E+14	1.7E+14
96	Sn-119m	2.9E+15	1.5E+14	1.6E+14	3.4E+14	9.4E+13	1.6E+14	1.5E+14
97	Sn-121m	3.8E+14	1.9E+13	2.1E+13	4.4E+13	1.2E+13	2.1E+13	1.9E+13
98	Sn-123	6.4E+14	3.3E+13	3.6E+13	7.5E+13	2.1E+13	3.6E+13	3.3E+13
99	Sr- 82	3.1E+14	1.5E+13	1.7E+13	3.6E+13	9.8E+12	1.7E+13	1.5E+13
100	Sr- 85	8.9E+14	4.5E+13	4.9E+13	1.0E+14	2.9E+13	4.9E+13	4.5E+13

Anhang 8: Aktivitätswerte für weitere Radionuklide, die aus der Analyse zur thermischen Beeinflussung des Wirtsgesteins resultieren. Angaben in Bq pro Abfallgebände ((1995).

* Typ FZK

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 90 von 92	
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 29.10.2010	
9KE	2211	MAO	RE	0001	02			

Nr.	Radio- Nuklid	A k t i v i t ä t s w e r t						
		Gußbeh.			Container			
		Typ III	Typ I	Typ II	Typ III	Typ IV	Typ V	Typ VI
51	Ir-192	1.8E+13	6.3E+13	6.9E+13	1.5E+14	1.3E+14	1.8E+14	8.9E+13
52	Kr- 81	1.6E+13	5.4E+13	5.9E+13	1.3E+14	1.1E+14	1.5E+14	7.6E+13
53	Kr- 85	1.7E+13	6.0E+13	6.5E+13	1.4E+14	1.2E+14	1.7E+14	8.4E+13
54	Lu-174	3.8E+13	1.3E+14	1.4E+14	3.2E+14	2.6E+14	3.7E+14	1.8E+14
55	Mn- 53	3.9E+13	1.4E+14	1.5E+14	3.3E+14	2.7E+14	3.8E+14	1.9E+14
56	Mn- 54	1.2E+13	4.2E+13	4.6E+13	1.0E+14	8.5E+13	1.2E+14	5.9E+13
57	Mo- 93	3.2E+13	1.1E+14	1.2E+14	2.7E+14	2.2E+14	3.1E+14	1.6E+14
58	Na- 22	2.9E+12	1.0E+13	1.1E+13	2.4E+13	2.0E+13	2.8E+13	1.4E+13
59	Nb- 93m	1.3E+14	4.7E+14	5.1E+14	1.1E+15	9.3E+14	1.3E+15	6.5E+14
60	Nb- 95	3.3E+13	1.2E+14	1.3E+14	2.8E+14	2.3E+14	3.2E+14	1.6E+14
61	Nd-147	1.3E+14	4.6E+14	5.0E+14	1.1E+15	9.1E+14	1.3E+15	6.4E+14
62	Ni- 59	3.9E+13	1.4E+14	1.5E+14	3.3E+14	2.7E+14	3.8E+14	1.9E+14
63	P - 32	6.5E+13	2.3E+14	2.5E+14	5.5E+14	4.5E+14	6.4E+14	3.2E+14
64	P - 33	4.2E+14	1.5E+15	1.6E+15	3.5E+15	2.9E+15	4.1E+15	2.1E+15
65	Pa-233	1.3E+14	4.6E+14	5.0E+14	1.1E+15	9.2E+14	1.3E+15	6.5E+14
66	Pa-234m	1.1E+14	4.0E+14	4.3E+14	9.5E+14	7.9E+14	1.1E+15	5.6E+14
67	Pa-234	3.9E+13	1.4E+14	1.5E+14	3.3E+14	2.7E+14	3.8E+14	1.9E+14
68	Pb-214	1.8E+14	6.2E+14	6.7E+14	1.5E+15	1.2E+15	1.7E+15	8.6E+14
69	Pd-107	2.1E+13	7.4E+13	8.1E+13	1.8E+14	1.5E+14	2.1E+14	1.0E+14
70	Pm-147	1.1E+14	4.0E+14	4.3E+14	9.5E+14	7.9E+14	1.1E+15	5.5E+14
71	Pm-148m	7.4E+12	2.6E+13	2.8E+13	6.1E+13	5.1E+13	7.2E+13	3.6E+13
72	Po-210	2.6E+12	9.1E+12	1.0E+13	2.2E+13	1.8E+13	2.6E+13	1.3E+13
73	Pr-143	1.5E+14	5.2E+14	5.7E+14	1.2E+15	1.0E+15	1.5E+15	7.3E+14
74	Pu-236	1.1E+12	3.8E+12	4.2E+12	9.2E+12	7.7E+12	1.1E+13	5.4E+12
75	Pu-239	6.5E+10	2.2E+11	2.5E+11	5.4E+11	4.5E+11	6.3E+11	3.1E+11
76	Pu-240	8.2E+10	2.9E+11	3.1E+11	6.9E+11	5.7E+11	8.0E+11	4.0E+11
77	Pu-241	5.4E+12	1.9E+13	2.0E+13	4.5E+13	3.7E+13	5.2E+13	2.6E+13
78	Pu-242	5.1E+10	1.8E+11	1.9E+11	4.3E+11	3.5E+11	5.0E+11	2.5E+11
79	Ra-223	3.7E+12	1.3E+13	1.4E+13	3.1E+13	2.6E+13	3.6E+13	1.8E+13
80	Ra-224	9.1E+12	3.2E+13	3.4E+13	7.6E+13	6.3E+13	8.8E+13	4.4E+13
81	Rb- 86	5.1E+13	1.8E+14	1.9E+14	4.2E+14	3.5E+14	4.9E+14	2.5E+14
82	Rn-222	1.2E+13	4.3E+13	4.7E+13	1.0E+14	8.6E+13	1.2E+14	6.0E+13
83	Ru-103	4.5E+13	1.6E+14	1.7E+14	3.8E+14	3.1E+14	4.4E+14	2.2E+14
84	Ru-106	5.8E+12	2.0E+13	2.2E+13	4.8E+13	4.0E+13	5.6E+13	2.8E+13
85	S - 35	1.0E+14	3.6E+14	3.9E+14	8.6E+14	7.2E+14	1.0E+15	5.0E+14
86	Sb-124	9.4E+12	3.3E+13	3.6E+13	7.8E+13	6.5E+13	9.1E+13	4.6E+13
87	Sb-125	1.3E+13	4.5E+13	4.9E+13	1.1E+14	8.9E+13	1.3E+14	6.3E+13
88	Sb-126	3.1E+13	1.1E+14	1.2E+14	2.6E+14	2.1E+14	3.0E+14	1.5E+14
89	Sc- 46	8.3E+12	2.9E+13	3.2E+13	7.0E+13	5.8E+13	8.1E+13	4.1E+13
90	Se- 75	3.7E+13	1.3E+14	1.4E+14	3.1E+14	2.6E+14	3.6E+14	1.8E+14
91	Se- 79	7.0E+12	2.4E+13	2.7E+13	5.9E+13	4.9E+13	6.8E+13	3.4E+13
92	Sm-145	9.9E+13	3.5E+14	3.8E+14	8.3E+14	6.9E+14	9.7E+14	4.8E+14
93	Sm-151	1.0E+14	3.6E+14	3.9E+14	8.6E+14	7.2E+14	1.0E+15	5.0E+14
94	Sn-113	3.7E+13	1.3E+14	1.4E+14	3.1E+14	2.6E+14	3.6E+14	1.8E+14
95	Sn-117m	1.4E+14	5.0E+14	5.5E+14	1.2E+15	1.0E+15	1.4E+15	7.0E+14
96	Sn-119m	1.3E+14	4.4E+14	4.8E+14	1.1E+15	8.8E+14	1.2E+15	6.1E+14
97	Sn-121m	1.6E+13	5.7E+13	6.2E+13	1.4E+14	1.1E+14	1.6E+14	8.0E+13
98	Sn-123	2.8E+13	9.7E+13	1.1E+14	2.3E+14	1.9E+14	2.7E+14	1.4E+14
99	Sr- 82	1.3E+13	4.6E+13	5.0E+13	1.1E+14	9.2E+13	1.3E+14	6.4E+13
100	Sr- 85	3.8E+13	1.3E+14	1.5E+14	3.2E+14	2.7E+14	3.7E+14	1.9E+14

Anhang 8: Aktivitätswerte für weitere Radionuklide, die aus der Analyse zur thermischen
(Fortsetzung) Beeinflussung des Wirtsgesteins resultieren. Angaben in Bq pro Abfallgebinde
1995).

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 91 von 92		
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN				
9KE	2211	MAO	RE	0001	02		Stand: 29.10.2010		

Nr.	Radio- nuklid	Längen- bezogener Aktivitäts- grenzwert in Bq/m	A k t i v i t ä t s w e r t					
			Betonbehälter			Gußbehälter		
			Typ I	Typ II	Typ III	Typ I	Typ II	Typ II*
101	Sr- 89	9.0E+14	4.5E+13	4.9E+13	1.0E+14	2.9E+13	4.9E+13	4.5E+13
102	Sr- 90	6.2E+13	3.1E+12	3.4E+12	7.3E+12	2.0E+12	3.4E+12	3.1E+12
103	Ta-182	2.4E+14	1.2E+13	1.3E+13	2.8E+13	7.6E+12	1.3E+13	1.2E+13
104	Tb-160	3.2E+14	1.6E+13	1.8E+13	3.7E+13	1.0E+13	1.8E+13	1.6E+13
105	Tc- 97	2.9E+14	1.5E+13	1.6E+13	3.4E+13	9.3E+12	1.6E+13	1.5E+13
106	Tc- 99	7.2E+13	3.7E+12	4.0E+12	8.4E+12	2.3E+12	4.0E+12	3.7E+12
107	Te-123m	1.4E+15	7.2E+13	7.8E+13	1.7E+14	4.6E+13	7.8E+13	7.2E+13
108	Te-125m	3.4E+15	1.7E+14	1.9E+14	4.0E+14	1.1E+14	1.9E+14	1.7E+14
109	Te-127m	1.1E+15	5.8E+13	6.3E+13	1.3E+14	3.7E+13	6.3E+13	5.8E+13
110	Te-129m	7.3E+14	3.7E+13	4.0E+13	8.5E+13	2.3E+13	4.0E+13	3.7E+13
111	Th-227	4.7E+13	2.4E+12	2.6E+12	5.5E+12	1.5E+12	2.6E+12	2.4E+12
112	Th-228	5.0E+12	2.5E+11	2.8E+11	5.8E+11	1.6E+11	2.8E+11	2.5E+11
113	Th-231	2.3E+16	1.2E+15	1.3E+15	2.7E+15	7.5E+14	1.3E+15	1.2E+15
114	Th-234	5.2E+14	2.6E+13	2.9E+13	6.1E+13	1.7E+13	2.9E+13	2.6E+13
115	Tl-204	5.9E+14	3.0E+13	3.3E+13	6.9E+13	1.9E+13	3.3E+13	3.0E+13
116	U -232	1.2E+12	6.1E+10	6.6E+10	1.4E+11	3.9E+10	6.6E+10	6.1E+10
117	U -236	1.2E+12	5.8E+10	6.4E+10	1.3E+11	3.7E+10	6.4E+10	5.8E+10
118	V - 49	5.4E+16	2.7E+15	3.0E+15	6.3E+15	1.7E+15	3.0E+15	2.7E+15
119	W -181	6.8E+15	3.4E+14	3.7E+14	7.9E+14	2.2E+14	3.7E+14	3.4E+14
120	W -185	3.4E+15	1.7E+14	1.9E+14	4.0E+14	1.1E+14	1.9E+14	1.7E+14
121	Xe-131m	1.3E+16	6.8E+14	7.4E+14	1.6E+15	4.3E+14	7.4E+14	6.8E+14
122	Y - 88	1.4E+14	6.9E+12	7.6E+12	1.6E+13	4.4E+12	7.6E+12	6.9E+12
123	Y - 91	8.0E+14	4.1E+13	4.4E+13	9.4E+13	2.6E+13	4.4E+13	4.1E+13
124	Yb-169	1.5E+15	7.7E+13	8.4E+13	1.8E+14	4.9E+13	8.4E+13	7.7E+13
125	Zn- 65	4.4E+14	2.2E+13	2.4E+13	5.2E+13	1.4E+13	2.4E+13	2.2E+13
126	Zr- 93	2.5E+14	1.3E+13	1.4E+13	2.9E+13	8.0E+12	1.4E+13	1.3E+13
127	Zr- 95	5.4E+14	2.8E+13	3.0E+13	6.4E+13	1.7E+13	3.0E+13	2.8E+13

Anhang 8: Aktivitätswerte für weitere Radionuklide, die aus der Analyse zur thermischen
 (Fortsetzung) Beeinflussung des Wirtsgesteins resultieren. Angaben in Bq pro Abfallgebinde
 (1995).

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 92 von 92	
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 29.10.2010	
9KE	2211	MAO	RE	0001	02			

Nr.	Radio- nuklid	A k t i v i t ä t s w e r t						
		Gußbeh.		Container				
		Typ III	Typ I	Typ II	Typ III	Typ IV	Typ V	Typ VI
101	Sr- 89	3.9E+13	1.3E+14	1.5E+14	3.2E+14	2.7E+14	3.8E+14	1.9E+14
102	Sr- 90	2.7E+12	9.3E+12	1.0E+13	2.2E+13	1.9E+13	2.6E+13	1.3E+13
103	Ta-182	1.0E+13	3.6E+13	3.9E+13	8.5E+13	7.1E+13	1.0E+14	5.0E+13
104	Tb-160	1.4E+13	4.8E+13	5.2E+13	1.1E+14	9.6E+13	1.3E+14	6.7E+13
105	Tc- 97	1.3E+13	4.4E+13	4.8E+13	1.0E+14	8.7E+13	1.2E+14	6.1E+13
106	Tc- 99	3.1E+12	1.1E+13	1.2E+13	2.6E+13	2.2E+13	3.0E+13	1.5E+13
107	Te-123m	6.1E+13	2.1E+14	2.3E+14	5.1E+14	4.3E+14	6.0E+14	3.0E+14
108	Te-125m	1.5E+14	5.2E+14	5.6E+14	1.2E+15	1.0E+15	1.4E+15	7.2E+14
109	Te-127m	4.9E+13	1.7E+14	1.9E+14	4.1E+14	3.4E+14	4.8E+14	2.4E+14
110	Te-129m	3.2E+13	1.1E+14	1.2E+14	2.6E+14	2.2E+14	3.1E+14	1.5E+14
111	Th-227	2.0E+12	7.1E+12	7.8E+12	1.7E+13	1.4E+13	2.0E+13	9.9E+12
112	Th-228	2.2E+11	7.5E+11	8.2E+11	1.8E+12	1.5E+12	2.1E+12	1.0E+12
113	Th-231	1.0E+15	3.5E+15	3.8E+15	8.4E+15	7.0E+15	9.8E+15	4.9E+15
114	Th-234	2.3E+13	7.8E+13	8.5E+13	1.9E+14	1.6E+14	2.2E+14	1.1E+14
115	Tl-204	2.6E+13	8.9E+13	9.7E+13	2.1E+14	1.8E+14	2.5E+14	1.2E+14
116	U -232	5.2E+10	1.8E+11	2.0E+11	4.3E+11	3.6E+11	5.1E+11	2.5E+11
117	U -236	5.0E+10	1.7E+11	1.9E+11	4.2E+11	3.5E+11	4.8E+11	2.4E+11
118	V - 49	2.3E+15	8.1E+15	8.9E+15	2.0E+16	1.6E+16	2.3E+16	1.1E+16
119	W -181	2.9E+14	1.0E+15	1.1E+15	2.4E+15	2.0E+15	2.9E+15	1.4E+15
120	W -185	1.5E+14	5.1E+14	5.6E+14	1.2E+15	1.0E+15	1.4E+15	7.2E+14
121	Xe-131m	5.8E+14	2.0E+15	2.2E+15	4.9E+15	4.0E+15	5.7E+15	2.8E+15
122	Y - 88	5.9E+12	2.1E+13	2.2E+13	4.9E+13	4.1E+13	5.8E+13	2.9E+13
123	Y - 91	3.5E+13	1.2E+14	1.3E+14	2.9E+14	2.4E+14	3.4E+14	1.7E+14
124	Yb-169	6.5E+13	2.3E+14	2.5E+14	5.5E+14	4.5E+14	6.4E+14	3.2E+14
125	Zn- 65	1.9E+13	6.6E+13	7.3E+13	1.6E+14	1.3E+14	1.9E+14	9.3E+13
126	Zr- 93	1.1E+13	3.8E+13	4.1E+13	9.0E+13	7.5E+13	1.1E+14	5.3E+13
127	Zr- 95	2.3E+13	8.1E+13	8.9E+13	2.0E+14	1.6E+14	2.3E+14	1.1E+14

Anhang 8: Aktivitätswerte für weitere Radionuklide, die aus der Analyse zur thermischen
(Fortsetzung) Beeinflussung des Wirtsgesteins resultieren. Angaben in Bq pro Abfallgebinde
 (1995).