



Bundesamt für Strahlenschutz

# Deckblatt

GZ: QM - 9A 23420000 / SE 4.2.1

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd.Nr.	Rev.	Seite: I
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23420000	GHB	RB	0035	01	Stand: 28.10.2014

Titel der Unterlage:

RÜCKHOLUNG DER RADIOAKTIVEN ABFÄLLE AUS DER SCHACHTANLAGE ASSE II, KONZEPT UND GENEHMIGUNGSPLANUNG FÜR EIN ÜBERTÄGIGES ZWISCHENLAGER  
STANDORTUNABHÄNGIGE PARAMETERSTUDIE ZUM VERGLEICH DER STRAHLENEXPOSITION DURCH EIN ZWISCHENLAGER SOWIE ABFALLTRANSPORTE

Ersteller/in:

STEAG ENERGY SERVICES GMBH

Stempelfeld:

Freigabe durch bergrechtlich verantwortliche Person:

Freigabe durch atomrechtlich verantwortliche Person:

Freigabe im Projekt/Betrieb:

\_\_\_\_\_  
Datum und Unterschrift

\_\_\_\_\_  
Datum und Unterschrift

\_\_\_\_\_  
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: II
NAAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23420000	GHB	RB	0035	00	Stand: 17.07.2014

Titel der Unterlage:

RÜCKHOLUNG DER RADIOAKTIVEN ABFÄLLE AUS DER SCHACHTANLAGE ASSE II, KONZEPT UND GENEHMIGUNGSPLANUNG FÜR EIN ÜBERTÄGIGES ZWISCHENLAGER  
STANDORTUNABHÄNGIGE PARAMETERSTUDIE ZUM VERGLEICH DER STRAHLENEXPOSITION DURCH EIN ZWISCHENLAGER SOWIE ABFALLTRANSPORTE

Rev.	Rev.-Stand Datum	UVST	Prüfer/in (Zeichn.)	Rev. Seite	Kat. *)	Erläuterung der Revision
00	17.07.2014	SE 4.2.1				Ersterstellung
01	10.10.2014	SE 4.2.1		29-36	V	Ergänzungen um Kapitel 4 und 5, Ergänzungen in Kapitel 6, Literaturverzeichnis und Glossar

\*) 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.	Dok.-Nr.: ASSE-ST-2011	Seite: 1 von 36
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 28.10.2014
9A	23420000	GHB	RB	0035	01		

## **Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage ASSE II, Konzept und Genehmigungsplanung für ein übertägiges Zwischenlager**

### **Standortunabhängige Parameterstudie zum Vergleich der Strahlenexposition durch ein Zwischenlager sowie Abfalltransporte**

**Fa. Steag Energy Services GmbH**

Rev.	Datum	Erstellung	Prüfung	Änderungsbeschreibung
00	17.07.2014			Ersterstellung
01	28.10.2014			Ergänzung von Erläuterungen

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Dok.-Nr.: ASSE-ST-2011	Seite: 2 von 36
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 28.10.2014
9A	23420000	GHB	RB	0035	01		

Impressum:

Auftraggeber: Bundesamt für Strahlenschutz  
Willy-Brandt-Str. 5  
38226 Salzgitter  
Telefon: 030 18333-0  
Telefax: 030 18333-1885  
E-Mail: [epost@bfs.de](mailto:epost@bfs.de)  
Internet: [www.bfs.de](http://www.bfs.de)

Ersteller:

STEAG Energy Services GmbH  
Internet: [www.steag-energyservices.com](http://www.steag-energyservices.com)

Der Bericht wurde im Auftrag des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) erstellt. Das BfS behält sich alle Rechte vor. Insbesondere darf dieser Bericht nur mit Zustimmung des BfS zitiert, ganz oder teilweise vervielfältigt bzw. Dritten zugänglich gemacht werden.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Dok.-Nr.: ASSE-ST-2011	Seite: 3 von 36
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 28.10.2014
9A	23420000	GHB	RB	0035	01		

## Revisionsblatt

Rev.	Rev.-Stand Datum	revidierte Seite	Kat. *)	Erläuterung der Revision
00	17.07.2014			Ersterstellung
01	28.10.2014	29-36	V	Ergänzungen um Kapitel 4 und 5, Ergänzungen in Kapitel 6, Literaturverzeichnis und Glossar

\*) 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.	Dok.-Nr.: ASSE-ST-2011	Seite: 4 von 36
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 28.10.2014
9A	23420000	GHB	RB	0035	01		

## INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS .....	4
TABELLENVERZEICHNIS.....	6
ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....	6
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS .....	7
AUFGABENBESCHREIBUNG .....	8
<b>1 EINLEITUNG .....</b>	<b>10</b>
<b>2 RANDBEDINGUNGEN .....</b>	<b>12</b>
2.1 RADIOLOGISCHE RANDBEDINGUNGEN .....	12
2.1.1 Quelldaten.....	12
2.1.2 Berechnungsprogramme.....	13
2.2 ZWISCHENLAGER – UND ENDLAGERSTANDORTE .....	13
2.3 TRANSPORTS .....	14
2.3.1 Allgemeines .....	14
2.3.2 Transporte zum Zwischenlager.....	15
2.3.3 Transporte zum Endlager.....	15
2.4 ÜBERSICHT ENTFERNUNGEN .....	16
<b>3 ERGEBNISSE .....</b>	<b>17</b>
3.1 STRAHLENEXPOSITION AN ZWISCHENLAGERSTANDORTEN .....	17
3.1.1 Strahlenexposition der Bevölkerung in 0,5 km Entfernung vom Zwischenlager.....	17
3.1.2 Strahlenexposition der Bevölkerung in 1,0 km Entfernung vom Zwischenlager.....	17
3.1.3 Strahlenexposition der Bevölkerung am Standort in 3,0 km Entfernung vom Zwischenlager .....	18
3.1.4 Zusammenfassung Strahlenexposition der Bevölkerung .....	19
3.2 STRAHLENEXPOSITION DES BETRIEBS- UND TRANSPORT-PERSONALS BEI TRANSPORTEN ZU EINEM ZWISCHENLAGER.....	20
3.2.1 Strahlenexposition des Betriebspersonals (Konditionierungs-anlage und Zwischenlager) .....	20
3.2.2 Strahlenexposition des Transportpersonals .....	20
3.2.3 Zusammenfassung Strahlenexposition des Personals.....	22
3.3 STRAHLENEXPOSITION DER BEVÖLKERUNG AN DER TRANSPORTSTRECKE BEI TRANSPORTEN ZU EINEM ZWISCHENLAGER.....	22
3.4 STRAHLENEXPOSITION DES BETRIEBS- UND TRANSPORT-PERSONALS BEI TRANSPORTEN ZU EINEM ENDLAGER .....	24
3.4.1 Strahlenexposition des Betriebspersonals im Zwischenlager .....	24
3.4.2 Strahlenexposition des Transportpersonals .....	24
3.5 STRAHLENEXPOSITION DER BEVÖLKERUNG AUS TRANSPORTEN ZU EINEM ENDLAGER .....	25
3.6 ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE .....	26
<b>4 ERLÄUTERUNGEN ZU STANDORTABHÄNGIGEN UND STANDORTUNABHÄNGIGEN BERECHNUNGEN .....</b>	<b>29</b>
4.1 STANDORTUNABHÄNGIGE BERECHNUNGEN .....	29
4.2 STANDORTABHÄNGIGE BERECHNUNGEN.....	29

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Dok.-Nr.: ASSE-ST-2011	Seite: 5 von 36
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 28.10.2014
9A	23420000	GHB	RB	0035	01		

**5 STANDORTUNABHÄNGIGE BETRACHTUNGEN ZUR STRAHLENEXPOSITION IM  
NORMALBETRIEB .....30**

5.1 GESETZLICHE GRUNDLAGEN ..... 30

5.2 ABLEITUNGEN RADIOAKTIVER STOFFE BEI BESTEHENDEN ANLAGEN ..... 31

**6 FAZIT.....33**

**LITERATURVERZEICHNIS .....34**

**GLOSSAR .....35**

Seitenzahl: 36

Stichworte: Zwischenlagerung, Strahlenexposition, Direktstrahlung, Skyshine

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Dok.-Nr.: ASSE-ST-2011	Seite: 6 von 36
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 28.10.2014
9A	23420000	GHB	RB	0035	01		

## TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Übersicht Strahlenexpositionberechnungen .....	11
Tabelle 2:	Angenommene fiktive Entfernungsdaten zur Ermittlung der Strahlenexpositionen ..	16
Tabelle 3:	Strahlenexposition der Bevölkerung durch den Betrieb eines Zwischenlagers in unterschiedlichen Abständen zum Lagergebäude (Einzeldosiswerte) .....	19
Tabelle 4:	Strahlenexposition des Betriebspersonals bei Transporten zu einem Zwischenlager (Dosis pro Person, gleichmäßige Dosisverteilung auf je 5 Personen in jeder Anlage angenommen) .....	20
Tabelle 5:	Strahlenexposition des Transportpersonals bei Transporten zu einem Zwischenlager (Einzeldosiswerte, gleichmäßige Dosisverteilung auf 40 Personen angenommen).....	21
Tabelle 6:	Zusammenfassung Strahlenexposition des Betriebs- und Transportpersonals bei Transporten zu einem Zwischenlager (Einzeldosiswerte) .....	22
Tabelle 7:	Strahlenexposition eines Anwohners an der Transportstrecke zum Zwischenlager durch Transporte zum Zwischenlager (Einzeldosiswerte) .....	24

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1:	Strahlenexposition am Standort A in Abhängigkeit von der Entfernung vom Lager .	17
Abbildung 2:	Strahlenexposition am Standort B in Abhängigkeit von der Entfernung vom Lager .	18
Abbildung 3:	Strahlenexposition am Standort C in Abhängigkeit von der Entfernung vom Lager .	19
Abbildung 4:	Dosisleistungen an einem Konrad-Container IV nach der Konditionierung in Abhängigkeit von der Entfernung von der Containeroberfläche (Jahr 2030).....	23
Abbildung 5:	Dosisleistungen an einem Konrad-Container IV nach 30 Jahren Lagerung in Abhängigkeit von der Entfernung zur Containeroberfläche (Jahr 2060).....	25
Abbildung 6:	Strahlenexposition der Bevölkerung aus Direktstrahlung aus einem Zwischenlager für verschiedene Abstände zum Lager (500, 1000 und 3000 m).....	26
Abbildung 7:	Strahlenexposition des Betriebs- und Transportpersonals bei Transporten zu einem Zwischenlager (Entfernung 30 km / 80 km von der Konditionierungsanlage) .....	27
Abbildung 8:	Strahlenexposition der Bevölkerung an der Transportstrecke durch Transporte zum Zwischenlager (Aufenthalt in 5 m / 10 m Abstand zum Fahrweg).....	27
Abbildung 9:	Strahlenexposition des Betriebs- und Transportpersonals und der Bevölkerung aus Transporten zu einem Endlager.....	28
Abbildung 10:	Strahlenexposition im Jahr 2012 in der Umgebung von Forschungszentren durch die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft (aus /14/).....	32

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Dok.-Nr.: ASSE-ST-2011	Seite: 7 von 36
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 28.10.2014
9A	23420000	GHB	RB	0035	01		

## ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

<b>A2B</b>	Asse - II - Begleitgruppe
<b>AGO</b>	Arbeitsgruppe Optionen - Rückholung
<b>AtG</b>	Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz)
<b>BfS</b>	Bundesamt für Strahlenschutz
<b>BMUB</b>	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
<b>KC</b>	Konrad-Container
<b>LAW</b>	Low Active Waste (schwachradioaktive Abfälle)
<b>MAW</b>	Medium Active Waste (mittelradioaktive Abfälle)
<b>NMU</b>	Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz
<b>StrlSchV</b>	Strahlenschutzverordnung
<b>TBL</b>	Transportbehälterlager
<b>ZLN</b>	Zwischenlager Nord

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Dok.-Nr.: ASSE-ST-2011	Seite: 8 von 36
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 28.10.2014
9A	23420000	GHB	RB	0035	01		

## AUFGABENBESCHREIBUNG

Nach einem Vergleich von verschiedenen Optionen zur sicheren Stilllegung der Schachanlage Asse II wurde im Januar 2010 die Rückholung der eingelagerten radioaktiven Abfälle durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) und das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) beschlossen. Das „Gesetz zur Beschleunigung der Rückholung radioaktiver Abfälle und der Stilllegung der Schachanlage Asse II“ (§ 57b, AtG) vom 20. April 2013 verpflichtet das BfS zur Stilllegung nach Rückholung der Abfälle.

Voraussetzung für die Durchführung der Rückholung ist das Vorhandensein eines übertägigen, annahmefähigen Zwischenlagers einschließlich einer Konditionierungsanlage zur Behandlung der nach über Tage gebrachten Abfälle. Für diese Einrichtungen ist ein geeigneter Zwischenlagerstandort auszuwählen. Es ist zu berücksichtigen, dass die potentiellen Zwischenlagerstandorte genehmigungsfähig und zweckmäßig sein müssen. Daher sollten aus Sicht des BfS zunächst nur Flächen betrachtet werden, welche sich praktikabel mit dem Betriebsgelände des Bergungsschachts verbinden lassen. Gemäß Minimierungsgebot nach § 6 Strahlenschutzverordnung ist jede unnötige Strahlenexposition (z.B. Transporte, doppeltes Verladen) zu vermeiden bzw. jede unvermeidbare Exposition so gering wie möglich zu halten. Die Auswahl des Zwischenlagerstandorts erfolgt auf Basis vorher festgelegter Kriterien.

Für das Standortauswahlverfahren wurde durch das BfS daher ein Kriterienbericht erstellt und mit der Asse-2-Begleitgruppe (A2B) sowie der Arbeitsgruppe Optionen – Rückholung (AGO) abgestimmt. Im Kriterienbericht sind die für die Standortauswahl relevanten Kriterien, die Bewertungsgrößen und -maßstäbe sowie das Standortauswahlverfahren beschrieben und festgelegt /1/.

Im Lenkungskreis Asse, in dem das BMUB, das NMU, das BfS und die A2B vertreten sind, wurde im Hinblick auf die Standortauswahl für das Zwischenlager vereinbart, dass die aus dem Zwischenlager resultierende Direktstrahlung im Normalbetrieb für zwei fiktive Standorte in unterschiedlichen Abständen zur Wohnbebauung dargestellt werden soll. Außerdem ist die Direktstrahlung mit den Strahlenexpositionen zu vergleichen, die sich bei Transport der Abfälle zu Asse-fernen Zwischenlagerstandorten ergeben würden. Dabei wird vorausgesetzt, dass alle anderen im Kriterienbericht Zwischenlager /1/ festgelegten Kriterien gleich bewertet sind.

Für das beschriebene Vorgehen wurde durch das BfS ein Bearbeitungskonzept entwickelt, mit dem BMUB abgestimmt /2/ und veröffentlicht ([http://www.asse.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Korrespondenz/140404\\_BfS\\_BMU\\_Konzept\\_ZWL.pdf](http://www.asse.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Korrespondenz/140404_BfS_BMU_Konzept_ZWL.pdf)).

Gemäß dem Bearbeitungskonzept werden in der vorliegenden Unterlage folgende Untersuchungen vorgenommen:

- Ermittlung der Strahlenexposition aus Direktstrahlung (inkl. Skyshine) für die Bevölkerung ausgehend vom Zwischenlager in unterschiedlicher Entfernung zur Wohnbebauung an drei fiktiven Zwischenlagerstandorten.
- Ermittlung der Strahlenexposition für das Personal resultierend aus den erforderlichen Handhabungen bei der Transportabfertigung zur Auslagerung bzw. Einlagerung von Konrad-Containern und den Transporten zu einem Zwischenlager.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Dok.-Nr.: ASSE-ST-2011	Seite: 9 von 36
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 28.10.2014
9A	23420000	GHB	RB	0035	01		

- Ermittlung der Strahlenexposition für die Bevölkerung aufgrund von Transporten zum Zwischenlager.
- Ermittlung der Strahlenexposition für das Personal und die Bevölkerung aufgrund der Transporte zum Endlager nach der Zwischenlagerung.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Dok.-Nr.: ASSE-ST-2011	Seite: 10 von 36
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 28.10.2014
9A	23420000	GHB	RB	0035	01		

## 1 EINLEITUNG

Für die insgesamt ca. 21.000 endlagergerecht konditionierten Gebinde (Konrad-Container) aus der Konditionierung am Standort Asse, die bis zur Einlagerung in einem Endlager gelagert und ggf. zu einem Zwischenlager transportiert werden müssen, werden für folgende Fälle die Strahlenexpositionen bestimmt:

### 1. Strahlenexposition der Bevölkerung aus Zwischenlagerbetrieb

Es werden die Strahlenexpositionen der Bevölkerung aus dem stationären Betrieb eines Zwischenlagers bestimmt. Die Ermittlung erfolgt für Wohnbebauungen in 3 verschiedenen Entfernungen vom Zwischenlager (siehe Kap. 3.1)

### 2. Strahlenexposition des Betriebs- und Transportpersonals bei Transporten zu einem Zwischenlager

Es werden die Strahlenexpositionen des Betriebspersonals (der Konditionierungsanlage und des Zwischenlagers) und des Transportpersonals bei den Tätigkeiten zur Auslagerung aus der Konditionierungsanlage, zur Einlagerung im Zwischenlager und bei den Transporten ermittelt (siehe Kap. 3.2). Die Strahlenexposition des Transportpersonals wird für 2 verschieden lange Straßentransportwege und 3 verschiedene Transportfrequenzen ermittelt.

### 3. Strahlenexposition der Bevölkerung aus Transporten zu einem Zwischenlager

Ermittelt wird die Strahlenexposition aus vorbeifahrenden Transportfahrzeugen mit Konrad-Containern für eine an der Transportstrecke wohnende Person der Bevölkerung. Die Dosiswerte werden für 2 Aufenthaltsentfernungen (Abstand zum Transportweg) und 3 verschiedene Transportfrequenzen bestimmt (siehe Kap. 3.3).

### 4. Strahlenexposition des Betriebs- und Transportpersonals bei Transporten zu einem Endlager

Es werden die Strahlenexpositionen des Betriebspersonals des Zwischenlagers und des Transportpersonals bei den Tätigkeiten zur Auslagerung aus dem Zwischenlager und bei den Transporten ermittelt (siehe Kap. 3.4). Die Strahlenexposition des Transportpersonals wird für eine feste Streckenlänge bei einer festen Transportfrequenz bestimmt.

Die Strahlenexposition bei der Annahme von Containern in einem Endlager wird nicht gesondert bestimmt, da die Verhältnisse und Abläufe am Endlager noch nicht definiert sind und für die hier betrachteten Anlieferungen aus den verschiedenen Zwischenlagerstandorten hinsichtlich der Strahlenexposition des Betriebspersonals gleich sein werden.

### 5. Strahlenexposition der Bevölkerung aus Transporten zu einem Endlager

Ermittelt wird die Strahlenexposition aus vorbeifahrenden Transportfahrzeugen mit Konrad-Containern für eine an der Transportstrecke wohnende Person der Bevölkerung. Die Dosiswerte werden für 2 Aufenthaltsentfernungen (Abstand zum Transportweg) bei einer festen Transportfrequenz bestimmt (siehe Kap. 3.5).

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Dok.-Nr.: ASSE-ST-2011	Seite: 11 von 36
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 28.10.2014
9A	23420000	GHB	RB	0035	01		

In der folgenden Tabelle 1 ist eine Übersicht über die zu untersuchenden Fälle dargestellt:

Tabelle 1: Übersicht Strahlenexpositionsberechnungen

Strahlenexpositionsbestimmungen	Berücksichtigte Expositionsbedingungen
1: Strahlenexposition der Bevölkerung aus Zwischenlagerbetrieb (Kap. 3.1)	stationärer Lagerbetrieb mit 3 fiktiven Abständen der Wohnbebauung zu einem Zwischenlager
2: Strahlenexposition des Betriebs- und Transportpersonals bei Transporten zu einem Zwischenlager (Kap. 3.2)	Tätigkeiten zur Auslagerung aus der Konditionierungsanlage, Einlagerung im Zwischenlager, Transport zum Zwischenlager (für 2 verschieden lange Transportstrecken und 3 verschiedene Transportfrequenzen)
3: Strahlenexposition der Bevölkerung aus Transporten zu einem Zwischenlager (Kap. 3.3)	Strahlenexposition der Anwohner an den Transportstrecken für 2 verschiedene Abstände zum Transportweg und 3 verschiedene Transportfrequenzen
4: Strahlenexposition des Betriebs- und Transportpersonals bei Transporten zu einem Endlager (Kap. 3.4)	Tätigkeiten zur Auslagerung aus dem Zwischenlager, Transport zum Endlager
5: Strahlenexposition der Bevölkerung aus Transporten zu einem Endlager (Kap. 3.5)	Strahlenexposition der Anwohner an den Transportstrecken für 2 verschiedene Abstände zum Transportweg

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Dok.-Nr.: ASSE-ST-2011	Seite: 12 von 36
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 28.10.2014
9A	23420000	GHB	RB	0035	01		

## 2 RANDBEDINGUNGEN

### 2.1 RADIOLOGISCHE RANDBEDINGUNGEN

#### 2.1.1 Quelldaten

Im Folgenden werden Dosisabschätzungen aus Direktstrahlung (inkl. Skyshine) aus der Lagerung und dem Transport der konditionierten Abfälle für die Bevölkerung und für das Betriebs- und Transportpersonal durchgeführt. Dabei wird als Bezugszeitpunkt für das Aktivitätsinventar und die Nuklidverteilung in den Abfallgebinden direkt nach Konditionierung ein Zeitpunkt entsprechend den radiologischen Planungsrandbedingungen für das Zwischenlager gewählt (Quellterm für die Berechnungen). Für die Tätigkeiten zum Transport zu einem Endlager wird eine vorausgehende langjährige Lagerzeit angenommen. Für die Bestimmungen der Strahlenexposition bei diesen Handhabungen und Transporten wird dabei eine 30-jährige Lagerzeit berücksichtigt.

Für die radiologischen Betrachtungen wird damit der 01.01.2030 als fiktiver Zeitpunkt für Transporte von konditionierten Konrad-Containern in ein Asse-fernes Zwischenlager und der 01.01.2060 als Zeitpunkt für die Transporte zu einem Endlager angenommen. Die ebenfalls zu lagernden bzw. zu transportierenden Gussbehälter werden wegen ihrer vergleichsweise geringen Anzahl und nicht wesentlich unterschiedlichen radiologischen Randbedingungen (0,1 mSv/h in 1 m Abstand statt bei Containern in 2 m Abstand) in der vorliegenden Untersuchung nicht gesondert betrachtet und werden wie die Container behandelt.

Für die genannten Zeitpunkte werden die Dosisleistungen an den Konrad-Containern für die Handhabungen zur Transportabfertigung sowie für die Transportvorgänge ermittelt. Dabei wird angenommen, dass die Container zum Zeitpunkt 01.01.2030 jeweils so beladen sind, dass an den Containern die zulässige Dosisleistung in 2 m Abstand von 0,1 mSv/h ausgeschöpft wird (relevanter Grenzwert für Expositionen im Abstand vom Gebinde, siehe Transport- / Einlagerungsbedingungen Konrad /10/). Die tatsächliche Strahlenexposition wird aufgrund der konservativen Annahmen überschätzt und liegt real deutlich niedriger. Als dosisbestimmende Nuklide in den Abfallgebinden werden dabei Cs-137/Ba-137m mit einem geringen Anteil Co-60 (Anteil < 2%) berücksichtigt. Für Bestimmung der Dosisleistung zum Zeitpunkt des Abtransportes der Gebinde zum Endlager wird der radioaktive Zerfall der bestimmenden Nuklide über den angenommenen Lagerzeitraum von 30 Jahren berücksichtigt. Damit ergibt sich für das Jahr 2060 eine auf etwa 47 % verringerte Dosisleistung an den Gebinden. Für die Berechnungen wird für diesen Zeitpunkt für alle Container eine gegenüber dem Jahr 2030 um 50% reduzierte Dosisleistung angenommen.

In ähnlicher Weise werden für diese Zeitpunkte die Dosisleistungen aus der Direktstrahlung aus den jeweiligen Lagergebäuden bestimmt. Der Zerfall der dosisbestimmenden Nuklide über die Lagerzeit und damit die in dem Zeitraum erfolgende Reduzierung der Dosisleistung aus den eingelagerten Gebinden im Laufe der Lagerzeit wird bei der Bestimmung der resultierenden Jahresdosis für die Bevölkerung nicht berücksichtigt.

Für die Bestimmung der Strahlenexposition des Transportpersonals, d. h. für den Fahrer des LKW wird angenommen, dass die Dosisleistung in der Fahrerkabine am Fahrersitz bei allen betrachteten Transporten durch entsprechende Maßnahmen (Abschirmung, Abstand) auf 10 µSv/h begrenzt ist (50 % der zulässigen Dosisleistung /3/). Diese Dosisleistung wird für alle Transporte zu einem Zwischenlager oder zum Endlager angesetzt.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Dok.-Nr.: ASSE-ST-2011	Seite: 13 von 36
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 28.10.2014
9A	23420000	GHB	RB	0035	01		

Für die Tätigkeiten zur Abfertigung der Transporte zum Zwischenlager und zur Annahme im Zwischenlager (Durchführung der Ausgangs- und Eingangsmessungen sowie Be- und Endladungen der LKW) werden Annahmen für mittlere Dosisleistungen im Arbeitsbereich auf Basis der oben genannten Dosisleistungen an den Containern getroffen. Für die mittleren Dosisleistungen im Arbeitsbereich werden für die Tätigkeiten direkt nach der Konditionierung 100  $\mu\text{Sv/h}$  und bei den Tätigkeiten zum Transport zum Endlager 50  $\mu\text{Sv/h}$  angenommen.

## 2.1.2 Berechnungsprogramme

Für die Berechnungen werden die Programme MicroShield /5/ und MicroSkyshine /6/ eingesetzt.

Das Programm MicroShield /5/ dient der Analyse von Abschirmungen für Gammastrahlung. Es verwendet die Punkt-Kern-Methode sowie vordefinierte Quell- und Abschirmgeometrien. Mit Hilfe einfacher fester Quellgeometrien (Zylinder, Quader, Kugel etc.) können dabei auch komplizierte Quellgeometrien nachgebildet werden. Die Aufbaufaktoren liegen als Funktion der mittleren freien Weglänge und der Gammaenergie für die wichtigsten Abschirmmaterialien vor. Die Umrechnung der resultierenden Strahlung hinter der Abschirmung in effektive Äquivalentdosis erfolgt entsprechend ICRP 74 (International Commission of Radiation Protection) /9/. MicroShield wird zur Bestimmung der Quellstärken der Referenzgebinde und zur Bestimmung der Dosisleistungen außerhalb des Gebäudes eingesetzt.

Das Programm MicroSkyshine dient zur Berechnung von einfachen Skyshine-Problemen für Gammastrahlung. Mit Hilfe der Punkt-Kern-Methode wird die Dosisleistung an verschiedenen vom Benutzer definierten Aufpunkten bestimmt, ebenso kann mit diesem Programm die Abschirmung durch verschiedene Abschirmmaterialien ermittelt werden. Der Einfluss der Streuung im Abschirmmaterial wird mittels entsprechender Build-up-Faktoren berücksichtigt. MicroSkyshine wird zur Bestimmung der Dosisleistungen aus Skyshine (Rückstreuung der Strahlung aus dem Dachbereich an darüber liegenden Luftschichten) eingesetzt.

## 2.2 ZWISCHENLAGER – UND ENDLAGERSTANDORTE

Die Berechnungen der Strahlenexposition aus der Direktstrahlung aus einem Zwischenlager werden für drei fiktive Zwischenlagerstandorte durchgeführt. Die betrachteten Standorte unterscheiden sich in ihren Abstand zur nächstgelegenen Wohnbebauung. Die angenommenen Entfernungen zwischen Zwischenlager und Wohnbebauung betragen 0,5 km (Standort A), 1,0 km (Standort B) und 3 km (Standort C). Die Entfernung von Standort B zum Zwischenlager entspricht dabei etwa der mittleren Entfernung der möglichen Asse-nahen Standorte zur nächstgelegenen Wohnbebauung. Die Entfernungen sind jeweils als Entfernung von der Mitte des Lagergebäudes angegeben.

Für die drei Standorte wird jeweils an den angegebenen Orten der Bebauung die Dosisleistung aus dem Lagerbetrieb bestimmt und daraus die jährliche Dosis für Personen der Bevölkerung ermittelt. Es wird dabei davon ausgegangen, dass sich die Anwohner an 365 Tagen im Jahr, 24 Stunden am Tag zu Hause aufhalten.

Für die Bestimmung der Strahlenexposition der Bevölkerung, d. h. der Anwohner in der Nähe eines Zwischenlagers, werden für die betrachteten Lager jeweils gleiche Gebäude angenommen

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Dok.-Nr.: ASSE-ST-2011	Seite: 14 von 36
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 28.10.2014
9A	23420000	GHB	RB	0035	01		

(Wandstärke 80 cm, Deckendicke 60 cm, Höhe 10 m, Fläche 250 m x 120 m), jeweils vollständig gefüllt mit Containern.

Für das Endlager wird beispielhaft ein Standort betrachtet, der sich in 250 km Entfernung von einem Zwischenlager befindet.

## 2.3 TRANSPORTE

### 2.3.1 Allgemeines

Für die Transporte werden Randbedingungen in Anlehnung an die Transportstudie Konrad angenommen /4/. Es wird dabei davon ausgegangen, dass die Beförderung der Abfallgebinde zu einem Zwischenlager und/oder Endlager über die Straße (LKW) erfolgt und wegen der Begrenzung des Gesamtgewichtes des Transportfahrzeugs höchstens 2 Konrad-Container pro Fahrzeug befördert werden. Die Transportfrequenz zu einem Zwischenlager ist abhängig von verschiedenen Faktoren, die heute noch nicht sicher abgeschätzt werden können (wie Durchführung der Rückholung, Konditionierung und Gebindebereitstellung, Kapazität für die Abfertigungseinrichtungen der abgebenden und annehmenden Anlage etc.). Um den wahrscheinlichen Bereich der Anzahl der jährlichen Transporte in ein Zwischenlager abzudecken, wird die Ermittlung der Strahlenexpositionen für 500, 1000 und 2500 transportierte Konrad-Container, d. h. bei unterstellten 2 Containern pro Transport damit 250, 500 und 1250 Transporte pro Jahr, durchgeführt. Für die Transporte zu einem Endlager wird eine zügige und kontinuierliche Transportbereitstellung und Abfertigung sowohl im Zwischenlager als auch im Endlager unterstellt. Die Bestimmung der Strahlenexpositionen der Bevölkerung und des Personals wird für den Transport von 2500 Containern pro Jahr ermittelt (entspr. 1250 Transporte im Jahr bzw. 25 Transporte pro Woche).

Bei den Transporten wird für die Ermittlung der Strahlenexposition der Bevölkerung davon ausgegangen, dass die Gebinde auf unmittelbarem Wege und ohne Umschlagvorgänge zum Lager befördert werden. Als mittlere Fahrgeschwindigkeit für das Transportfahrzeug wird eine Geschwindigkeit von 40 km/h angesetzt.

Bei der Transportabfertigung (Bereitstellung bzw. Annahme) in der Konditionierungsanlage und im Zwischenlager sind Tätigkeiten (Messungen, Ladetätigkeiten) in unmittelbarer Nähe der Container erforderlich. Für die Handhabungszeit wird davon ausgegangen, dass sich eine Person des Betriebspersonals 5 Minuten im mittleren Strahlungsfeld eines Containers aufhält. Für die Dosisermittlung wird angenommen, dass sich die Tätigkeiten zur Abfertigung im Lager auf (mindestens) 5 verschiedene Personen des Betriebspersonals verteilen (über die Gesamtheit aller Transporte). Für die Tätigkeiten zur Be- und Entladung eines Transportfahrzeugs durch das Transportpersonal wird ebenfalls eine 5 minütige Aufenthaltszeit einer Person im mittleren Strahlungsfeld eines Containers angenommen.

Da ein überwiegender Einsatz einer einzelnen Person als Fahrer bei der betrachteten Anzahl von Transporten aufgrund gängiger Praxis ausgeschlossen werden kann /4/, wird für die Berechnungen für das Transportpersonal analog der Konradstudie eine Anzahl von 40 Fahrern berücksichtigt (Ladetätigkeiten und Fahren).

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Dok.-Nr.: ASSE-ST-2011	Seite: 15 von 36
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 28.10.2014
9A	23420000	GHB	RB	0035	01		

## 2.3.2 Transporte zum Zwischenlager

Für den Transport der Gebinde zu einem Zwischenlager wird angenommen, dass pro Transport sich jeweils maximal 2 Konrad-Container auf einem LKW befinden. Die einzelnen Container werden dabei auch bei zwei Containern auf einem Transportfahrzeug aufgrund des Abstandes zwischen den Gebinden für die Ermittlung der Strahlenexposition der Bevölkerung als 2 Einzeltransporte betrachtet. Die Strahlenexposition resultierend aus den Transporten zu einem Zwischenlager wird für Transportstrecken (Entfernung vom Ort der Konditionierung zu einem Zwischenlager) von 30 km und 80 km ermittelt.

Für die zu transportierenden Gebinden wird die Dosis bei der Transportabfertigung in der Konditionierungsanlage und bei der Transportannahme im Zwischenlager ermittelt. Weiterhin wird die Dosis für das Transportpersonal (LKW-Fahrer) und für eine nah am Transportweg wohnende Person bzw. für ständig sich dort befindende Passanten bestimmt. Im Zusammenhang mit der Ermittlung der Strahlenexposition der Anwohner/Passanten der Transportstrecken wird wie in /4/ generell ein unabgeschirmter Aufenthalt einer permanent im Freien anwesenden Person unterstellt und entsprechende Dosisbeiträge durch sämtliche Abfalltransporte während der Vorbeifahrt in einem Abstand berücksichtigt. Die Bestimmung der Strahlenexposition erfolgt dabei für Abstände von 5 m und 10 m vom Transportfahrzeug. Für die Dosisermittlung wird dabei als relevante Expositionszeit für eine Person in 5 m Abstand zum Container die Fahrzeit einer Strecke von 25 m Länge (direkt vor dem Standort der Person) angesetzt und 50 m für eine Person in 10 m Entfernung. Bereiche außerhalb der gewählten Wegabstände sind demgegenüber vernachlässigbar. Für die ermittelte Fahrzeit wird konservativ eine Strahlenexposition entsprechend dem Minimalabstand angesetzt (5 m bzw. 10 m). Eine erhöhte Abschirmung durch Gebäudestrukturen wird für die Dosisermittlung der Anwohner nicht berücksichtigt.

Zusätzlich wird wie in /4/ bei 5 % der Transporte auch ein Expositionsanteil während gelegentlicher verkehrsbedingter Haltezeiten (z. B. an Verkehrsampeln) unterstellt, bei der das Transportfahrzeug während des Stopps 2 min in ungünstiger Position vor der betrachteten Person anhält. In der vorliegenden Betrachtung wird dabei ein Abstand von 5 m bzw. 10 m zum Fahrzeug angesetzt.

Für das Transportpersonal (LKW-Fahrer) wird die Strahlenexposition für Transporte mit jeweils 2 Konrad-Containern ermittelt.

Mit der angenommenen mittleren Fahrgeschwindigkeit für die Transporte von 40 km/h ergeben sich damit für die angenommenen Entfernungen zum Zwischenlager Fahrzeiten von 45 min bzw. 2 Stunden.

## 2.3.3 Transporte zum Endlager

Für den Transport der Gebinde von einem Zwischenlagerstandort zu einem Endlager werden grundsätzlich dieselben Annahmen getroffen wie für den Transport zu einem Zwischenlager (siehe oben, Kap. 2.3.2.). Die Ermittlung der Strahlenexposition für die Anwohner an der Transportstrecke bzw. Passanten, für das Betriebspersonal bei der Transportabfertigung und für die LKW-Fahrer werden in gleicher Weise wie für die Transporte zum Zwischenlager ermittelt.

Mit der angenommenen mittleren Fahrgeschwindigkeit für die Transporte von 40 km/h ergeben sich damit für die angenommenen Entfernungen zum Endlager Fahrzeiten von 6,25 Stunden.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Dok.-Nr.: ASSE-ST-2011	Seite: 16 von 36
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 28.10.2014
9A	23420000	GHB	RB	0035	01		

## 2.4 ÜBERSICHT ENTFERNUNGEN

In Tabelle 2 sind die für die Abschätzung angenommenen Entfernungen zusammengefasst dargestellt:

Tabelle 2: Angenommene fiktive Entfernungsdaten zur Ermittlung der Strahlenexpositionen

	Rechnung 1	Rechnung 2	Rechnung 3
Abstand des Zwischenlagers zur nächsten Wohnbebauung	0,5 km	1,0 km	3,0 km
Entfernung der Konditionierungsanlage zum Zwischenlager	30 km	80 km	
Entfernung des Zwischenlagers zum Endlager	250 km		

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Dok.-Nr.: ASSE-ST-2011	Seite: 17 von 36
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 28.10.2014
9A	23420000	GHB	RB	0035	01		

## 3 ERGEBNISSE

### 3.1 STRAHLENEXPOSITION AN ZWISCHENLAGERSTANDORTEN

#### 3.1.1 Strahlenexposition der Bevölkerung in 0,5 km Entfernung vom Zwischenlager

Für diesen Standort (Standort A) ergibt sich für den nächstgelegenen Ort der Bebauung in 0,5 km Entfernung aus dem stationären Betrieb des Zwischenlagers eine Strahlenexposition aus Direktstrahlung (inkl. Skyshine) von 0,197  $\mu\text{Sv/a}$ . Die mit den genannten konservativen Annahmen ermittelte Jahresdosis ist in der Abbildung 1 in Abhängigkeit vom Abstand zum Lagergebäude dargestellt. Zusätzlich ist im Diagramm zur Orientierung auch die De-Minimis-Dosis eingetragen, unter der Dosiswirkungen nach allgemeiner Ansicht vernachlässigt werden können ("Unerheblichkeitsschwelle", siehe dazu auch /7//8/).

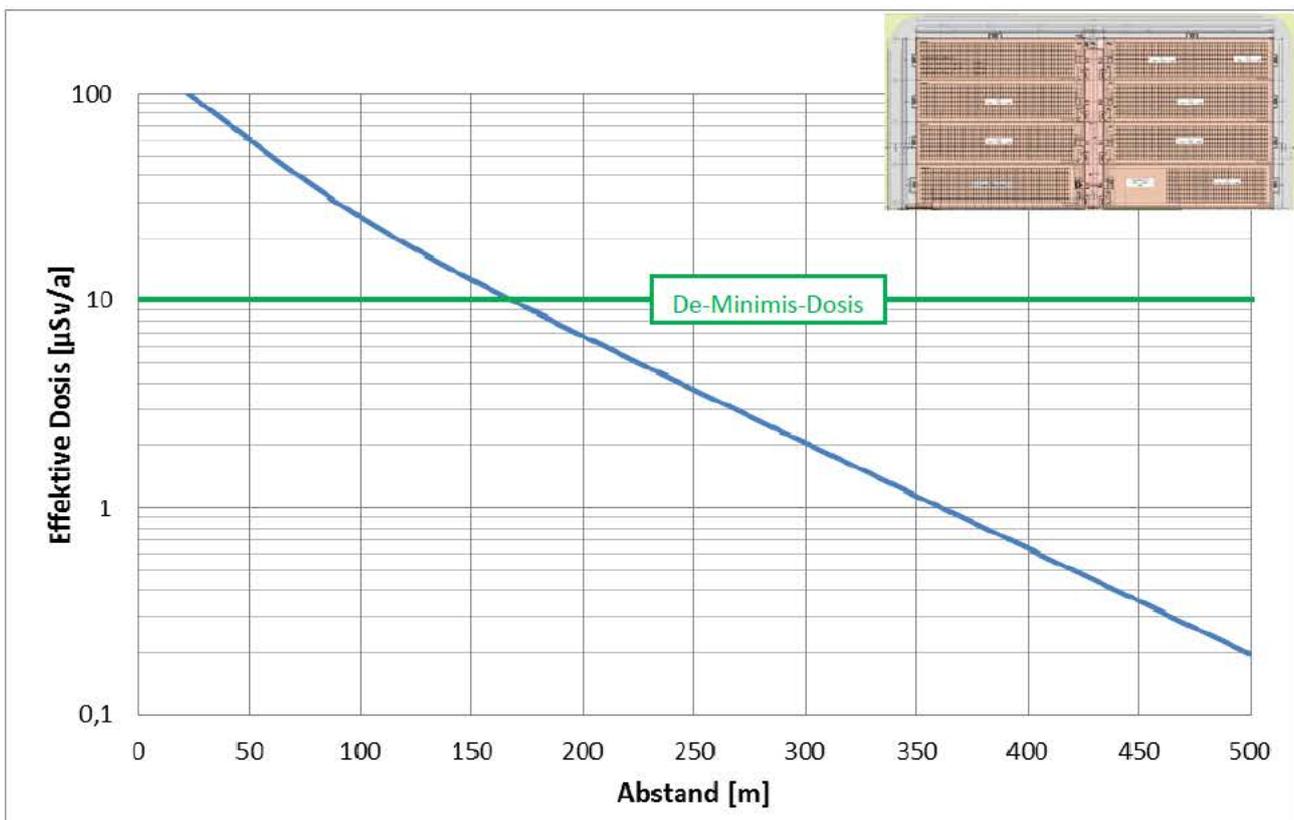


Abbildung 1: Strahlenexposition am Standort A in Abhängigkeit von der Entfernung vom Lager

#### 3.1.2 Strahlenexposition der Bevölkerung in 1,0 km Entfernung vom Zwischenlager

Für diesen Standort (Standort B) ergibt sich für den nächstgelegenen Ort der Bebauung in 1,0 km Entfernung aus dem stationären Betrieb des Zwischenlagers eine Dosis aus Direktstrahlung (inkl.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Dok.-Nr.: ASSE-ST-2011	Seite: 18 von 36
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 28.10.2014
9A	23420000	GHB	RB	0035	01		

Skyshine) von 0,0014  $\mu\text{S/a}$ . Die mit den genannten konservativen Annahmen ermittelte Jahresdosis ist in der Abbildung 2 in Abhängigkeit vom Abstand zum Lagergebäude dargestellt.

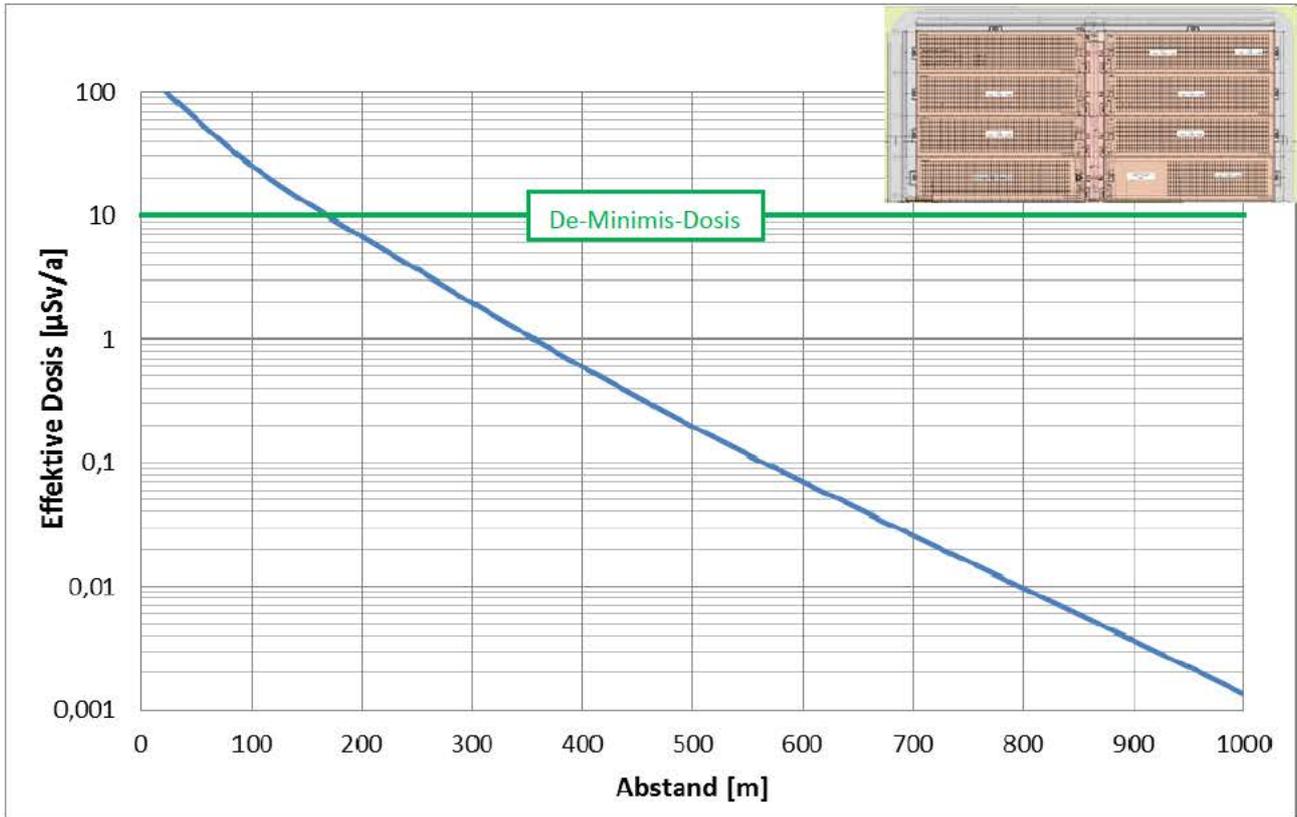


Abbildung 2: Strahlenexposition am Standort B in Abhängigkeit von der Entfernung vom Lager

### 3.1.3 Strahlenexposition der Bevölkerung am Standort in 3,0 km Entfernung vom Zwischenlager

Für diesen Standort (Standort C) ergibt sich für den nächstgelegenen Ort der Wohnbebauung in 3,0 km Entfernung aus dem stationären Betrieb des Zwischenlagers eine Dosis von  $2,72 \cdot 10^{-10} \mu\text{S/a}$ . Die mit den genannten konservativen Annahmen ermittelten Jahresdosen sind in der Abbildung 3 in Abhängigkeit vom Abstand zum Lagergebäude dargestellt.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Dok.-Nr.: ASSE-ST-2011	Seite: 19 von 36
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 28.10.2014
9A	23420000	GHB	RB	0035	01		

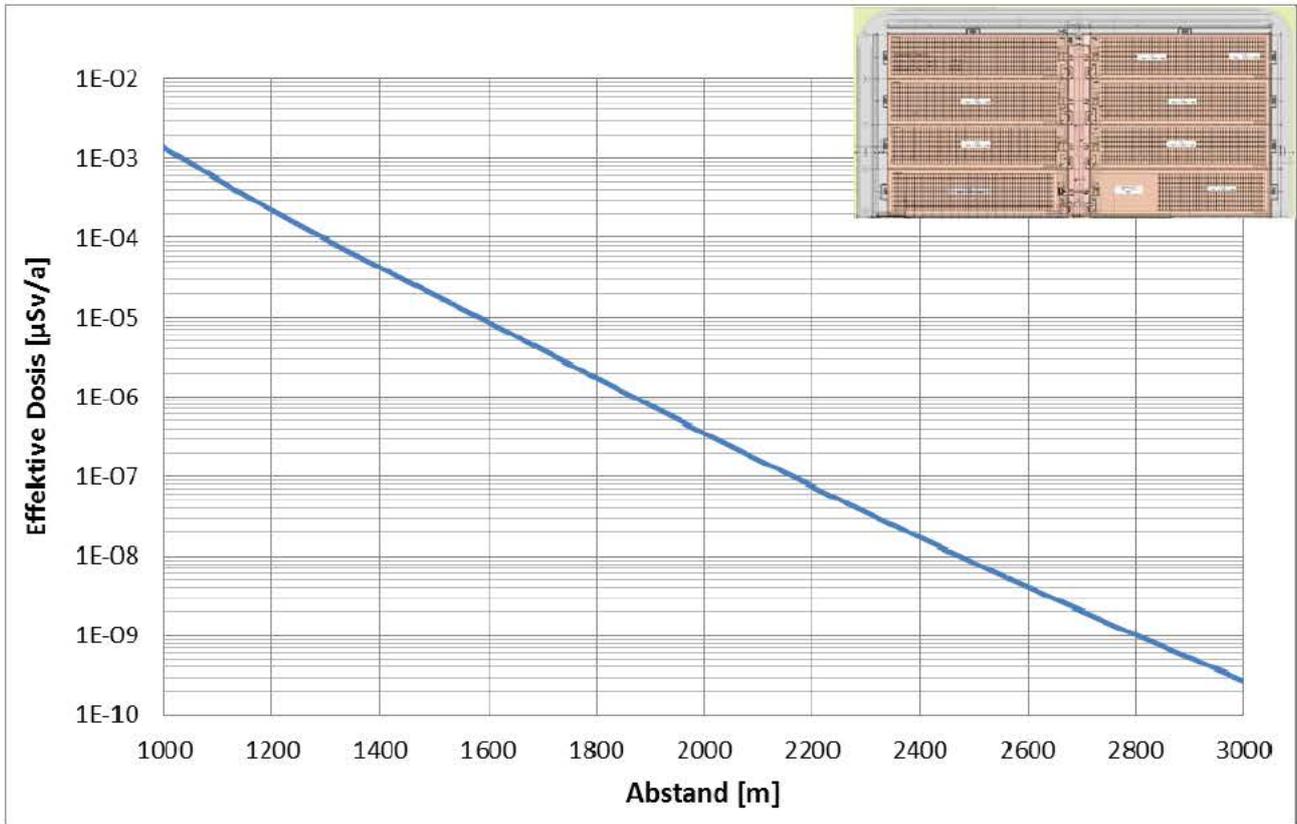


Abbildung 3: Strahlenexposition am Standort C in Abhängigkeit von der Entfernung vom Lager

### 3.1.4 Zusammenfassung Strahlenexposition der Bevölkerung

In der folgenden Tabelle 3 sind die ermittelten Strahlenexpositionen durch Direktstrahlung (inkl. Skyshine) aus dem Lager für die Anwohner in der Umgebung eines Zwischenlagers zusammengefasst:

Tabelle 3: Strahlenexposition der Bevölkerung durch den Betrieb eines Zwischenlagers in unterschiedlichen Abständen zum Lagergebäude (Einzeldosiswerte)

	Standort A (0,5 km Abstand)	Standort B (1,0 km Abstand)	Standort C (3,0 km Abstand)
Strahlenexposition eines Anwohners durch den Betrieb eines Zwischenlagers	0,197 µSv/a	0,0014 µSv/a	2,72E-10 µSv/a

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Dok.-Nr.: ASSE-ST-2011	Seite: 20 von 36
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		
9A	23420000	GHB	RB	0035	01		Stand: 28.10.2014

## 3.2 STRAHLENEXPOSITION DES BETRIEBS- UND TRANSPORT-PERSONALS BEI TRANSPORTEN ZU EINEM ZWISCHENLAGER

### 3.2.1 Strahlenexposition des Betriebspersonals (Konditionierungsanlage und Zwischenlager)

Für das Betriebspersonal zu berücksichtigen ist die Strahlenexposition bei der Transportbereitstellung in der Konditionierungsanlage und bei der Annahme der Container im Zwischenlager. Für die Tätigkeiten im Nahbereich der Container (direkt nach der Konditionierung) ergeben sich mit den in Kap. 2.1.1 genannten Annahmen für eine Person des Betriebspersonals Dosiswerte von jeweils 8,33 µSv pro Abfertigung eines Containers (100 µSv/h x 5 min = 8,33 µSv). Das führt insgesamt zu einer Dosis von 16,7 µSv je Container für die Be- und Entladung (Handhabungsvorgänge und Messungen). Für die angenommene Anzahl an zu handhabenden Gebinden pro Jahr (500, 1000, 2500 Konrad-Container pro Jahr entsprechend Kap. 2.3.1) ergeben sich daraus bei Ansatz von je 5 Personen Betriebspersonal in der Konditionierungsanlage und im Zwischenlager die in der folgenden Tabelle 4 aufgeführten Dosiswerte.

Tabelle 4: Strahlenexposition des Betriebspersonals bei Transporten zu einem Zwischenlager (Dosis pro Person, gleichmäßige Dosisverteilung auf je 5 Personen in jeder Anlage angenommen)

	Abfertigung von 500 Containern / Jahr	Abfertigung von 1000 Containern / Jahr	Abfertigung von 2500 Containern / Jahr
Strahlenexposition des Betriebspersonals bei Transporten zu einem Zwischenlager	0,833 mSv/a	1,67 mSv/a	4,17 mSv/a

### 3.2.2 Strahlenexposition des Transportpersonals

Für das Transportpersonal zu berücksichtigen sind die Strahlenexpositionen beim Transport zu einem Zwischenlager sowie die jeweils notwendigen Handhabungen zum Be- und Entladen des Transportfahrzeugs.

Als Handhabungszeiten für die durchzuführenden Ladetätigkeiten wird für eine Person des Transportpersonals jeweils 5 min im mittleren Strahlungsfeld der Container angesetzt.

Für den Transport zu einem Zwischenlager direkt nach der Konditionierung ergibt sich mit den gewählten Annahmen für eine Person des Transportpersonals eine Dosis von jeweils 8,33 µSv pro Abfertigung eines Containers beim Be- und Entladen des Transportfahrzeugs (damit insgesamt 16,7 µSv je Container aus Transportabfertigungen).

Aus dem Transport zum Zwischenlager resultiert für den Fahrer bei einer Fahrstrecke von 30 km eine Dosis von 7,5 µSv (30 km / 40 km/h = 0,75 h, 10 µSv/h x 0,75 h = 7,5 µSv) und bei einer Fahrstrecke von 80 km eine Dosis von 20 µSv. Insgesamt beträgt damit der Wert für die Dosis für einen Transport zum Zwischenlager mit den zugehörigen Behälterhandhabungen bei 30 km

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Dok.-Nr.: ASSE-ST-2011	Seite: 21 von 36
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 28.10.2014
9A	23420000	GHB	RB	0035	01		

Fahrstrecke zum Zwischenlager 40,8  $\mu\text{Sv}$  ( $7,5 \mu\text{Sv} + 16,67 \mu\text{Sv} \times 2 \text{ Container} = 40,8 \mu\text{Sv}$ ) bzw. 53,3  $\mu\text{Sv}$  (80 km Fahrstrecke zum Zwischenlager) für jeweils einen Transport mit 2 Containern.

Mit den in Kap. 2.3.1 angesetzten Anzahlen von Transporten pro Jahr ergeben sich damit bei einer Annahme von 40 Personen Transportpersonal die in der folgenden Tabelle 5 aufgeführten Strahlenexpositionen des Transportpersonals:

Tabelle 5: Strahlenexposition des Transportpersonals bei Transporten zu einem Zwischenlager (Einzeldosiswerte, gleichmäßige Dosisverteilung auf 40 Personen angenommen)

	250 Transporte mit 500 Containern / Jahr	500 Transporte mit 1000 Containern / Jahr	1250 Transporte mit 2500 Containern / Jahr
30 km Fahrstrecke			
Strahlenexposition des Transportpersonals bei Transporten zu einem Zwischenlager	0,255 mSv/a	0,510 mSv/a	1,28 mSv/a
80 km Fahrstrecke			
Strahlenexposition des Transportpersonals bei Transporten zu einem Zwischenlager	0,333 mSv/a	0,666 mSv/a	1,67 mSv/a

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Dok.-Nr.: ASSE-ST-2011	Seite: 22 von 36
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 28.10.2014
9A	23420000	GHB	RB	0035	01		

### 3.2.3 Zusammenfassung Strahlenexposition des Personals

In der folgenden Tabelle 6 sind die ermittelten Strahlenexpositionen für das Betriebs- und Transportpersonal zusammengefasst dargestellt.

Tabelle 6: Zusammenfassung Strahlenexposition des Betriebs- und Transportpersonals bei Transporten zu einem Zwischenlager (Einzeldosiswerte)

	Transport von 500 Containern / Jahr	Transport von 1000 Containern / Jahr	Transport von 2500 Containern / Jahr
30 km Fahrstrecke			
Strahlenexposition des Betriebspersonals bei Transporten zu einem Zwischenlager	0,833 mSv/a	1,67 mSv/a	4,17 mSv/a
Strahlenexposition des Transportpersonals bei Transporten zu einem Zwischenlager	0,255 mSv/a	0,510 mSv/a	1,28 mSv/a
80 km Fahrstrecke			
Strahlenexposition des Betriebspersonals bei Transporten zu einem Zwischenlager	0,833 mSv/a	1,67 mSv/a	4,17 mSv/a
Strahlenexposition des Transportpersonals bei Transporten zu einem Zwischenlager	0,333 mSv/a	0,666 mSv/a	1,67 mSv/a

### 3.3 STRAHLENEXPOSITION DER BEVÖLKERUNG AN DER TRANSPORTSTRECKE BEI TRANSPORTEN ZU EINEM ZWISCHENLAGER

Betrachtet wird hier die Strahlenexposition der Bevölkerung durch Transporte von der Konditionierungsanlage zu einem Zwischenlager. Dabei wird ein ständiger ungeschirmter Aufenthalt einer Person nah der Transportstrecke unterstellt.

In der folgenden Abbildung 4 ist die Dosisleistung an einem Konrad-Container direkt nach der Konditionierung (kein Zerfall berücksichtigt) in Abhängigkeit vom Abstand für Entfernungen bis 50 m dargestellt.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Dok.-Nr.: ASSE-ST-2011	Seite: 23 von 36
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 28.10.2014
9A	23420000	GHB	RB	0035	01		

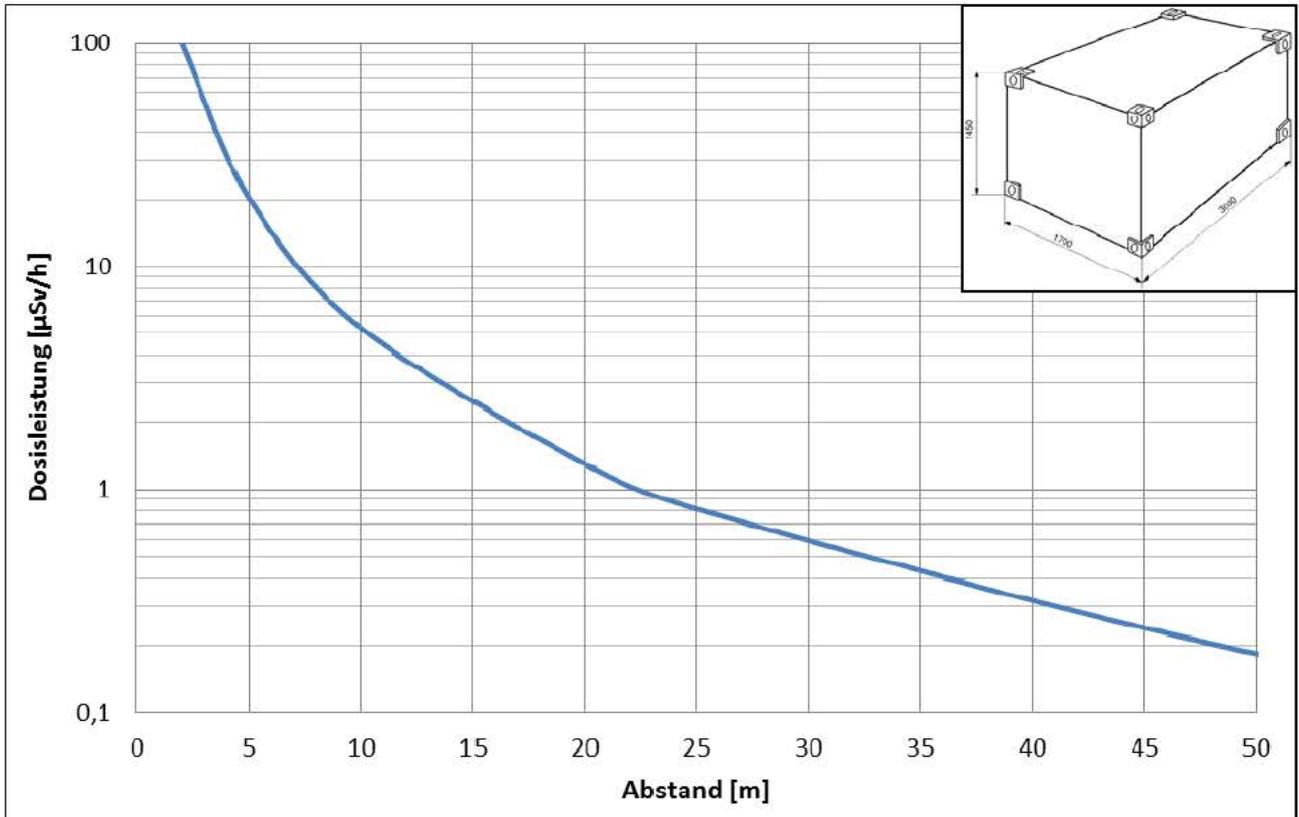


Abbildung 4: Dosisleistungen an einem Konrad-Container IV nach der Konditionierung in Abhängigkeit von der Entfernung von der Containeroberfläche (Jahr 2030)

Für einen Anwohner der Transportstrecke oder einen Passanten, der sich zum Transportzeitpunkt entlang des Transportweges aufhält, ergeben sich bei einem unterstellten Abstand von 5 m vom Container damit pro Transport eines Containers eine Dosis von 0,013 µSv (40 km/h = 11,11 m/s, 25 m / 11,11 m/s = 2,25 s, 20,44 µSv/h x 2,25 s = 0,013 µSv), bzw. bei 10 m Abstand 0,007 µSv (jeweils ohne Berücksichtigung zusätzlicher Beiträge aus verkehrstechnisch bedingten Stopps).

Mit einer anteiligen Berücksichtigung der Dosisbeiträge aus den angenommenen verkehrstechnischen Stopps ergeben sich Werte von 0,047 µSv für 5 m Abstand (20,44 µSv/h x 120 s x 5% = 0,034 µSv, 0,013 µSv + 0,034 µSv = 0,047 µSv) und 0,0155 µSv für 10 m Abstand je transportiertem Container.

Bei einer angenommenen Anzahl von transportierten Containern pro Jahr entsprechend den Angaben in Kap. 2.3.1 ergeben sich die in der folgenden Tabelle 7 aufgeführten Werte für die jährliche Strahlenexposition einer Person an der Transportstrecke:

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Dok.-Nr.: ASSE-ST-2011	Seite: 24 von 36
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 28.10.2014
9A	23420000	GHB	RB	0035	01		

Tabelle 7: Strahlenexposition eines Anwohners an der Transportstrecke zum Zwischenlager durch Transporte zum Zwischenlager (Einzeldosiswerte)

	Transport von 500 Containern / Jahr	Transport von 1000 Containern / Jahr	Transport von 2500 Containern / Jahr
Aufenthalt in 5 m Entfernung vom Transportweg			
Strahlenexposition einer Person der Bevölkerung bei Transporten zu einem Zwischenlager	23,4 µSv/a	46,8 µSv/a	117 µSv/a
Aufenthalt in 10 m Entfernung vom Transportweg			
Strahlenexposition einer Person der Bevölkerung bei Transporten zu einem Zwischenlager	7,75 µSv/a	15,5 µSv/a	38,7 µSv/a

### 3.4 STRAHLENEXPOSITION DES BETRIEBS- UND TRANSPORT-PERSONALS BEI TRANSPORTEN ZU EINEM ENDLAGER

#### 3.4.1 Strahlenexposition des Betriebspersonals im Zwischenlager

Berücksichtigt wird hier die Dosis des Betriebspersonals bei der Abfertigung der Container zum Transport zu einem Endlager. Mit den in Kap. 2.1.1 genannten Annahmen (Berücksichtigung einer 30-jährigen Lagerzeit mit entsprechendem radioaktiven Zerfall) ergibt sich für eine Person des Betriebspersonals eine Dosis von 4,17 µSv pro Abfertigung eines Containers.

Für die angenommene Anzahl von 2500 zu handhabenden Containern pro Jahr ergibt sich daraus bei Ansatz von 5 Personen Betriebspersonal eine Jahresdosis für eine Einzelperson von 2,09 mSv/a ( $0,00417 \text{ mSv} \times 2500 \text{ Container/a} / 5 \text{ Personen} = 2,09 \text{ mSv/a}$ ).

#### 3.4.2 Strahlenexposition des Transportpersonals

Für den Transport zu einem Endlager ergibt sich mit den gewählten Annahmen eine Dosis für eine Person des Transportpersonals beim Beladen des Fahrzeugs im Zwischenlager von insgesamt 4,17 µSv pro Abfertigung eines Containers.

Aus dem Transport zum Endlager resultiert mit den Annahmen nach Kap. 2.3 mit 250 km Fahrstrecke eine Dosis für den Fahrer von 62,5 µSv pro Transport ( $250 \text{ km} / 40 \text{ km/h} = 6,25 \text{ h}$ ,  $10 \text{ µSv/h} \times 6,25 \text{ h} = 62,5 \text{ µSv}$ ).

Insgesamt beträgt damit der Wert für die Dosis 70,8 µSv ( $4,17 \text{ µSv} \times 2 \text{ Container} + 62,5 \text{ µSv} = 70,8 \text{ µSv}$ ) für einen Transport mit 2 Containern. Mit den unterstellten 1250 Transporten in einem

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Dok.-Nr.: ASSE-ST-2011	Seite: 25 von 36
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 28.10.2014
9A	23420000	GHB	RB	0035	01		

Jahr gleichmäßig verteilt auf die angenommenen 40 Personen des Transportpersonals ergibt sich damit ein Wert von 2,21 mSv/a als Einzeldosis ( $0,0708 \text{ mSv} \times 1250 \text{ Transporte/a} / 40 \text{ Personen} = 2,21 \text{ mSv/a}$ ).

### 3.5 STRAHLENEXPOSITION DER BEVÖLKERUNG AUS TRANSPORTEN ZU EINEM ENDLAGER

Betrachtet werden hier die Strahlenexpositionen der Bevölkerung durch Transporte von einem Zwischenlager nach langjähriger Lagerzeit zu einem Endlager.

Für die Bestimmung der Strahlenexposition der Anwohner des Transportweges wird ein ständiger unabgeschirmter Aufenthalt unterstellt. In der folgenden Abbildung sind die Dosisleistungen an einem Konrad-Container in Abhängigkeit vom Abstand für Entfernungen bis 50 m dargestellt. Für einen Anwohner der Transportstrecke oder einen Passanten, der sich zum Transportzeitpunkt entlang des Transportweges aufhält, ergeben sich bei einem unterstellten Abstand von 5 m zum Container damit pro Transport eines Containers eine Dosis von  $0,006 \mu\text{Sv}$ , bzw. bei 10 m Abstand  $0,003 \mu\text{Sv}$ . Zusätzliche Beiträge aus verkehrstechnisch bedingten Stopps nahe einer Person sind in dieser Einzelbetrachtung nicht berücksichtigt.

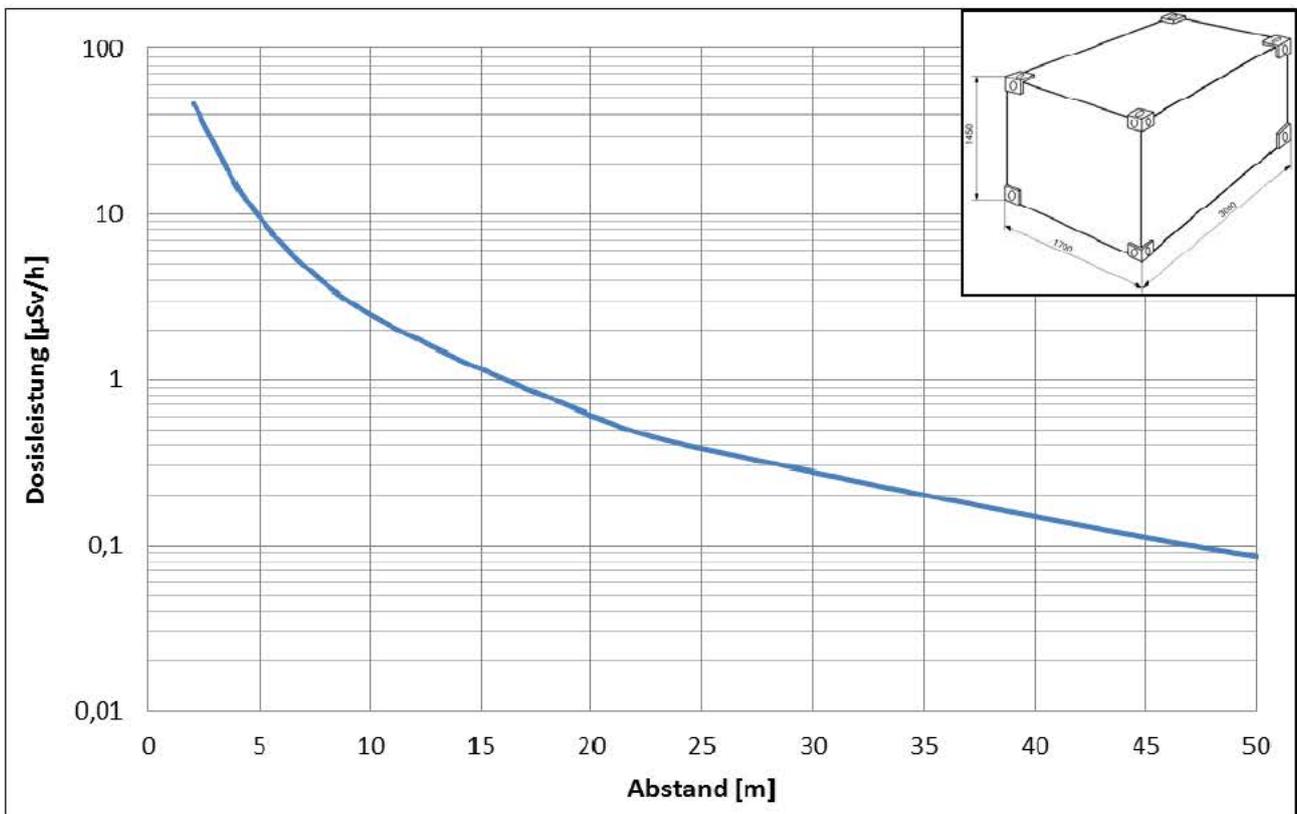


Abbildung 5: Dosisleistungen an einem Konrad-Container IV nach 30 Jahren Lagerung in Abhängigkeit von der Entfernung zur Containeroberfläche (Jahr 2060)

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Dok.-Nr.: ASSE-ST-2011	Seite: 26 von 36
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 28.10.2014
9A	23420000	GHB	RB	0035	01		

Bei einer angenommenen Anzahl von 2500 transportierten Container pro Jahr (50 Wochen mit je 25 Transporten von je 2 Gebinden) ergibt sich daraus mit Berücksichtigung der Zusatzbeiträge aus den Fahrzeugstopps bei 5 % der Transporte eine Jahresdosis von 55  $\mu\text{Sv/a}$  für eine Person im Abstand von 5 m und 18,2  $\mu\text{Sv/a}$  für einen Abstand von 10 m.

### 3.6 ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE

In der folgenden Abbildungen 6 bis 10 sind die in den vorlaufenden Kapiteln ermittelten Strahlenexpositionen zusammengefasst dargestellt.

Zusätzlich ist in Abbildung 6 eine Übersicht über die ermittelten Dosiswerte an den verschiedenen Zwischenlagerstandorten dargestellt. In dieser Abbildung sind dabei zum Vergleich Dosiswerte der natürlichen Strahlenexposition in Deutschland und die 10  $\mu\text{Sv/a}$  De-Minimis-Dosis (siehe dazu auch /7//8/) dargestellt.

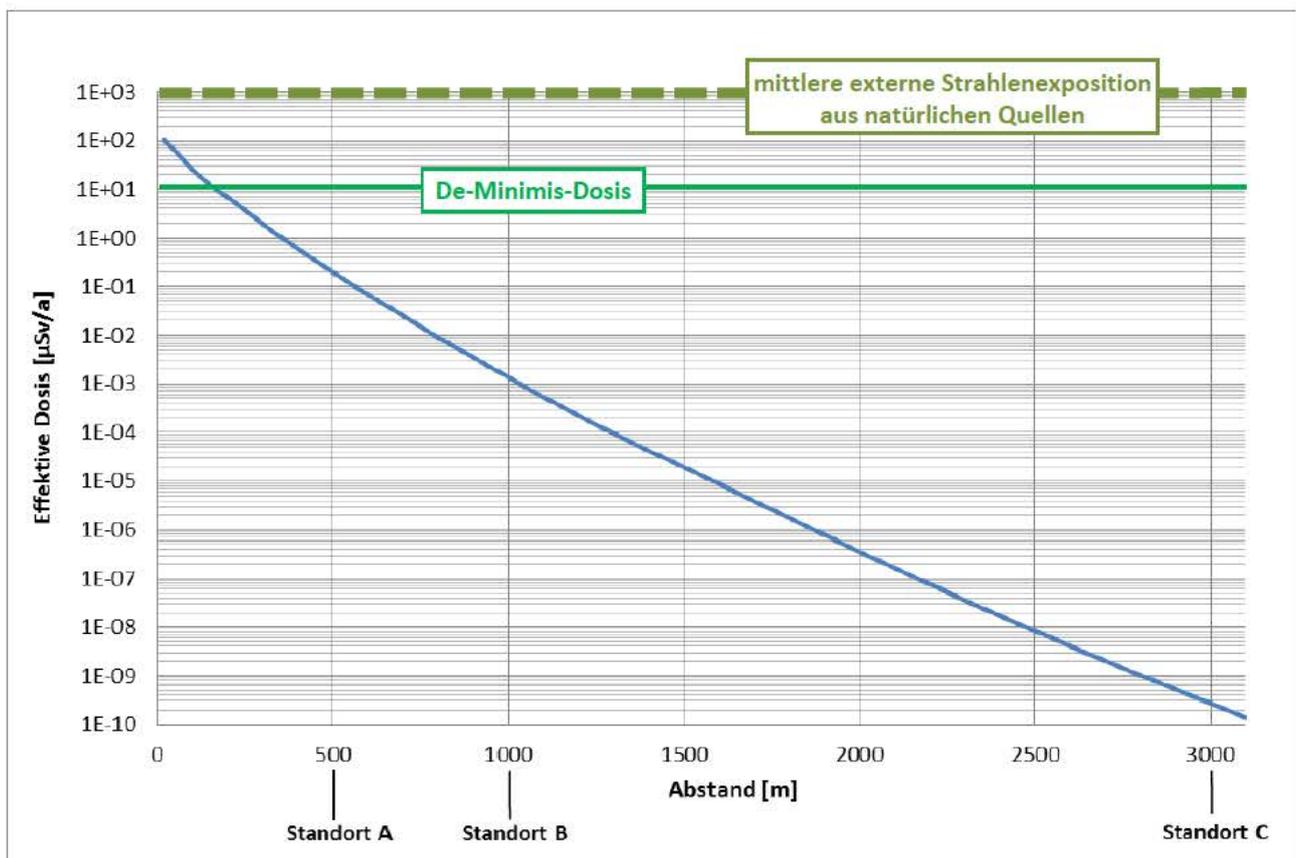


Abbildung 6: Strahlenexposition der Bevölkerung aus Direktstrahlung aus einem Zwischenlager für verschiedene Abstände zum Lager (500, 1000 und 3000 m)

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Dok.-Nr.: ASSE-ST-2011	Seite: 27 von 36
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 28.10.2014
9A	23420000	GHB	RB	0035	01		

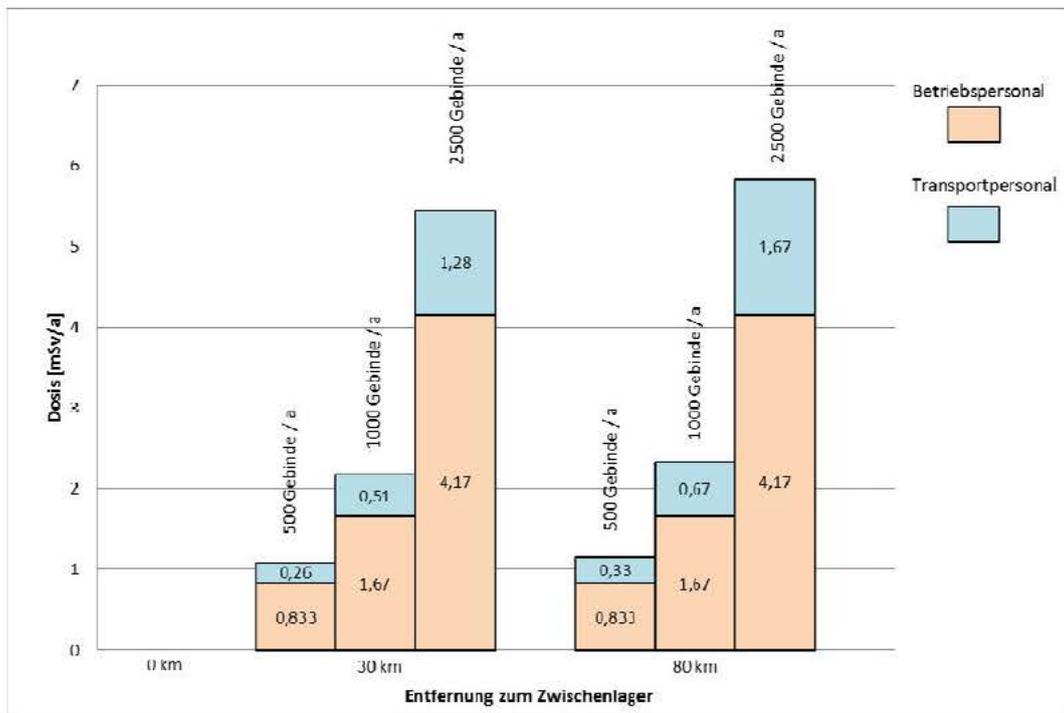


Abbildung 7: Strahlenexposition des Betriebs- und Transportpersonals bei Transporten zu einem Zwischenlager (Entfernung 30 km / 80 km von der Konditionierungsanlage)

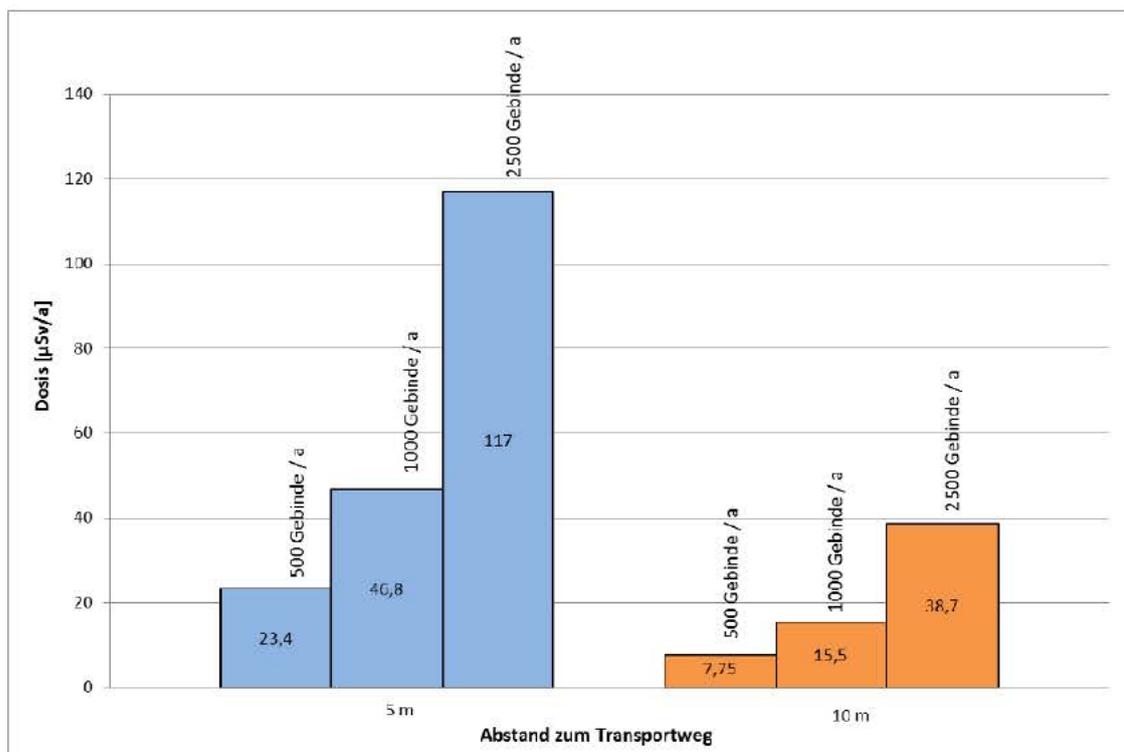


Abbildung 8: Strahlenexposition der Bevölkerung an der Transportstrecke durch Transporte zum Zwischenlager (Aufenthalt in 5 m / 10 m Abstand zum Fahrweg)

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Dok.-Nr.: ASSE-ST-2011	Seite: 28 von 36
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 28.10.2014
9A	23420000	GHB	RB	0035	01		

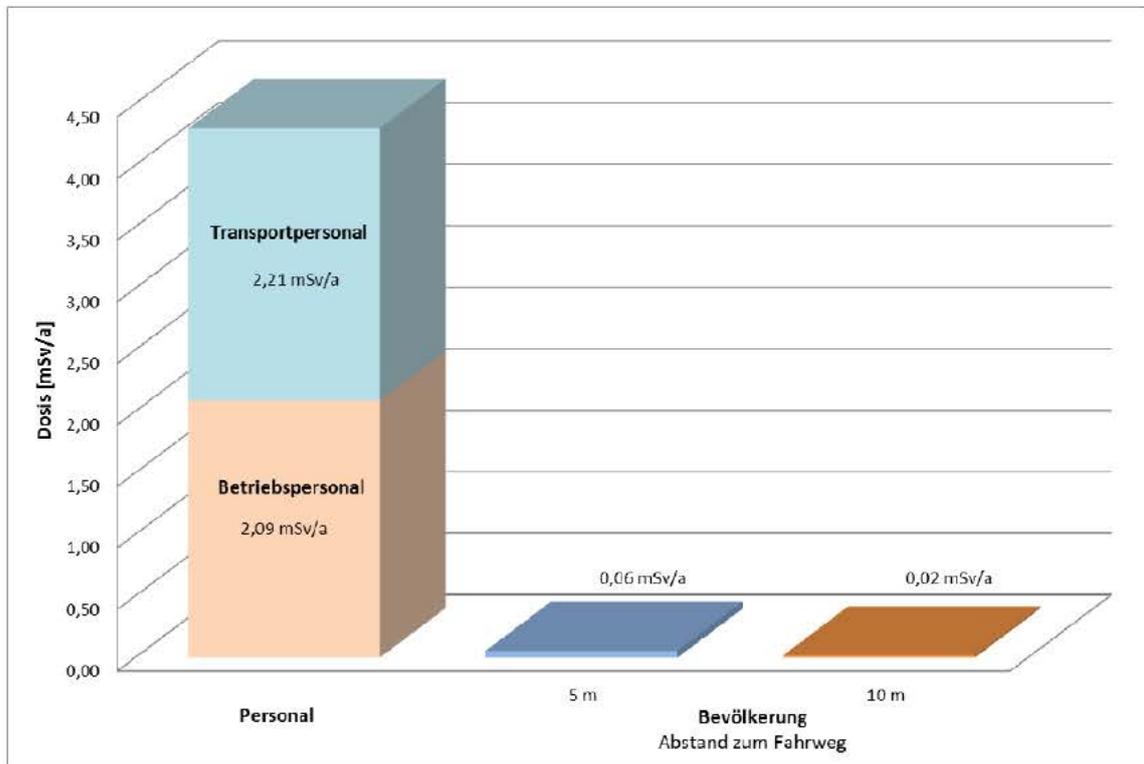


Abbildung 9: Strahlenexposition des Betriebs- und Transportpersonals und der Bevölkerung aus Transporten zu einem Endlager

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Dok.-Nr.: ASSE-ST-2011	Seite: 29 von 36
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 28.10.2014
9A	23420000	GHB	RB	0035	01		

## 4 ERLÄUTERUNGEN ZU STANDORTABHÄNGIGEN UND STANDORTUNABHÄNGIGEN BERECHNUNGEN

Die potentielle Strahlenexposition der Bevölkerung resultierend aus einer kerntechnischen Anlage setzt sich zusammen aus der Strahlenexposition durch Direktstrahlung (Gamma- und Neutronenstrahlung) und der Strahlenexposition aus Ableitungen radioaktiver Stoffe mit der Fortluft oder mit dem Abwasser.

### 4.1 STANDORTUNABHÄNGIGE BERECHNUNGEN

Die Strahlenexposition des Menschen durch Direktstrahlung wird maßgeblich von der Entfernung und der Abschirmung der Strahlenquelle (z. B. Behälter mit radioaktiven Abfällen) bestimmt. Witterungsbedingungen (Meteorologie) und Geländebeschaffenheit (Orographie) haben praktisch keinen Einfluss auf diese Strahlenexposition. Daher kann die Strahlenexposition des Menschen durch Direktstrahlung vereinfacht auch für fiktive Standorte unabhängig von konkreten Standortgegebenheiten bestimmt werden.

### 4.2 STANDORTABHÄNGIGE BERECHNUNGEN

Zur Bestimmung der Strahlenexposition des Menschen, die sich aus der Ableitung radioaktiver Stoffe aus einer kerntechnischen Anlage ergibt, muss zunächst mit Hilfe von Ausbreitungsrechnungen die Verteilung der radioaktiven Stoffe in der Umgebung der Anlage ermittelt werden. Anschließend kann die Strahlenexposition einer Referenzperson an den ungünstigsten oder anderen Einwirkungsstellen berechnet werden.

Die Ausbreitung von radioaktiven Stoffen in der Umgebung einer Anlage wird von unterschiedlichen Parametern / Faktoren bestimmt. Sowohl die Meteorologie (Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Niederschlagsintensität, Diffusionskategorie / Ausbreitungsklasse) als auch die Orographie (Neigung des Geländes, Erhebungen) haben in Verbindung mit anlagenspezifischen Festlegungen (z. B. Höhe eines Kamins) einen maßgeblichen Einfluss auf die Ausbreitung der radioaktiven Stoffe. Da die genannten Parameter vom Standort der Anlage abhängig sind, kann die Verteilung der radioaktiven Stoffe in der Umgebung der Anlage für fiktive Standorte nicht bestimmt werden. Dadurch ist auch die Bestimmung der ungünstigste(n) Einwirkungsstelle(n) sowie der Strahlenexposition des Menschen nicht möglich.

Dieser Sachverhalt gilt grundsätzlich auch für die mögliche Freisetzung von radioaktiven Stoffen bei Störfällen.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Dok.-Nr.: ASSE-ST-2011	Seite: 30 von 36
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 28.10.2014
9A	23420000	GHB	RB	0035	01		

## 5 STANDORTUNABHÄNGIGE BETRACHTUNGEN ZUR STRAHLENEXPOSITION IM NORMALBETRIEB

Die Strahlenexposition durch Ableitung (Normalbetrieb) kann grundsätzlich nur für konkrete Anlagenstandorte berechnet werden. Um eine Vorstellung über die Größenordnung möglicher Ableitungen in einer Parameterstudie zu geben, können bei standortunabhängigen Betrachtungen neben den zulässigen Grenzwerten nur Vergleichswerte aus anderen kerntechnische Anlagen herangezogen werden.

### 5.1 GESETZLICHE GRUNDLAGEN

Nach § 46 der StrlSchV beträgt der Grenzwert der effektiven Dosis durch Strahlenexpositionen für Einzelpersonen der Bevölkerung 1 mSv im Kalenderjahr. Zudem sind gemäß § 47 der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) Auslegung und Betrieb von Anlagen oder Einrichtungen so zu planen, dass die durch Ableitung radioaktiver Stoffe mit Luft oder Wasser bedingte Strahlenexposition von Einzelpersonen der Bevölkerung eine effektive Dosis von 0,3 mSv im Kalenderjahr nicht überschreitet. Die Einhaltung dieser Grenzwerte sowie die Maßnahmen zur Minimierung muss im Genehmigungsverfahren für eine kerntechnische Anlage nachgewiesen werden. Die Strahlenexposition muss für eine Referenzperson an den ungünstigsten Einwirkungsstellen unter Berücksichtigung der in Anlage VII StrlSchV genannten Expositionspfade, Lebensgewohnheiten der Referenzperson und übrigen Annahmen ermittelt werden. Die ungünstigsten Einwirkungsstellen sind die Stellen in der Umgebung einer Anlage, bei denen aufgrund der Verteilung der abgeleiteten radioaktiven Stoffe in der Umgebung durch Aufenthalt oder durch Verzehr dort erzeugter Lebensmittel die höchste Strahlenexposition der Referenzperson zu erwarten ist /11/. Die bei der Berechnung der Strahlenexposition anzuwendenden Verfahren sind in der „Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zu § 47 Strahlenschutzverordnung: Ermittlung der Strahlenexposition durch die Ableitung radioaktiver Stoffe aus kerntechnischen Anlagen oder Einrichtungen“ (AVV) /12/ zusammengestellt. Die in den Rechenverfahren enthaltenen Rechenmodelle, Parameter und die Eigenschaften bzw. Lebensgewohnheiten der Referenzperson sind so gewählt, dass für die Strahlenexposition des Menschen ein konservatives Gesamtergebnis zu erwarten ist.

Nach § 48 Abs. 1 der StrlSchV ist u. a. dafür zu sorgen, dass die Ableitung radioaktiver Stoffe aus kerntechnischen Anlagen überwacht und nach Art und Aktivität spezifiziert wird (Emissionsüberwachung). Zu diesem Zweck werden die Aktivitätsableitungen radioaktiver Stoffe mit Luft und Wasser gemäß der „Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI)“ /13/ messtechnisch erfasst.

Die Emissionsdaten dienen als Grundlage für die Berechnung der Strahlenexposition der Referenzperson der Bevölkerung in der Umgebung der kerntechnischen Anlage gemäß AVV (Maß des Strahlenrisikos ist nicht die abgeleitete Aktivität, sondern die Strahlenexposition / effektive Dosis). Auf die Bestimmung der Strahlenexposition aus den Emissionsdaten muss deshalb zurückgegriffen werden, weil die Aktivitätskonzentrationen der aus kerntechnischen Anlagen abgeleiteten Radionuklide in den Umweltmedien Luft und Wasser sowie in Nahrungsmitteln im Allgemeinen so gering sind, dass sie messtechnisch nicht nachgewiesen werden können. Die Aktivitätsableitungen sind dagegen mit hinreichender Genauigkeit erfassbar /11/.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Dok.-Nr.: ASSE-ST-2011	Seite: 31 von 36
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 28.10.2014
9A	23420000	GHB	RB	0035	01		

## 5.2 ABLEITUNGEN RADIOAKTIVER STOFFE BEI BESTEHENDEN ANLAGEN

Eine Ermittlung der potentiellen Strahlenexposition durch Ableitungen radioaktiver Stoffe aus dem Zwischenlager für die radioaktiven Abfälle aus der Schachanlage Asse II ist nicht möglich, da keine ausreichenden Planungsdaten (z. B. Standort, Inventar, Behälterkonzept) vorliegen. Eine Einschätzung der Größenordnung kann jedoch anhand von entsprechenden Werten aus bestehenden Anlagen erfolgen.

Die Überwachung bestehender Anlagen nach REI zeigt, dass bei den bestehenden Zwischenlagern (z. B. Zwischenlager Nord (ZLN), Transportbehälterlager (TBL) Gorleben, TBL Ahaus sowie alle dezentralen Standort-Zwischenlager) im Normalbetrieb keine messbaren Emissionen / Ableitungen radioaktiver Stoffe auftreten. Die in den zugehörigen Genehmigungsverfahren ermittelten Strahlenexpositionen waren um Größenordnungen unterhalb der zulässigen Grenzwerte. Messbar ist je nach Lagerbelegung lediglich die Dosis bzw. Dosisleistung der Gamma- und Neutronenstrahlung in unmittelbarer Nähe dieser Anlagen.

Bei Kernkraftwerken (inkl. der zugehörigen Einrichtungen wie Abklingbecken oder Anlagen zur Abfallkonditionierung) liegt der aus den Aktivitätsableitungen bestimmte höchste Wert für die Strahlenexposition der Bevölkerung unterhalb von 10 % des Grenzwertes für Ableitungen gemäß § 47 StrlSchV (0,3 mSv/a). Damit sind die höchsten Werte der Strahlenexposition durch Ableitungen radioaktiver Stoffe aus kerntechnischen Anlagen deutlich geringer als die Schwankungsbreite der natürlichen Strahlenexposition in der Bundesrepublik Deutschland /11/. In Abb. 10 sind beispielhaft Strahlenexpositionen von verschiedenen sonstigen kerntechnischen Anlagen dargestellt (entnommen aus /14/), Die Strahlenexpositionen resultieren dabei im Wesentlichen aus den Handhabungen von radioaktiven Stoffen in den Anlagen. Die Strahlenexpositionen aus der Lagerung von konditionierten Abfällen in geschlossenen Gebinden ist demgegenüber vernachlässigbar.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Dok.-Nr.: ASSE-ST-2011	Seite: 32 von 36
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 28.10.2014
9A	23420000	GHB	RB	0035	01		

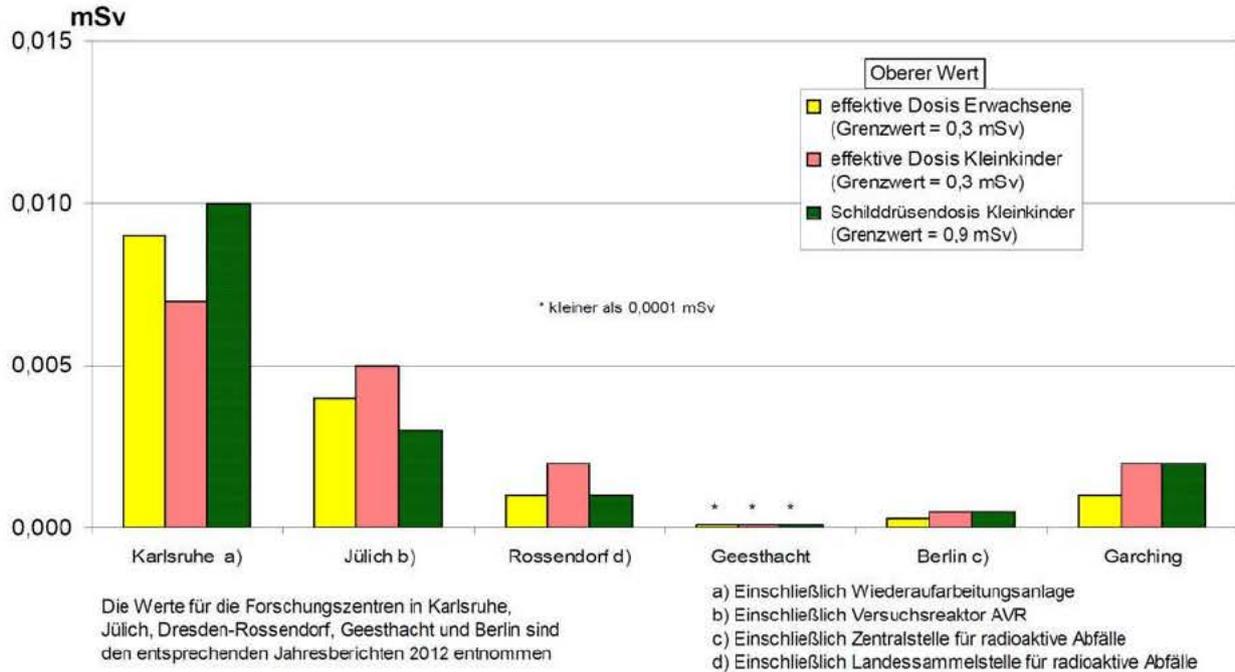


Abbildung 10: Strahlenexposition im Jahr 2012 in der Umgebung von Forschungszentren durch die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft (aus /14/)

Bei der standortunabhängigen Parameterstudie sind die Ableitungen aus der Abfallkonditionierung und aus der Zwischenlagerung zu unterscheiden. Die Konditionierung der Abfälle wird in jedem Fall in unmittelbarer Nähe der Schachanlage Asse II erfolgen. Dort sind für den Zeitraum der Konditionierung Ableitungen in der o. g. Größenordnung (ca. 10 % vom Grenzwert) zu erwarten.

Für die Zwischenlagerung der radioaktiven Abfälle aus der Schachanlage Asse II ist davon auszugehen, dass keine relevanten ableitungsbedingten Strahlenexpositionen für die Bevölkerung auftreten werden.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Dok.-Nr.: ASSE-ST-2011	Seite: 33 von 36
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 28.10.2014
9A	23420000	GHB	RB	0035	01		

## 6 FAZIT

Die Ergebnisse der Dosisermittlung für die verschiedenen hier betrachteten Szenarien zeigen, dass hinsichtlich der Strahlenexposition sowohl der Bevölkerung als auch des Betriebspersonals bzw. des Transportpersonals die Tätigkeiten bei Transportvorgängen bestimmend sind.

Die Vergleiche der Strahlenexposition aus dem stationären Lagerbetrieb zeigen, dass zwar die Strahlenexposition umso höher ist, je näher eine Person an einem Standort wohnt. Allerdings ist das Gesamtniveau im betrachteten Nahbereich so niedrig, dass selbst bei nur 500 m Entfernung die konservativ ermittelte Dosis deutlich unterhalb der De-Minimis-Dosis von 10 µSv/a liegt („Unerheblichkeitsschwelle“), unter der Strahlenexpositionen vernachlässigt werden können. Der Vergleich dieser Dosiswerte mit der natürlichen Strahlenexposition in Deutschland zeigt, dass die Strahlenexposition aus der Direktstrahlung aus den Zwischenlagergebäuden um mindestens einen Faktor 1/1000 unterhalb der natürlichen Strahlenexposition liegt. Die mittlere Strahlenexposition aus natürlichen Quellen (kosmische und terrestrische Strahlung) liegt im Bereich zwischen 0,5 mSv/a und 1,2 mSv/a (in Mittelgebirgen bis 2 mSv/a). Der nach § 46 StrlSchV zulässige Grenzwert für die Strahlenexposition einer Einzelperson aus Tätigkeiten mit radioaktiven Stoffen von 1 mSv/a wird damit ebenfalls deutlich unterschritten.

Die ermittelten Werte für eine Einzelperson der Bevölkerung aus den Transportvorgängen (Anwohner am Transportweg) liegen sowohl für Transporte zum Endlager als auch zu einem Zwischenlager deutlich über den Werten aus dem stationären Lagerbetrieb. Auch bei einer hohen Anzahl von Transporten liegen die Strahlenexpositionen weit unterhalb von 1 mSv/a.

Die Strahlenexposition im Rahmen der Transporte führt bei der angesetzten gleichmäßigen Verteilung der Tätigkeiten auf mehrere Personen zu einer Strahlenexposition des Durchführungspersonals (Betriebspersonal und Transportpersonal) unterhalb der zulässigen Grenzwerte nach § 55 StrlSchV von 20 mSv/a. Dabei sind die ermittelten Dosiswerte wegen des nicht zu berücksichtigenden Zerfalls der radioaktiven Stoffe bei Transporten direkt nach der Konditionierung höher als nach einer langjährigen Lagerung. Gleiches gilt auch für alle Tätigkeiten im Rahmen der Transportabfertigung.

Strahlenexpositionen durch Ableitung können grundsätzlich nur mit Hilfe konkreter Standortdaten berechnet werden. Dieser Sachverhalt gilt auch für die mögliche Freisetzung von radioaktiven Stoffen bei Störfällen.

Für bestehende Zwischenlager werden potentielle Strahlenexpositionen durch Ableitung berechnet, die um Größenordnungen unterhalb des Grenzwerts von 0,3 mSv/a liegen. Für die Konditionierung der radioaktiven Abfälle aus der Schachanlage Asse II wird eine Ausschöpfung dieses Grenzwertes von etwa 10% und für die Zwischenlagerung der konditionierten Abfälle eine noch weit geringere Strahlenexposition erwartet. Für die Bevölkerung ist mit relevanten ableitungsbedingten Strahlenexpositionen nicht zu rechnen.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Dok.-Nr.: ASSE-ST-2011	Seite: 34 von 36
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 28.10.2014
9A	23420000	GHB	RB	0035	01		

## LITERATURVERZEICHNIS

- /1/ BfS: Kriterienbericht Zwischenlager – Kriterien zur Bewertung potentieller Standorte für übertägiges Zwischenlager für die rückgeholten radioaktiven Abfälle aus der Schachanlage Asse II, KZL: 9A/23420000/GHB/RB0026/00, Salzgitter 10.01.2014
- /2/ BfS, Schreiben an BMUB: Bearbeitungskonzept für den Vergleich der Strahlenexposition durch Asse-nahe Zwischenlagerung und Transport, KZL: SE/9A/23420000/BB/AA/0095, Salzgitter 04.04.2014
- /3/ Empfehlung für die Belehrung von Fahrzeugführern und Beifahrern, die Beförderungen sonstiger radioaktiver Stoffe auf der Straße ausführen Arbeitskreis "Beförderung" (AKB) Loseblattsammlung Erste Ausgabe Januar 1999
- /4/ Transportstudie Konrad 2009, Sicherheitsanalyse zur Beförderung radioaktiver Abfälle zum Endlager Konrad, GRS – 256, Dezember 2009
- /5/ MicroShield, Version 9.05  
Grove Software, 2012
- /6/ MicroSkyshine, Version 2.10  
Grove Software, 2012
- /7/ Die Empfehlungen der Internationalen Strahlenschutzkommission (ICRP) von 2007, ICRP-Veröffentlichung 103, verabschiedet im März 2007
- /8/ Konsequenzen aus den Empfehlungen der ICRP 103 für den Strahlenschutz in Deutschland, Gemeinsames Positionspapier der mit dem Strahlenschutz befassten deutschen Fachgesellschaften zu wesentlichen Schwerpunkten von ICRP 103
- /9/ ICRP, 1996. Conversion Coefficients for use in Radiological Protection against External Radiation. ICRP Publication 74. Ann. ICRP 26 (3-4)
- /10/ BfS: Konrad Endlagerungsbedingungen Anforderungen an endzulagernde radioaktive Abfälle (Endlagerungsbedingungen, Stand: Oktober 2010) - Endlager Konrad –
- /11/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung – Jahresbericht 2011; Juli 2013
- /12/ Allgemeine Verwaltungsvorschrift zu § 47 Strahlenschutzverordnung: Ermittlung der Strahlenexposition durch die Ableitung radioaktiver Stoffe aus Anlagen oder Einrichtungen (AVV), Stand: 28.08.2014
- /13/ Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI), Stand: 01.08.2008
- /14/ BfS, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung im Jahr 2012: Unterrichtung durch die Bundesregierung. Parlamentsbericht 2012. Erscheinungsdatum: 3. April 2014. urn:nbn:de:0221-2014040311384.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Dok.-Nr.: ASSE-ST-2011	Seite: 35 von 36
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 28.10.2014
9A	23420000	GHB	RB	0035	01		

## GLOSSAR

<b>Ableitung</b>	Abgabe flüssiger, aerosolgebundener oder gasförmiger radioaktiver Stoffe aus einer kerntechnischen Anlage auf hierfür vorgesehenen Wegen (Abluft, Abwasser)
<b>Abschirmung</b>	Schutzeinrichtung um radioaktive Quellen und kerntechnische Anlagen, um deren Strahlung nach außen den Erfordernissen entsprechend zu verringern.
<b>Aktivität</b>	Zahl der je Sekunde in einer radioaktiven Substanz zerfallenden Atomkerne. Maßeinheit ist Becquerel, Bq = [1/s]
<b>Atomgesetz, AtG</b>	Gesetzliche Grundlage für die Nutzung der Kernenergie in Deutschland.
<b>Bundesamt für Strahlenschutz, BfS</b>	Dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit unterstellte Behörde. Betreiber der Schachanlage Asse II.
<b>De-Minimis Konzept</b>	10 µSv/a Konzept; Dosiswert, bei der nach allgemeiner Ansicht keine Maßnahmen zur Reduzierung ergriffen werden müssen („Unerheblichkeitsschwelle“, siehe dazu auch /7//8/)
<b>Direktstrahlung</b>	Von außen direkt einwirkende (Gamma-) Strahlung ( im Unterschied zur Strahlenexposition aus inkorporierten Stoffen)
<b>Dosis, effektive</b>	Maß für die Strahlenexposition des Menschen, Maßeinheit Sievert [Sv]
<b>Dosisleistung</b>	Dosis pro Zeiteinheit, Maßeinheit Sievert pro Stunde [Sv/h]
<b>Einwirkungsstelle, ungünstigste</b>	Die ungünstigste Einwirkungsstelle ist die Stelle in der Umgebung einer Anlage, bei der aufgrund der Verteilung der abgeleiteten radioaktiven Stoffe in der Umgebung durch Aufenthalt oder durch Verzehr dort erzeugter Lebensmittel die höchste Strahlenexposition der Referenzperson zu erwarten ist
<b>Endlager</b>	Lagerort für eine sichere, zeitlich unbefristete und wartungsfreie Aufbewahrung von Schadstoffen, in Deutschland in tiefen geologischen Formationen.
<b>Gebinde</b>	Konditionierte und verpackte radioaktive Abfälle, also das Abfallprodukt mit dem umgebenden Behälter.
<b>Konditionierung</b>	Überführung von radioaktiven Abfällen in eine zwischen- und endlagerfähige Form. Dazu zählen z.B. Verfestigung, Verpressung, Verbrennung, Entwässerung.
<b>Radioaktive Stoffe</b>	Stoffe, die Radionuklide enthalten oder daraus bestehen und sich spontan unter Energieabgabe umwandeln können.
<b>Radioaktivität</b>	Eigenschaft von bestimmten Stoffen, sich ohne äußere Einwirkung umzuwandeln und dabei eine charakteristische (ionisierende) Strahlung auszusenden.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Dok.-Nr.: ASSE-ST-2011	Seite: 36 von 36
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 28.10.2014
9A	23420000	GHB	RB	0035	01		

<b>Referenzperson</b>	Die Referenzperson ist eine fiktive Person, für die in der StrSchV (Anlage VII, Teil A bis C) die zu berücksichtigenden Expositionspfade, Lebensgewohnheiten und übrigen Annahmen festgelegt sind mit dem Ziel, dass bei deren Anwendung die Strahlenexposition des Menschen nicht unterschätzt wird.
<b>Sievert [Sv]</b>	SI-Einheit der Äquivalentdosis und der effektiven Dosis 1 Sievert = 1.000 Millisievert (mSv) = 1.000.000 Mikrosievert ( $\mu$ Sv).
<b>Skyshine-Effekt</b>	Streustrahlung (Rückstreuung) von Strahlung aus den Luftschichten oberhalb von ausgedehnten Strahlungsquellen
<b>Strahlenexposition</b>	Einwirkung ionisierender Strahlung auf den menschlichen Körper
<b>Strahlenschutz</b>	Strahlenschutz befasst sich mit dem Schutz von Einzelpersonen, deren Nachkommen und der Bevölkerung in ihrer Gesamtheit vor den Wirkungen ionisierender Strahlung. Ziel des Strahlenschutzes ist es, deterministische Strahlenwirkungen zu verhindern und die Wahrscheinlichkeit stochastischer Wirkungen auf Werte zu begrenzen, die als annehmbar betrachtet werden.
<b>Strahlenschutzverordnung, StrlSchV</b>	Verordnung innerhalb des Atomrechts über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen.
<b>Strahlung</b>	Energieausbreitung durch Materie oder den freien Raum. (Alpha- / Beta- / Gamma-Strahlung, freie Neutronen etc.)
<b>Zwischenlagerung</b>	Zeitspanne der Lagerung von radioaktiven Abfällen bis zur Abgabe an ein geeignetes Zielendlager.