

Endbericht

**Berechnung der Strahlenexposition  
infolge der Ableitung radioaktiver Stoffe  
mit Wasser während des Restbetriebs  
des Kernkraftwerks Krümmel**

**Revision 1**

BS-Projekt-Nr. 1704-05  
Bestellung Nr. EA2-4503694274

erstellt im Auftrag der  
Kernkraftwerk Krümmel GmbH & Co. oHG  
Elbuferstraße 82  
21502 Geesthacht

durch die  
Brenk Systemplanung GmbH  
Heider-Hof-Weg 23  
52080 Aachen

Aachen, 12.02.2019

**Anmerkung:**

Dieser Bericht gibt die Auffassung und Meinung des Auftragnehmers (BS) wieder und muss nicht mit der Meinung des Auftraggebers (KKK) übereinstimmen.



## AUTOREN

Dieser Bericht wurde von folgendem Bearbeiter erstellt:

- Dipl.-Phys. G. Hoppe

Es wird versichert, dass dieser Bericht nach bestem Wissen und Gewissen, unparteiisch und ohne Ergebnisweisung angefertigt worden ist.

## ERSTELLUNG, PRÜFUNG UND FREIGABE

erstellt	geprüft	freigegeben
 Projektleiter	 Geschäftsbereichsleiter	 Geschäftsführung

## **ZUSAMMENFASSUNG**

Das Kernkraftwerk Krümmel plant, die im Restbetrieb der Anlage anfallenden radioaktiven Abwässer zukünftig über eine Rohrleitung in die Elbe abzuleiten. Der vorliegende Bericht enthält die Ergebnisse der in diesem Zusammenhang durchgeführten Dosisberechnungen zur Abschätzung der in der Umgebung der Anlage über den Wasserpfad resultierenden Strahlenexposition von Referenzpersonen der Bevölkerung gemäß § 47 der „StrlSchV 2001“ (StrlSchV 2001).

Den derzeitigen Planungen des Kernkraftwerks Krümmel entsprechend wurde unterstellt, dass die früheren Genehmigungswerte der Anlage im Leistungsbetrieb für die Ableitung radioaktiver Stoffe mit Wasser auch im Restbetrieb unverändert fortgelten. Als Berechnungsgrundlage wurde die „Allgemeine Verwaltungsvorschrift zu § 47 StrlSchV 2001 vom 28. August 2012“ (AVV 2012) verwendet. Die besonderen standort- und anlagenspezifischen Gegebenheiten sowie mögliche Vorbelastungen der Elbe durch andere inländische Einleiter oder Einleitungen wurden in geeigneter Weise berücksichtigt.

Im Ergebnis der durchgeführten Dosisberechnungen zeigt sich, dass die resultierende potenzielle Strahlenexposition infolge der Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser des Kernkraftwerks Krümmel im Restbetrieb über eine im Bereich des bestehenden Kühlwasserauslaufbauwerks verlegte und in die Elbe hinausgeführte Rohrleitung sowohl im Fernbereich als auch im Nahbereich der Anlage unterhalb der nach § 47 Abs. 1 StrlSchV 2001 einzuhaltenden Dosisgrenzwerte liegt. Unter Einbeziehung möglicher Vorbelastungen ergibt sich die maximale Grenzwertausschöpfung von insgesamt 52,4 % mit einer zugehörigen Jahresdosis von 157,1  $\mu\text{Sv}$  für den Körperbereich „Rotes Knochenmark“ in der Altersgruppe „ $\leq 1$  Jahr mit Muttermilch“ in dem im Fernbereich des Kernkraftwerks Krümmel liegenden Überschneidungsbereich zwischen dem Nahbereich des Kernkraftwerks Brunsbüttel, dem Fernbereich des Kernkraftwerks Brokdorf und dem Fernbereich des Kernkraftwerks Stade. Für die Effektivdosis resultiert mit einer entsprechenden Gesamtjahresdosis von 140,8  $\mu\text{Sv}$  die höchste Grenzwertausschöpfung von 46,9 % ebenfalls in diesem Überschneidungsbereich und in dieser Altersgruppe.



## INHALTSVERZEICHNIS

Seite:

<b>1. EINLEITUNG .....</b>	<b>1</b>
<b>2. EXPOSITIONSSZENARIEN .....</b>	<b>2</b>
2.1. Vorbemerkungen .....	2
2.2. Potenzielle Expositionspfade.....	2
2.3. Entfernungsbereiche.....	4
2.4. Randbedingungen .....	6
2.4.1. Kernkraftwerk KKK .....	6
2.4.2. Andere Einleiter oder Einleitungen.....	9
<b>3. AKTIVITÄTSABGABEN MIT WASSER .....</b>	<b>13</b>
3.1. Aktivitätsabgaben des KKK .....	13
3.2. Potenzielle Vorbelastungen.....	14
<b>4. BERECHNUNG DER POTENZIELLEN STRAHLENEXPOSITION .....</b>	<b>17</b>
4.1. Erläuterungen zur Dosisberechnung .....	17
4.2. Ergebnisse der Dosisberechnung.....	20
4.2.1. Nahbereich KKK.....	21
4.2.2. Fernbereich KKK (Tideelbe).....	22
4.2.2.1. Nahbereich KKB, Fernbereich KBR und Fernbereich KKS .....	22
4.2.2.2. Nahbereich KBR, Fernbereich KKB und Fernbereich KKS .....	23
4.2.2.3. Nahbereich KKS, Fernbereich KKB und Fernbereich KBR.....	24
4.2.2.4. Fernbereich KKB, Fernbereich KBR und Fernbereich KKS .....	25
4.3. Beibehaltung der aktuellen Abgabep Praxis .....	26
<b>5. LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>27</b>

## ANHANG

## **1. EINLEITUNG**

Das Kernkraftwerk Krümmel (KKK)<sup>1</sup> liegt in Geesthacht, ca. 30 Kilometer südöstlich der Hansestadt Hamburg oberhalb der durch das Wehr Geesthacht gebildeten Tidegrenze der Elbe, die als Vorfluter für die Abwässer der Anlage genutzt wird. Der Einwirkungsbereich der eingeleiteten Abwässer des KKK erstreckt sich oberhalb der Tidegrenze von der Einleitstelle der Anlage (Flusskilometer 580,4) bis zum Wehr Geesthacht (Flusskilometer 585,9) und unterhalb der Tidegrenze über den gesamten Bereich der Tideelbe vom Wehr Geesthacht bis zur Mündung in die Nordsee an der Seegrenze bei Cuxhaven-Kugelbake (Flusskilometer 727,7). Das KKK beabsichtigt, die im zukünftigen Restbetrieb<sup>2</sup> der Anlage anfallenden radioaktiven Abwässer über eine neu geplante Rohrleitung direkt in die Elbe einzuleiten (kurz: Rohreinleitung).

Nach § 47 Abs. 1 der „Strahlenschutzverordnung vom 20. Juli 2001“<sup>3</sup> (StrlSchV 2001) [SSV 17] darf die durch Ableitung radioaktiver Stoffe aus einer kerntechnischen Anlage oder Einrichtung mit Luft oder Wasser bedingte Strahlenexposition des Menschen jeweils folgende Dosisgrenzwerte im Kalenderjahr nicht überschreiten:

- |   |          |
|---|----------|
| 1) Effektive Dosis sowie Teilkörperdosis für Keimdrüsen,<br>Gebärmutter und Rotes Knochenmark | 300 µSv  |
| 2) Teilkörperdosis für alle Organe und Gewebe soweit nicht<br>unter 1) und 3) genannt         | 900 µSv  |
| 3) Teilkörperdosis für Knochenoberfläche und Haut   | 1800 µSv |

Im Rahmen des vorliegenden Berichts wurde für die geplante zukünftige Ableitung anfallender radioaktiver Abwässer des KKK im Restbetrieb über eine Rohrleitung die über den Wasserpfad resultierende potenzielle Strahlenexposition von Referenzpersonen der Bevölkerung in der Umgebung der Anlage gemäß § 47 StrlSchV 2001 berechnet. Den derzeitigen Planungen des KKK entsprechend wurde dabei unterstellt, dass die früheren Genehmigungswerte<sup>4</sup> für die radioaktiven Ableitungen der Anlage mit Wasser im Leistungsbetrieb unverändert fortgelten. Als Berechnungsgrundlage wurde die „Allgemeine Verwaltungsvorschrift zu § 47 StrlSchV 2001 vom 28. August 2012“<sup>3</sup> (AVV 2012) [AVV 12] verwendet. Die besonderen standort- und anlagenspezifischen Gegebenheiten sowie potenzielle Vorbelastungen durch Ableitungen aus dem Betrieb anderer inländischer Anlagen oder Einrichtungen oder aus früheren Tätigkeiten gemäß § 47 Abs. 5 StrlSchV [SSV 17] wurden in geeigneter Weise berücksichtigt.

---

<sup>1</sup> Für Flexionen abgekürzter Begriffe wird dasselbe Kürzel verwendet.

<sup>2</sup> Im Rahmen dieses Berichts werden sämtliche sich nach der endgültigen Einstellung des Leistungsbetriebs anschließenden Betriebsphasen bzw. -zustände eines Kernkraftwerks unter der Bezeichnung „Restbetrieb“ zusammengefasst.

<sup>3</sup> Gemäß § 193 der „Strahlenschutzverordnung vom 29. November 2018“ (StrlSchV 2018) [SSV 18] sind § 99 Absatz 1 StrlSchV 2018 sowie § 100 Absatz 1 und Absatz 4 StrlSchV 2018 erst auf Genehmigungsverfahren anzuwenden, für die ein Genehmigungsantrag ab dem ersten Tag des 13. Kalendermonats gestellt wird, der auf das Inkrafttreten Allgemeiner Verwaltungsvorschriften nach § 100 Absatz 3 StrlSchV 2018 folgt. Bis zu diesem Zeitpunkt ist § 47 Absatz 2 StrlSchV 2001 in Verbindung mit § 47 Absatz 1 StrlSchV 2001 und Anlage VII StrlSchV 2001 [SSV 17] - und folglich auch die zugeordnete Allgemeine Verwaltungsvorschrift zu § 47 StrlSchV 2001 [AVV 12] - weiter anzuwenden.

<sup>4</sup> Im Rahmen dieses Berichts wird der Begriff Genehmigungswert im Sinne festgelegter Wert für die zulässige Ableitung radioaktiver Stoffe verwendet.



## 2. EXPOSITIONSSZENARIEN

### 2.1. Vorbemerkungen

Gemäß AVV 2012 sind bei der Abschätzung der Strahlenexposition der allgemeinen Bevölkerung infolge der Ableitung radioaktiver Stoffe mit Luft oder Wasser aus einer kerntechnischen Anlage alle aufgrund der örtlichen Besonderheiten des Anlagenstandorts oder aufgrund der Art der Anlage begründeten Expositionspfade zu berücksichtigen. Zu berechnen ist die Strahlenexposition an den ungünstigsten durch die Ableitungen der betrachteten Anlage beeinflussten Einwirkungsstellen (Nutzungsstelle bzw. Expositionsort). Diese sind entsprechend AVV 2012 durch die Stellen in der Umgebung der Anlage bestimmt, an denen aufgrund der Verteilung der abgeleiteten Radionuklide und unter Berücksichtigung realer Nutzungsmöglichkeiten durch Aufenthalt oder Verzehr dort erzeugter Lebensmittel die jeweils potenziell höchsten Strahlenexpositionen für die Referenzpersonen resultieren.

Bei Ableitungen mit Wasser sind zudem aufgrund der sich mit der Entfernung zur Einleitstelle verändernden Ausbreitungsbedingungen unterschiedliche Entfernungsbereiche zu berücksichtigen. Ausgehend von den Vorgaben der AVV 2012 werden nachfolgend die zu betrachtenden Expositionsszenarien in Abhängigkeit von den relevanten Entfernungsbereichen festgelegt.

### 2.2. Potenzielle Expositionspfade

Im Zusammenhang mit der hier untersuchten Aufgabenstellung (vgl. Abschnitt 1) kommen für den Standort des KKK in Abhängigkeit von der Entfernung zur Einleitstelle folgende, mit E1 bis E5, E7, E8 und E12 (Abkürzungen aus Berechnungsprogramm) bezeichnete, potentielle Expositionspfade in Betracht, deren Gesamtheit im Weiteren abkürzend auch kurz „*Wasserpfad*“ genannt wird:

- |  |      |
|--|------|
| E1: Trinkwasser  |      |
| - Trinkwasser,   | (Tw) |
| - Muttermilch;   | (Mu) |
| E2: Fischverzehr (kurz: Fisch)                                   |      |
| - Fisch,   | (Fi) |
| - Muttermilch;   | (Mu) |
| E3: Viehtränke   |      |
| - Tier - Milch,  | (Mi) |
| - Tier - Fleisch,  | (Fl) |
| - Muttermilch;   | (Mu) |
| E4: Beregnung landwirtschaftlicher Nutzflächen (kurz: Beregnung) |      |
| - Aufenthalt,  | (Bo) |
| - Weidepflanze - Futter - Tier - Milch,                          | (Mi) |
| - Weidepflanze - Futter - Tier - Fleisch,                        | (Fl) |
| - Blattgemüse,   | (Bl) |
| - pflanzliche Produkte ohne Blattgemüse,                         | (Pf) |
| - Muttermilch;   | (Mu) |



- |  |      |
|--|------|
| E5: Aufenthalt auf Ufersediment (kurz: Ufersediment);  | (Bo) |
| E7: Aufenthalt auf Sedimentspülfeldern (kurz: Sedimentspülfelder);                             | (Bo) |
| E8: Bodenverbesserung durch Flusssediment (kurz: Sedimentaufbringung)                          |      |
| - Aufenthalt,  | (Bo) |
| - Weidepflanze - Futter - Tier - Milch,  | (Mi) |
| - Weidepflanze - Futter - Tier - Fleisch,  | (Fl) |
| - Blattgemüse,   | (Bl) |
| - pflanzliche Produkte ohne Blattgemüse,   | (Pf) |
| - Muttermilch;   | (Mu) |
| E12: Landwirtschaftliche Nutzung von Überschwemmungsgebieten<br>(kurz: Überschwemmungsgebiete) |      |
| - Aufenthalt,  | (Bo) |
| - Weidepflanze - Futter - Tier - Milch,  | (Mi) |
| - Weidepflanze - Futter - Tier - Fleisch,  | (Fl) |
| - Blattgemüse,   | (Bl) |
| - pflanzliche Produkte ohne Blattgemüse,   | (Pf) |
| - Muttermilch.   | (Mu) |

Eine Bündelung aller oben aufgeführten Einzelexpositionspfade des Wasserpfads ist als sehr hypothetisch einzustufen und gemäß AVV 2012 auch nicht anzusetzen. Dies gilt insbesondere für eine Addition der verschiedenen – im Weiteren auch kurz „Aufenthaltspfade A1 bis A3“ genannten – potenziellen Einzelexpositionspfade zur äußeren Strahlenexposition durch Bodenstrahlung:

- A1: Aufenthalt auf Ufersediment (E5: Bo),
- A2: Aufenthalt auf Sedimentspülfeldern (E7: Bo),
- A3: Superposition von Aufenthalt auf Beregnungsflächen (E4: Bo), Aufenthalt auf Flächen mit Sedimentaufbringung zur Bodenverbesserung (E8: Bo) und Aufenthalt auf Überschwemmungsgebieten (E12: Bo).

Im Unterschied zur Berechnung der inneren Strahlenexposition, bei der konservativ eine Überlagerung aller potenziellen Einzelexpositionspfade zur Ingestion zu unterstellen ist, wird daher bei der Abschätzung der äußeren Strahlenexposition durch Bodenstrahlung zur Vermeidung unrealistisch hoher Gesamtexpositionszeiten nur derjenige der drei Aufenthaltspfade A1 bis A3 berücksichtigt, der potenziell den jeweils höchsten Dosisbetrag liefert.



### **2.3. Entfernungsbereiche**

Zur konservativ abdeckenden Abschätzung der potenziellen Strahlenexposition durch die zukünftig vorgesehene Rohreinleitung radioaktiver Abwässer des KKK im Restbetrieb sowie der möglichen Vorbelastungen durch andere Einleiter oder Einleitungen sind gemäß AVV 2012 aufgrund

- der unterschiedlichen geografischen Lagen der zugehörigen Einleitstellen und
- der sich mit zunehmender Entfernung von den Einleitstellen verändernden Ausbreitungsbedingungen

unterschiedliche Entfernungsbereiche sowohl relativ zur Einleitstelle des KKK als auch relativ zu den Einleitstellen der anderen Einleiter oder Einleitungen zu betrachten.

Im Rahmen dieses Berichts wird daher unterschieden zwischen dem oberhalb der Tidegrenze liegenden, sich von der Einleitstelle des KKK bis zum Wehr Geesthacht erstreckenden „*Nahbereich des KKK*“, d. h. dem Bereich geringer Vermischung und kürzerer Fließzeiten bzw. entsprechend kürzerer Anlagerungszeiten der Radionuklide an Wasserschwebstoffen in unmittelbarer Nähe der Einleitstelle, sowie dem sich über den gesamten Bereich der Tideelbe erstreckenden „*Fernbereich des KKK*“, d. h. dem Bereich vollständiger Vermischung und längerer Fließzeiten bzw. entsprechend längerer Anlagerungszeiten der Radionuklide an Wasserschwebstoffen in größerer Entfernung von der Einleitstelle.

Entsprechend wird zur adäquaten Berücksichtigung möglicher Vorbelastungen infolge der Einleitung radioaktiver Abwässer des Helmholtz-Zentrums Geesthacht (HZG) sowie der Kernkraftwerke Stade (KKS), Brokdorf (KBR) und Brunsbüttel (KKB) auch zwischen dem „*Nah- und Fernbereich des HZG*“, zwischen dem „*Nah- und Fernbereich des KKS*“, zwischen dem „*Nah- und Fernbereich des KBR*“ sowie zwischen dem „*Nah- und Fernbereich des KKB*“ unterschieden. Die drei genannten Anlagen liegen wie das KKK ebenfalls an der Elbe, allerdings unterhalb der Tidegrenze. Infolge des Tideeinflusses erstrecken sich daher die Einwirkungsbereiche der Einleitungen dieser drei Anlagen über den gesamten Bereich der Tideelbe und somit über den gesamten Fernbereich des KKK (und des HZG). Aufgrund der geografischen Lage der Einleitstelle des KKK oberhalb der Tidegrenze, kurz unterhalb der Einleitstelle des HZG, fallen die Nahbereiche dieser beiden Anlagen praktisch zusammen. Der Einwirkungsbereich der Ableitungen des KKK erstreckt sich somit sowohl über den Nahbereich (oberhalb der Tidegrenze) als auch über den Fernbereich (unterhalb der Tidegrenze) des HZG. Die nachfolgende Abbildung 2-1 gibt einen schematischen Überblick über die Lage der verschiedenen betrachteten Entfernungsbereiche und deren Überschneidungsbereiche.

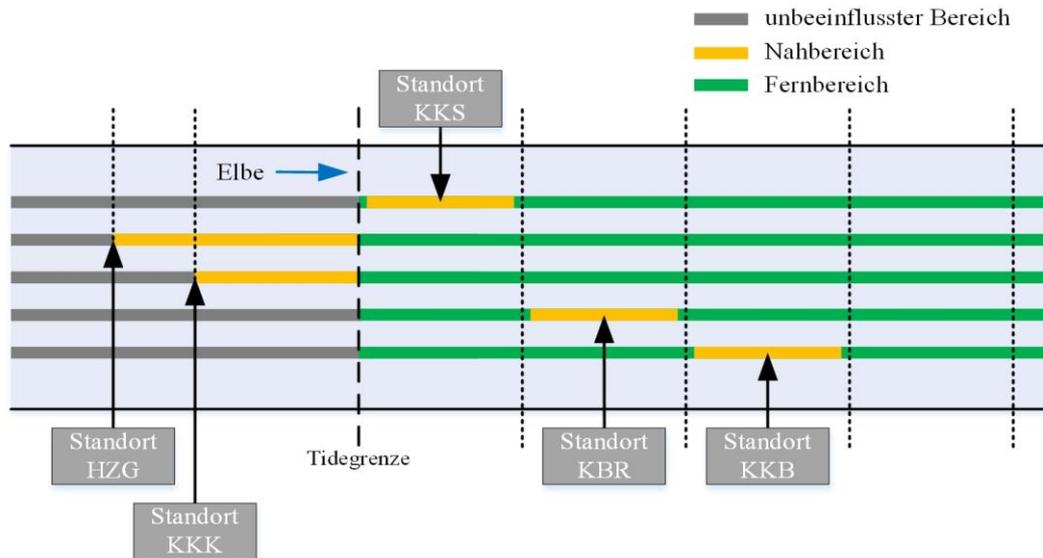


Abbildung 2-1: Schematische Darstellung der verschiedenen Entfernungsbereiche und deren Überschneidungsbereiche bezüglich der betrachteten Einleiter

Ausgehend von den Vorgaben der AVV 2012 werden bei den hier durchgeführten Dosisberechnungen die beiden Expositionsszenarien NB für den Nahbereich und FB für den Fernbereich des KKK betrachtet. Beide Szenarien sind hinsichtlich der zu betrachtenden Expositionspfade identisch und unterscheiden sich lediglich in den zugrunde liegenden Randbedingungen (z. B. Vermischungswassermengen, Fließ- bzw. Anlagerungszeiten). Die entsprechend den Vorgaben der AVV 2012 in Abhängigkeit der zugrunde gelegten Einleitszenarien jeweils anzusetzenden Parameterwerte werden im nachfolgenden Abschnitt 2.4 beschrieben.

NB/FB: Kombination der Summe der Einzelexpositionspfade *Trinkwasser* ( $E1: Tw, Mu$ ), *Fisch* ( $E2: Fi, Mu$ ), *Viehtränke* ( $E3: Mi, Fl, Mu$ ), *Beregnung* ( $E4: Mi, Fl, Bl, Pf, Mu$ ), *Sedimentaufbringung* ( $E8: Mi, Fl, Bl, Pf, Mu$ ) und *Überschwemmungsgebiete* ( $E12: Mi, Fl, Bl, Pf, Mu$ ) zur inneren Strahlenexposition durch Ingestion mit demjenigen der drei Aufenthaltspfade A1 *Aufenthalt auf Ufersediment* ( $E5: Bo$ ), A2 *Aufenthalt auf Sedimentspülfeldern* ( $E7: Bo$ ) und A3 *Superposition von Aufenthalt auf Beregnungsflächen* ( $E4: Bo$ ), auf *Flächen mit Sedimentaufbringung zur Bodenverbesserung* ( $E8: Bo$ ) und auf *Überschwemmungsgebieten* ( $E12: Bo$ ) zur äußeren Strahlenexposition durch Bodenstrahlung, der den jeweils höchsten potentiellen Dosisbeitrag liefert.

## 2.4. Randbedingungen

### 2.4.1. Kernkraftwerk KKK

Infolge der stattfindenden Vermischung der abgeleiteten Abwässer des KKK mit dem Wasser des Vorfluters verringern sich die Konzentrationen der emittierten radioaktiven Stoffe im Vorfluter mit zunehmender Entfernung von der Einleitstelle. Das Ausmaß der Vermischung und damit der potenziell resultierenden Strahlenexposition über den Wasserpfad wird von dem Abflussanteil des Vorfluters (Vermischungswassermenge  $Q_V$ ) bestimmt, mit dem sich die abgeleitete Aktivität auf dem Weg von der Einleitstelle bis zur betrachteten Einwirkungsstelle (Nutzungsstelle bzw. Expositionsort) vermischt hat.

In größerer Entfernung von der Einleitstelle in den Vorfluter (Fernbereich) kann von einer vollständigen Durchmischung der eingeleiteten Abwässer mit dem Wasser des Vorfluters ausgegangen werden, wobei gemäß AVV 2012 bei Einleitungen bzw. Einwirkungsstellen unterhalb der Tidegrenze nicht die gesamte vorbeiflutende Wassermenge in Ansatz gebracht werden darf, sondern nur der jeweils anfallende mittlere Oberwasserzufluss. Die Festlegung der Vermischungswassermenge  $Q_V$  im Fernbereich erfolgte daher auf Basis der in Tabelle 2-1 angegebenen Langzeitmittelwerte (Zeitraum 1926 bis 2013) für den Abfluss der Elbe am Pegel Neu Darchau bei Flusskilometer 536,4 oberhalb der Tidegrenze und oberhalb der Einleitstelle des KKK [DGJ 13]. In unmittelbarer Nähe der Einleitstelle in den Vorfluter (Nahbereich) hängt die Vermischungswassermenge allgemein stark von den örtlichen Gegebenheiten und Einleitungsbedingungen ab und beträgt nur einen bestimmten Anteil des Abflusses des Vorfluters.

Tabelle 2-1: Mittlerer Abfluss der Elbe am Pegel Neu Darchau bei Flusskilometer 536,4 (Langzeitmittelwert 1926-2013) [DGJ 13]

<b>Mittlerer Abfluss Pegel Neu Darchau (Langzeitmittelwert 1926-2013)</b>	
im Abflussjahr <sup>1)</sup>	714,0 m <sup>3</sup> /s
im Sommerhalbjahr	562,0 m <sup>3</sup> /s

<sup>1)</sup> Abflussjahr: 01.11. des Vorjahres bis zum 31.10.

Das KKK beabsichtigt, zukünftig am Standort anfallende radioaktive Abwässer über eine Rohrleitung im Bereich des bestehenden Kühlwasserauslaufbauwerks bei Flusskilometer 580,4 in die Elbe einzuleiten. Der Austrittspunkt der Rohrleitung soll nach derzeitigem Planungsstand mindestens 30 m über die gedachte Schnittlinie der beiden im Bereich des Auslaufbauwerks liegenden und in Abbildung 2-2 dargestellten Uferpunkte A und B hinausgehen [KKK 17]. In diesem Bereich kann über den gesamten anlagenseitigen Uferabschnitt bis zur Fahrrinne eine mittlere Wassertiefe von mindestens 2,5 m und eine mittleren Fließgeschwindigkeit der Elbe von mindestens 0,2 m/s angenommen werden [KKK 17].



Abbildung 2-2: Schematische Darstellung zu Randbedingungen und Annahmen



Ausgehend vom derzeitigen Kenntnisstand wurden bei der Berechnung der im Nahbereich des KKK resultierenden potenziellen Strahlenexposition infolge der Einleitung radioaktiver Stoffe der Anlage über eine Rohrleitung folgende Annahmen und Randbedingungen unterstellt:

- Die Abgabe der radioaktiven Abwässer des KKK erfolgt voraussichtlich diskontinuierlich, aber dennoch zeitlich gleichmäßig verteilt über das gesamte Jahr.
- Mit den eingeleiteten radioaktiven Abwässern werden insbesondere weder Abwärme oder Nährstoffe in den Vorfluter abgeführt noch der Sauerstoffgehalt besonders erhöht. Daher wird davon ausgegangen, dass der Austrittsbereich der Rohrleitung kein bevorzugter Aufenthaltsort für Fische sein wird.
- Der Rohraustrittspunkt liegt im Bereich des bestehenden Kühlwasserauslaufbauwerk stromabwärts des in Abbildung 2-2 dargestellten Uferpunkts A.
- Der Abstand des Rohraustrittspunkts vom Elbufer beträgt mindestens 30 m über die gedachte Schnittlinie der beiden in Abbildung 2-2 dargestellten Uferpunkte A und B hinausgehend.
- Wegen der Entfernung des vorgesehenen Einleitpunktes vom Elbufer ist eine deutliche Verbreiterung der Abwasserfahne bis zum Erreichen des Elbufers und damit ufernaher Einwirkungsstellen zu erwarten.
- Die eingeleiteten radioaktiven Abwässer vermischen sich relativ schnell in einem ufernahen Vermischungstreifen vor der ersten relevanten Einwirkungsstelle.
- Die Querschnittsbreite  $b$  des Vermischungstreifens wird mit 50,0 m ( $= 2 \cdot (30 \text{ m} - 5 \text{ m})$ ) angesetzt, entsprechend dem 2-fachen Abstand des Rohraustrittspunkts von der gedachten Schnittlinie der beiden in Abbildung 2-2 dargestellten Uferpunkte A und B mit einem Sicherheitsabzug von 5 m (vgl. Abbildung 2-2).
- Im Bereich des Vermischungstreifens beträgt während der Einleitung die mittlere Wassertiefe  $h$  mindestens 2,5 m und die mittlere Fließgeschwindigkeit  $v$  etwa 0,2 m/s.

Damit ergibt sich gemäß der Beziehung  $Q_V = v \cdot h \cdot b$  für den Nahbereich des KKK eine Vermischungswassermenge von ca.  $25,0 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $= 0,2 \text{ m/s} \cdot 2,5 \text{ m} \cdot 50 \text{ m}$ ) oder etwa 3,5 % des mittleren Abflusses der Elbe am oberhalb der Einleitstelle des KKK liegenden Pegel Neu Darchau im Abflussjahr bzw. 4,4 % im Sommerhalbjahr (vgl. Tabelle 2-1).

Bei diskontinuierlicher, aber dennoch zeitlich über das gesamte Jahr gleichmäßig verteilter Ableitung der anfallenden radioaktiven Stoffe kann in Übereinstimmung mit der AVV 2012 zum Zwecke der Expositionsberechnung von einer quasikontinuierlichen Ableitung ausgegangen werden. Diese Vorgehensweise ist auch wegen der dann ebenfalls über das Gesamtjahr bzw. Sommerhalbjahr verteilten, d. h. ebenfalls quasikontinuierlichen Nutzung des kontaminierten Wassers bzw. Exposition über den Wasserpfad gerechtfertigt. Für eine über das Gesamtjahr bzw. Sommerhalbjahr verteilte, d. h. quasikontinuierliche Ableitung sind somit dosisbestimmend (1) die abgeleitete Gesamtaktivität und (2) die wirksame Vermischungswassermenge wie oben angesetzt.

Die nachfolgende Tabelle 2-2 fasst die hier unterstellten Vermischungswassermengen bezüglich der Aktivitätsabgaben des KKK in Abhängigkeit von den verschiedenen Entfernungsbereichen der Anlage zusammen.

Tabelle 2-2: Vermischungswassermengen bezüglich der Aktivitätsabgaben des KKK in Abhängigkeit von den verschiedenen Entfernungsbereichen der Anlage

Einleiter	Vermischungswassermenge $Q_V$			
	Abflussjahr		Sommerhalbjahr	
	Nahbereich <sup>1)</sup>	Fernbereich	Nahbereich	Fernbereich
KKK	25,0 m <sup>3</sup> /s	714,0 m <sup>3</sup> /s	25,0 m <sup>3</sup> /s	562,0 m <sup>3</sup> /s

<sup>1)</sup> Entfernungsbereiche bezogen auf den Standort des KKK

Die in den Vorfluter eingeleiteten Radionuklide reichern sich infolge von Sorptionsprozessen an vorhandenen Wasserschwebstoffen an, die dann durch die Wasserströmung transportiert werden und schließlich – z. B. am Flussufer – sedimentieren können. Das Ausmaß der Anreicherung ist abhängig von der jeweils zur Verfügung stehenden sogenannten Anlagerungszeit  $t_{Anl}$ . Die im Rahmen dieses Berichts angesetzten Anlagerungszeiten wurden konservativ gemäß der entsprechenden Fließzeitbedingungen der AVV 2012 festgelegt und sind in der nachfolgenden Tabelle 2-3 bezüglich der Einleitungen des KKK in Abhängigkeit von den betrachteten Entfernungsbereichen der Anlage angegeben.

Tabelle 2-3: Anlagerungszeiten bezüglich der Einleitungen des KKK in Abhängigkeit von den verschiedenen Entfernungsbereichen der Anlage

Einleiter	Anlagerungszeit $t_{Anl}$	
	Nahbereich <sup>1)</sup>	Fernbereich
KKK	10 Stunden	5 Tage

<sup>1)</sup> Entfernungsbereiche bezogen auf den Standort des KKK

### **2.4.2. Andere Einleiter oder Einleitungen**

Mögliche Vorbelastungen der Elbe im Einwirkungsbereich der Einleitungen des KKK ergeben sich durch verschiedene andere inländische Einleiter oder Einleitungen. Hierzu gehören die genehmigten Ableitungen der unterhalb der Tidegrenze liegenden Kernkraftwerke Brunsbüttel (KKB), Brokdorf (KBR) und Stade (KKS), ferner des oberhalb der Tidegrenze und oberhalb der Einleitstelle des KKK liegenden Helmholtz-Zentrum Geesthacht (HZG) sowie die radioaktiven Einleitungen sonstiger Anlagen oder Einrichtungen (Krankenhäuser, Forschungsinstitute etc.), die ebenfalls mit radioaktiven Stoffen umgehen und diese ggf. direkt oder indirekt mit Wasser ableiten.

Die Abschätzung der möglichen Vorbelastungen erfolgt im Rahmen dieses Berichts für die oben namentlich genannten Einleiter auf Basis spezifischer Einzelfallbetrachtungen, hingegen für die nicht explizit aufgeführten sonstiger Anlagen oder Einrichtungen (Krankenhäuser, Forschungsinstitute etc.) auf pauschale Weise durch die ersatzweise Berechnung der potenziellen Strahlenexposition infolge Radionuklidausscheidungen von Patienten der Nuklearmedizin (PA) entsprechend der Empfehlung [SSK 04] der Strahlenschutzkommission.

Bei der Abschätzung möglicher Vorbelastungen der Elbe im Einwirkungsbereich der Ableitungen des KKK durch die o. g. anderen Einleiter oder Einleitungen wurden insbesondere folgende Aspekte und Annahmen berücksichtigt bzw. vorausgesetzt:

- Die Einleitstellen der Kernkraftwerke KKB, KBR und KKS liegen unterhalb der Tidegrenze der Elbe im Fernbereich des KKK. Aufgrund des Tideeinflusses erstrecken sich die Einwirkungsbereiche der Einleitungen dieser drei Anlagen über den gesamten Bereich der Tideelbe (vgl. Abschnitt 2.3). Bezogen auf die Ableitungen der Anlagen KKB, KBR und KKS ist jeweils zwischen dem Nah- und dem Fernbereich des KKB, zwischen dem Nah- und dem Fernbereich des KBR sowie zwischen dem Nah- und dem Fernbereich des KKS zu unterscheiden. Im Fernbereich des KKB, im Fernbereich des KBR und im Fernbereich des KKS kann jeweils eine vollständige Vermischung der zugehörigen radioaktiven Emissionen dieser Anlagen mit dem Oberwasserzufluss der Elbe unterhalb der Tidegrenze angenommen werden, während im Nahbereich des KKB, im Nahbereich des KBR und im Nahbereich des KKS jeweils nur von einer teilweisen Vermischung der zugehörigen Ableitungen auszugehen ist.
- Im Unterschied zu den zuvor betrachteten Anlagen befindet sich die Einleitstelle des Forschungszentrums HZG oberhalb der Tidegrenze der Elbe etwa 1 km oberhalb der Einleitstelle des KKK. Entsprechend der in den Jahresberichten zur Emissionsüberwachung des HZG bei der Berechnung der Strahlenexposition über den Wasserpfad infolge der realen Aktivitätsabgaben zugrunde gelegten Annahmen wird im Rahmen dieses Berichts unterstellt, dass sich die Ableitungen des HZG bis zum Erreichen der Einleitstelle des KKK mit dem Abfluss der Elbe vollständig durchmischen haben [HZG 12], [HZG 13], [HZG 14].
- Aufgrund der infolge des Tideeinflusses relativ langen Fließzeiten der Elbe im Bereich der Tideelbe wird als zu berücksichtigendes Einzugsgebiet für die ersatzweise – anstelle sonstiger nicht explizit angegebener Anlagen oder Einrichtungen (Krankenhäuser, Forschungsinstitute etc.) – betrachteten Patientenausscheidungen im Fernbereich des KKK das Einzugsgebiet der Tideelbe und im Nahbereich des KKK das Gesamteinzugsgebiet der Elbe abzüglich des Einzugsgebiets der Tideelbe unterstellt. Der Eintrag der Patientenausscheidungen erfolgt diffus über das jeweils zugrunde gelegte Einzugsgebiet und vermischt sich vollständig mit dem Abfluss bzw. Oberwasserzufluss der Elbe.

Die nachfolgende Tabelle 2-4 fasst die hier unterstellten Vermischungswassermengen für die Aktivitätsabgaben der zu den möglichen Vorbelastungen der Elbe im Einwirkungsbereich der radioaktiven Einleitungen des KKK beitragenden anderen Einleiter oder Einleitungen in Abhängigkeit von den jeweils zugehörigen Einleitbedingungen und den zugeordneten Entfernungsbereichen zusammen. Bei unterstellter vollständiger Vermischung wurden – entsprechend der Vorgehensweise bei KKK (vgl. Abschnitt 2.4.1) – die in Tabelle 2-1 angegebenen Langzeitmittelwerte (Zeitraum 1926 bis 2013) für den Abfluss der Elbe am Pegel Neu Darchau bei Flusskilometer 536,4 oberhalb der Tidegrenze [DGJ 13] in Ansatz gebracht.



**Tabelle 2-4:** Vermischungswassermengen anderer Einleiter oder Einleitungen in Abhängigkeit von den zugehörigen Einleitbedingungen und den zugeordneten Entfernungsbereichen

Einleiter	Vermischungswassermenge $Q_V$			
	Abflussjahr		Sommerhalbjahr	
	Nahbereich <sup>1)</sup>	Fernbereich	Nahbereich	Fernbereich
KKB (KKB Nahbereich)	-	80,0 m <sup>3</sup> /s	-	80,0 m <sup>3</sup> /s
KKB (KKB Fernbereich)	-	714,0 m <sup>3</sup> /s	-	562,0 m <sup>3</sup> /s
KBR (KBR Nahbereich)	-	114,0 m <sup>3</sup> /s	-	114,0 m <sup>3</sup> /s
KBR (KBR Fernbereich)	-	714,0 m <sup>3</sup> /s	-	562,0 m <sup>3</sup> /s
KKS (KKS Nahbereich)	-	25,0 m <sup>3</sup> /s	-	25,0 m <sup>3</sup> /s
KKS (KKS Fernbereich)	-	714,0 m <sup>3</sup> /s	-	562,0 m <sup>3</sup> /s
HZG	714,0 m <sup>3</sup> /s	714,0 m <sup>3</sup> /s	562,0 m <sup>3</sup> /s	562,0 m <sup>3</sup> /s
PA	714,0 m <sup>3</sup> /s	714,0 m <sup>3</sup> /s	562,0 m <sup>3</sup> /s	562,0 m <sup>3</sup> /s

<sup>1)</sup> Entfernungsbereiche bezogen auf den Standort des KKK

Das KKB liegt flussabwärts der Einleitstellen des KBR und des KKS in deren Fernbereichen am rechten Ufer der Tideelbe und befindet sich im Restbetrieb. Nach dem derzeitigen Planungsstand sollen zukünftig die in dieser Betriebsphase anfallenden radioaktiven Betriebsabwässer über eine Rohrleitung in die Elbe eingeleitet werden. Während im Fernbereich des KKB eine vollständige Vermischung der radioaktiven Einleitungen der Anlage mit dem gesamten Oberwasserzufluss der Elbe angenommen werden kann, ist im Nahbereich des KKB nur von einer teilweisen Vermischung auszugehen. Entsprechend der vorgesehenen technischen Ausgestaltung der Rohreinleitung wird daher im Nahbereich des KKB eine gegenüber dem Oberwasserzufluss der Elbe deutlich reduzierte Vermischungswassermenge von 80,0 m<sup>3</sup>/s – entsprechend etwa 11,2 % des mittleren Oberwasserzuflusses der Elbe im Abflussjahr bzw. etwa 14,2 % im Sommerhalbjahr – für die radioaktiven Einleitungen des KKB unterstellt [KKK 17].

Das KBR liegt flussaufwärts der Einleitstelle des KKB und flussabwärts der Einleitstelle des KKS in deren Fernbereichen am rechten Ufer der Tideelbe und befindet sich im Leistungsbetrieb. Anfallende radioaktive Abwässer werden zusammen mit dem anfallenden Kühlwasser in die Elbe abgegeben, wobei im Rahmen dieses Berichts pessimistisch von einer durchschnittlich abgeleiteten Kühlwassermenge von 40,0 m<sup>3</sup>/s ausgegangen wird. Beispielsweise betrug die vom KBR über den Zeitraum von 1993 bis 2002 aus der Elbe entnommene mittlere Kühlwassermenge ca. 60,0 m<sup>3</sup>/s [KKK 17]. Infolge des Tideeinflusses kann sich im Nahbereich der Einleitstelle des KBR sowohl stromaufwärts als auch stromabwärts eine Abwasserfahne ausbilden, wobei von einer zumindest teilweisen Vermischung mit dem Wasser des Vorfluters auszugehen ist. Im Ergebnis entsprechender Untersuchungen für das KBR wird einheitlich für das Abflussjahr und für das Sommerhalbjahr ein Vermischungsverhältnis  $f_V$  der abgeleiteten Kühlwassermenge mit dem Oberwasserabfluss der Elbe von 0,35 – entsprechend einer Vermischungswassermenge  $Q_V$  von ca. 114,0 m<sup>3</sup>/s oder etwa 16,0 % bzw. 20,3 % des angesetzten mittleren Oberwasserzuflusses der Elbe im Abflussjahr bzw. Sommerhalbjahr – im Nahbereich des KBR zugrunde gelegt [KKK 17]. Im Fernbereich des KBR ist von einer vollständigen Vermischung der radioaktiven Einleitungen der Anlage mit dem gesamten Oberwasserzufluss der Elbe auszugehen.

Das KKS liegt flussaufwärts der Einleitstellen des KKB und des KBR in deren Fernbereichen am linken Ufer der Tideelbe und befindet sich im Restbetrieb. Die in dieser Betriebsphase anfallenden radioaktiven Betriebsabwässer werden über eine Rohrleitung in die Elbe eingeleitet. Während im Fernbereich des KKS eine vollständige Vermischung der radioaktiven Einleitungen der Anlage mit dem gesamten Oberwasserzufluss der Elbe angenommen werden kann, ist im Nahbereich des KKS nur von einer teilweisen Vermischung auszugehen. Entsprechend der technischen Ausgestaltung der Rohreinleitung wird daher im Nahbereich des KKS eine gegenüber dem Oberwasserzufluss der Elbe deutlich reduzierte Vermischungswassermenge von  $25,0 \text{ m}^3/\text{s}$  – entsprechend etwa 3,5 % des mittleren Oberwasserzuflusses der Elbe im Abflussjahr bzw. etwa 4,4 % im Sommerhalbjahr – für die radioaktiven Einleitungen des KKS unterstellt [KKK 17].

Als Vermischungswassermengen für die radioaktiven Einleitungen des oberhalb der Tidegrenze liegenden HZG sowie für die ersatzweise betrachteten Patientenausscheidungen (s. o.) werden sowohl im Nahbereich als auch im Fernbereich des KKK aufgrund der unterstellten vollständigen Vermischung mit dem Abfluss bzw. Oberwasserzufluss der Elbe die in Tabelle 2-1 angegebenen Langzeitmittelwerte (Zeitraum 1926 bis 2013) für den Abfluss der Elbe am Pegel Neu Darchau bei Flusskilometer 536,4 oberhalb der Tidegrenze zugrunde gelegt.

Die im Rahmen dieses Berichts für die anderen betrachteten Einleiter oder Einleitungen angesetzten Anlagerungszeiten eingeleiteter Radionuklide an Wasserschwebstoffe wurden konservativ – analog wie in Abschnitt 2.4.1 für die Anlage KKK – gemäß der entsprechenden Fließzeitbedingungen der AVV 2012 festgelegt und sind in der nachfolgenden Tabelle 2-5 in Abhängigkeit von den zugehörigen Einleitbedingungen und den zugeordneten Entfernungsbereichen angegeben.

**Tabelle 2-5:** Anlagerungszeiten anderer Einleiter oder Einleitungen in Abhängigkeit von den zugehörigen Einleitbedingungen und den zugeordneten Entfernungsbereichen

Einleiter	Anlagerungszeit $t_{\text{Anl}}$	
	Nahbereich <sup>1)</sup>	Fernbereich
KKB (KKB Nahbereich)	-	10 Stunden
KKB (KKB Fernbereich)	-	5 Tage
KBR (KBR Nahbereich)	-	10 Stunden
KBR (KBR Fernbereich)	-	5 Tage
KKS (KKS Nahbereich)	-	10 Stunden
KKS (KKS Fernbereich)	-	5 Tage
HZG	5 Tage	5 Tage
PA	5 Tage	5 Tage

<sup>1)</sup> Entfernungsbereiche bezogen auf den Standort des KKK



### 3. AKTIVITÄTSABGABEN MIT WASSER

#### 3.1. Aktivitätsabgaben des KKK

Wie einleitend in Abschnitt 1 bereits erwähnt, sollen nach den Planungen des KKK die früheren Genehmigungswerte der Anlage im Leistungsbetrieb für die radioaktiven Ableitungen mit Wasser auch zukünftig für die Ableitung anfallender radioaktiver Abwässer im Restbetrieb unverändert fortgelten. Demnach dürfen gemäß [KKK 17] die zulässigen Aktivitätsabgaben mit dem Abwasser des KKK im Restbetrieb bei der geplanten Rohreinleitung die in Tabelle 3-1 angegebenen Jahreshöchstwerte (Genehmigungswerte) für Tritium und für das tritiumfreie Radionuklidgemisch nicht überschreiten.

Tabelle 3-1: Höchstwerte der jährlichen Aktivitätsabgaben mit dem Abwasser des KKK im Restbetrieb bei der geplanten Rohreinleitung

Höchstwerte der jährlichen Aktivitätsabgaben mit dem Abwasser des KKK im Restbetrieb bei der geplanten Rohreinleitung	
Tritium H-3	$1,85 \cdot 10^{13}$ Bq/a
Nuklidgemisch ohne H-3	$5,00 \cdot 10^{10}$ Bq/a

Bei Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktoren kann für den bestimmungsgemäßen Leistungsbetrieb zur Berechnung der resultierenden potenziellen Strahlenexposition über den Wasserpfad für das abgeleitete Radionuklidgemisch ohne Tritium das in der AVV 2012 vorgegebene Modellgemisch (MG) angesetzt werden. Die Anwendung dieses Modellgemisches ergibt eine konservative Abschätzung der Strahlenexposition, verglichen mit der durch reale Ableitungen über den Wasserpfad verursachten Strahlenexposition [BMU 92]. Die entsprechenden nuklidspezifischen Höchstwerte für den Leistungsbetrieb des KKK sind nachfolgend in Tabelle 3-2 durch den Nuklidvektor NV1 gegeben.

Zur konservativ abdeckenden Berechnung der potenziellen Strahlenexposition aufgrund radioaktiver Einleitungen des KKK im Restbetrieb wird der in Tabelle 3-2 angegebene Nuklidvektor NV2 zugrunde gelegt. Dieser Nuklidvektor ergibt sich unter der Annahme einer Abklingzeit von 0,5 Jahren unmittelbar aus dem zugehörigen Modellgemisch der AVV 2012 (Nuklidvektor NV1) für den Leistungsbetrieb, wobei pessimistisch der jeweils verbleibende und vergleichsweise schnell abklingende Restanteil an Co-58 vollständig dem Anteil an Co-60 hinzugeschlagen wurde. Der dabei resultierende Nuklidvektor wurde anschließend um einen durch das Radionuklid Am-241 repräsentierten Actinoidenanteil von 3 % ergänzt. Die Ergänzung eines Actinoidenanteils berücksichtigt den Umstand, dass sich infolge der Rückbauarbeiten (Zerlegung, Dekontamination etc.) sowie aufgrund längerer Abklingvorgänge der relative Anteil mit Wasser freisetzbarer Actinoide im Anlagennuklidvektor erhöhen könnte und eine Ableitung dieser Nuklide mit dem Abwasser des KKK nicht vollständig ausgeschlossen werden kann. Die Höhe des angesetzten Actinoidenanteils orientiert sich dabei an den in [DIN 12] enthaltenen Beispielen möglicher Nuklidvektoren aus Kernkraftwerken im Rückbau für komplexere Kontaminationen mit geringfügigem Alpha-Anteil (vgl. [DIN 12], Tabelle B.1).

Aufgrund der unterschiedlichen Verteilung und dosisrelevanten Bedeutung der einzelnen Nuklide ergeben sich bei der Berechnung der Strahlenexposition über den Wasserpfad bei Anwendung des Nuklidvektors NV2 für den Restbetrieb höhere Dosiswerte als bei Anwendung des Nuklidvektors NV1 für den Leistungsbetrieb. In diesem Sinne kann der Nuklidvektor NV2 für den Restbetrieb als



radiologisch abdeckend für den durch den Nuklidvektor NV1 charakterisierten Leistungsbetrieb angesehen und für entsprechende Abschätzungen der infolge der Ableitung radioaktiver Stoffe mit Wasser resultierenden potenziellen Strahlenexposition herangezogen werden.

**Tabelle 3-2:** Nuklidspezifische Höchstwerte der jährlichen Aktivitätsabgaben mit Wasser für das KKK im Leistungsbetrieb (Nuklidvektor NV1) und im Restbetrieb (Nuklidvektor NV2)

Nuklidspezifische Höchstwerte der jährlichen Aktivitätsabgaben mit Wasser für das KKK im Leistungsbetrieb (Nuklidvektor NV1) und im Restbetrieb (Nuklidvektor NV2)				
Nuklid	KKK Nuklidvektor NV1 (Leistungsbetrieb)		KKK Nuklidvektor NV2 (Restbetrieb)	
	Abgabe [Bq/a]	Anteil	Abgabe [Bq/a]	Anteil
<b>Tritiumfreies Nuklidgemisch</b>				
Co-58	$9,500 \cdot 10^{09}$	19,0 %	-	-
Co-60	$1,000 \cdot 10^{10}$	20,0 %	$1,550 \cdot 10^{10}$	31,0 %
Sr-90	$5,000 \cdot 10^{08}$	1,0 %	$1,000 \cdot 10^{09}$	2,0 %
I-131	$5,000 \cdot 10^{09}$	10,0 %	-	-
Cs-134	$1,000 \cdot 10^{10}$	20,0 %	$1,150 \cdot 10^{10}$	23,0 %
Cs-137	$1,500 \cdot 10^{10}$	30,0 %	$2,050 \cdot 10^{10}$	41,0 %
Am-241	-	-	$1,500 \cdot 10^{09}$	3,0 %
Summe	$5,000 \cdot 10^{10}$	100,0 %	$5,000 \cdot 10^{10}$	100,0 %
<b>Tritium</b>				
H-3	$1,850 \cdot 10^{13}$	100,0 %	$1,850 \cdot 10^{13}$	100,0 %

**Bemerkung:** Fortgeltende bzw. geplante Genehmigungswerte sind in der Tabelle farblich grün hinterlegt. Zur Vermeidung von Rundungsfehlern werden Aktivitätswerte mit drei Nachkommastellen angeben.

### 3.2. Potenzielle Vorbelastungen

Mögliche Vorbelastungen der Elbe im Einwirkungsbereich der radioaktiven Ableitungen des KKK ergeben sich – wie bereits in Abschnitt 2.4.2 erläutert – durch die genehmigten Ableitungen der Kernkraftwerke KKB, KBR und KKS sowie des Forschungszentrums HZG. Die Abschätzung der potenziellen Strahlenexposition durch die Einleitungen dieser Anlagen oder Einrichtungen erfolgte im Rahmen dieses Berichts ausgehend von den jeweils geltenden Genehmigungswerten für die Ableitung radioaktiver Stoffe mit Wasser. Hinzu kommen Ableitungen aus sonstigen Anlagen oder Einrichtungen (Krankenhäuser, Forschungsinstitute etc.), die ebenfalls mit radioaktiven Stoffen umgehen und diese ggf. direkt oder indirekt mit Wasser ableiten. Die Abschätzung der möglichen Vorbelastungen erfolgte in diesem Fall nicht explizit, sondern ersatzweise durch die Abschätzung der potenziellen Strahlenexposition infolge von Patientenausscheidungen (PA) gemäß der Empfehlung [SSK 04] der Strahlenschutzkommission.

Das **Kernkraftwerk Brunsbüttel** liegt flussabwärts der Einleitstellen des KBR und des KKS am rechten Ufer der Tideelbe und befindet sich im Restbetrieb. Die vom KKB abgeleiteten radioaktiven Stoffe können folglich zu potentiellen Vorbelastungen im gesamten Bereich der Tideelbe und somit sowohl im Nahbereich als auch im Fernbereich des KBR und des KKS führen (vgl. Abschnitt 2.4.2). Die Berechnung der möglichen Vorbelastungen durch das KKB erfolgte im Rahmen dieses Berichts konservativ für den Restbetrieb der Anlage unter der Annahme fortgeltender Genehmigungswerte für



den Leistungsbetrieb [BFS 00], [KKK 17]. Die für Tritium und für das tritiumfreie Radionuklidgemisch unterstellten nuklidspezifischen Höchstwerte der jährlichen Aktivitätsabgaben des KKB wurden entsprechend dem in Abschnitt 3.1 – zur radiologischen Charakterisierung des im Restbetrieb eines Kernkraftwerks mit dem Abwasser abgeleiteten Nuklidgemischs – definierten Nuklidvektor NV2 festgelegt und sind in der nachfolgenden Tabelle 3-3 zusammen mit den zugrunde gelegten Genehmigungswerten des KKB (in der Tabelle farblich grün hinterlegt) aufgelistet.

**Tabelle 3-3:** Nuklidspezifische Höchstwerte für die jährliche Aktivitätsabgaben mit Wasser anderer zur Vorbelastung der Tidelbe beitragender Einleiter oder Einleitungen

Nuklidspezifische Höchstwerte für die jährliche Aktivitätsabgaben mit Wasser anderer zur Vorbelastung der Tidelbe beitragender Einleiter oder Einleitungen						
Nuklid	KKB (Restbetrieb NV2)		KBR (Restbetrieb NV2)		KKS (Restbetrieb)	
	Abgabe [Bq/a]	Anteil	Abgabe [Bq/a]	Anteil	Abgabe [Bq/a]	Anteil
<b>Tritiumfreies Nuklidgemisch</b>						
Co-58	-	-	-	-	-	-
Co-60	$5,735 \cdot 10^{10}$	31,0%	$1,721 \cdot 10^{10}$	31,0%	$4,496 \cdot 10^{08}$	24,3%
Zn-65	-	-	-	-	-	-
Sr-89	-	-	-	-	-	-
Sr-90	$3,700 \cdot 10^{09}$	2,0%	$1,110 \cdot 10^{09}$	2,0%	$1,998 \cdot 10^{08}$	10,8%
Sb-125	-	-	-	-	-	-
I-131	-	-	-	-	-	-
Cs-134	$4,255 \cdot 10^{10}$	23,0%	$1,277 \cdot 10^{10}$	23,0%	$4,496 \cdot 10^{08}$	24,3%
Cs-137	$7,585 \cdot 10^{10}$	41,0%	$2,276 \cdot 10^{10}$	41,0%	$7,511 \cdot 10^{08}$	40,6%
Am-241	$5,550 \cdot 10^{09}$	3,0%	$1,665 \cdot 10^{09}$	3,0%	-	-
Summe	$1,850 \cdot 10^{11}$	100,0%	$5,550 \cdot 10^{10}$	100,0%	$1,850 \cdot 10^{09}$	100,0%
<b>Tritium</b>						
H-3	$3,700 \cdot 10^{13}$	100,0%	$3,500 \cdot 10^{13}$	100,0%	$3,500 \cdot 10^{12}$	100,0%
Nuklid	HZG (Nuklidvektor 2011 - 2013)		PA – KKK Nahbereich (gemäß [SSK 04])		PA – KKK Fernbereich (gemäß [SSK 04])	
	Abgabe [Bq/a]	Anteil	Abgabe [Bq/a]	Anteil	Abgabe [Bq/a]	Anteil
<b>Tritiumfreies Nuklidgemisch</b>						
Co-58	-	-	-	-	-	-
Co-60	$5,940 \cdot 10^{08}$	29,7%	-	-	-	-
Zn-65	$6,200 \cdot 10^{07}$	3,1%	-	-	-	-
Sr-89	$1,800 \cdot 10^{07}$	0,9%	-	-	-	-
Sr-90	$1,040 \cdot 10^{08}$	5,2%	-	-	-	-
Sb-125	$2,800 \cdot 10^{07}$	1,4%	-	-	-	-
I-131	-	-	$8,300 \cdot 10^{11}$	100,0%	$1,501 \cdot 10^{11}$	100,0%
Cs-134	$1,800 \cdot 10^{07}$	0,9%	-	-	-	-
Cs-137	$1,176 \cdot 10^{09}$	58,8%	-	-	-	-
Am-241	-	-	-	-	-	-
Summe	$2,000 \cdot 10^{09}$	100,0%	$8,300 \cdot 10^{11}$	100,0%	$1,510 \cdot 10^{11}$	100,0%
<b>Tritium</b>						
H-3	$4,000 \cdot 10^{10}$	100,0 %	-	-	-	-

**Bemerkung:** Genehmigungswerte sind in der Tabelle farblich grün hinterlegt. Zur Vermeidung von Rundungsfehlern werden Aktivitätswerte mit drei Nachkommastellen angegeben.

Das **Kernkraftwerk Brokdorf** liegt flussaufwärts der Einleitstelle des KKB und flussabwärts der Einleitstelle des KKS am rechten Ufer der Tideelbe und befindet sich im Leistungsbetrieb. Die vom KBR abgeleiteten radioaktiven Stoffe können folglich zu potentiellen Vorbelastungen im gesamten Bereich der Tideelbe und somit sowohl im Nahbereich als auch im Fernbereich des KKB und des KKS führen (vgl. Abschnitt 2.4.2). Die Berechnung der möglichen Vorbelastungen durch das KBR erfolgte hier konservativ für den Restbetrieb der Anlage (vgl. Ausführungen in Abschnitt 3.1) unter der Annahme fortgeltender Genehmigungswerte für den Leistungsbetrieb [BFS 00], [KKK 17]. Die für Tritium und für das tritiumfreie Radionuklidgemisch unterstellten nuklidspezifischen Höchstwerte der jährlichen Aktivitätsabgaben des KBR wurden ebenfalls entsprechend dem in Abschnitt 3.1 – zur radiologischen Charakterisierung des im Restbetrieb eines Kernkraftwerks mit dem Abwasser abgeleiteten Nuklidgemischs – definierten Nuklidvektor NV2 festgelegt und sind in der nachfolgenden Tabelle 3-3 zusammen mit den zugrunde gelegten Genehmigungswerten des KBR (in der Tabelle farblich grün hinterlegt) aufgelistet.

Das **Kernkraftwerk Stade** liegt flussaufwärts der Einleitstellen des KKB und des KBR am linken Ufer der Tideelbe und befindet sich im Restbetrieb. Die anfallenden radioaktiven Betriebsabwässer des KKS werden über eine Rohrleitung in die Elbe eingeleitet und können daher ebenfalls zu potentiellen Vorbelastungen im gesamten Bereich der Tideelbe und somit sowohl im Nahbereich als auch im Fernbereich des KKB und des KBR führen (vgl. Abschnitt 2.4.2). Für die Nuklidverteilung des abgeleiteten Radionuklidgemischs ohne Tritium wurde für das KKS der in [KKK 17] angegebene Nuklidvektor angesetzt. Ausgehend von den Genehmigungswerten des KKS für die Einleitung radioaktiver Abwässer während des Rückbaus [KKK 17] wurden damit die in Tabelle 3-3 zusammengefassten nuklidspezifischen Höchstwerte für die jährlichen wassergetragenen Aktivitätsabgaben des KKS ermittelt und bei den hier durchgeführten Dosisberechnungen zugrunde gelegt. Die zugrunde gelegten Genehmigungswerte des KKS sind in der Tabelle farblich grün hinterlegt.

Weitere potentielle Vorbelastungen der Elbe im Nah- und Fernbereich des KKB resultieren aus den genehmigten Einleitungen flüssiger radioaktiver Stoffe durch das **Helmholtz-Zentrum Geesthacht**. Die Einrichtung liegt oberhalb der Tidegrenze der Elbe und oberhalb der Einleitstelle des KKB und nutzt ebenfalls die Elbe als Vorfluter für anfallende radioaktive Abwässer. Die Abschätzung möglicher Vorbelastungen der Elbe durch die Einleitungen des HZG erfolgte im Rahmen dieses Berichts mit Hilfe der in Tabelle 3-3 aufgeführten nuklidspezifischen Höchstwerte für die jährlichen Aktivitätsabgaben der Einrichtung. Zur Festlegung dieser Höchstwerte wurde die Nuklidverteilung der über den Zeitraum von 2011 bis 2013 gemessenen und in den zugehörigen Jahresberichten zur Emissionsüberwachung des HZG [HZG 12], [HZG 13], [HZG 14] veröffentlichten realen Aktivitätsabgaben der Einrichtung herangezogen. Die in der Tabelle dargestellten nuklidspezifischen Abgabehöchstwerte ergeben sich aus Genehmigungswerten des HZG für die Ableitung radioaktiver Stoffe mit Wasser (in der Tabelle farblich grün hinterlegt) durch entsprechende Gewichtung mit den relativen Radionuklidanteilen des sich aus den bilanzierten realen Ableitungen von 2011 bis 2013 ergebenden Nuklidvektors.



Zur Abschätzung möglicher Vorbelastungen der Tideelbe durch Einleitungen nicht explizit betrachteter **sonstiger Anlagen oder Einrichtungen** wie Krankenhäuser, Forschungsinstitute etc. wird im Rahmen dieses Berichts ersatzweise die potenzielle Strahlenexposition durch Radionuklid-ausscheidungen von Patienten der Nuklearmedizin (PA) entsprechend der Empfehlung [SSK 04] der Strahlenschutzkommission berechnet (vgl. Abschnitt 2.4.2). Nach dieser Empfehlung ist zur Ermittlung der Vorbelastungen durch Patientenausscheidungen von der Anzahl der im relevanten Einzugsgebiet des betrachteten Vorfluters lebenden Menschen sowie von einem Eintrag von 40 kBq I-131 pro Einwohner und Jahr auszugehen.

Aufgrund der infolge des Tideeinflusses relativ langen Fließzeiten der Elbe im Bereich der Tideelbe wird als zu berücksichtigendes Einzugsgebiet im Fernbereich des KKK das Einzugsgebiet der Tideelbe mit einer Fläche von ca. 15.900 km<sup>2</sup> mit rund 3.770.000 Einwohner [EM 04] und im Nahbereich des KKK das Gesamteinzugsgebiet der Elbe (ca. 148.300 km<sup>2</sup> mit rund 24.520.000 Einwohner [IKSE 05]) abzüglich des Einzugsgebiets der Tideelbe mit einer Differenzfläche von ca. 132.400 km<sup>2</sup> mit rund 20.750.000 Einwohner unterstellt. Durch Patientenausscheidungen resultiert somit ein im Fernbereich des KKK (Tideelbe) anzusetzender und in Tabelle 3-3 angegebener Gesamteintrag an I-131 von ca.  $1,51 \cdot 10^{11}$  Bq/a und im Nahbereich von ca.  $8,30 \cdot 10^{11}$  Bq/a.

## **4. BERECHNUNG DER POTENZIELLEN STRAHLENEXPOSITION**

### **4.1. Erläuterungen zur Dosisberechnung**

Die Berechnung der potenziellen Strahlenexposition infolge der Einleitung radioaktiver Abwässer des KKK im Restbetrieb über eine Rohrleitung in die Elbe erfolgte auf Basis der in Abschnitt 2.4.1 festgelegten Randbedingungen. Betrachtet wurden Referenzpersonen der Altersgruppen „*≤ 1 Jahr ohne Muttermilch*“, „*≤ 1 Jahr mit Muttermilch*“, „*> 1 Jahr - 2 Jahre*“, „*> 2 Jahre - 7 Jahre*“, „*> 7 Jahre - 12 Jahre*“, „*> 12 Jahre - 17 Jahre*“ und „*> 17 Jahre*“ an den jeweils ungünstigsten durch die Einleitungen des KKK beeinflussten Einwirkungsstellen im Bereich des Vorfluters. Diese sind entsprechend der AVV 2012 durch die Stellen in der Umgebung der Einleitstelle bestimmt, an denen aufgrund der Verteilung der abgeleiteten Radionuklide und unter Berücksichtigung realer Nutzungsmöglichkeiten durch den Aufenthalt oder Verzehr dort erzeugter Lebensmittel die jeweils höchsten potenziellen Strahlenexpositionen für die Referenzpersonen resultieren.

Die von den hier betrachteten Einleitungen des KKK verursachten potenziellen Strahlenexpositionen wurden daher sowohl im Fernbereich als auch im Nahbereich der Einleitstelle der Anlage ermittelt. Mögliche Vorbelastungen der Elbe durch Einleitungen anderer relevanter Einleiter oder Einleitungen (KKB, KBR, KKS, HZG, PA) wurden ebenfalls an diesen Einwirkungsstellen im Nah- und Fernbereich des KKK berechnet. Aufgrund der besonderen Standortlage der Kernkraftwerke KKB, KBR und KKS – diese Anlagen liegen unterhalb der Tidegrenze der Elbe, so dass der Einwirkungsbereich ihrer Einleitungen den gesamten Bereich der Tideelbe umfasst (vgl. Abschnitt 2.4.2) – kommt es im Fernbereich des KKK zu Überschneidungen der unterschiedlichen Nah- und Fernbereichen der drei Anlagen KKB, KBR und KKS.

Die bei den Berechnungen zugrunde gelegten Lebensgewohnheiten der Referenzpersonen (Lebensmittelverbrauch, Aufenthaltszeiten) wurden gemäß den Vorgaben der AVV 2012 angesetzt. Die entsprechenden Parameterwerte sind in der folgenden Tabelle 4-1 angegeben.

Tabelle 4-1: Lebensgewohnheiten für Referenzpersonen der allgemeinen Bevölkerung

Lebensmittelgruppe	Altersgruppenabhängige jährliche Verzehrsmenge in [kg]						≤1a <sup>1)</sup>	
	>17a	>12-17a	>7-12a	>2-7a	>1-2a	mMu		
Trinkwasser	700	400	300	200	200	110	430	
Muttermilch	0	0	0	0	0	320	0	
Fisch	37,5	25	22,5	15	15	2,5	2,5	
Milchprodukte	390	510	510	480	480	135	135	
Fleischprodukte	180	160	130	100	26	10	10	
Blattgemüse	39	33	27	21	18	9	9	
pfl. Produkte ohne Blattgemüse	610	670	655	580	366	204	204	
Expositionspfad	Altersgruppenabhängige jährliche Aufenthaltszeiten in [h]						≤1a	
	>17a	>12-17a	>7-12a	>2-7a	>1-2a	≤1a		
Ufersediment (E5: Bo)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000		
Überschwemmungsg. (E12: Bo)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000		

<sup>1)</sup> mMu: mit Muttermilch; oMu: ohne Muttermilch

Entsprechendes gilt für die unterstellten Akkumulationszeiträume für die Anreicherung emittierter Radionuklide in der Umwelt (d. h. im Boden bzw. im Sediment) vor dem Bezugsjahr der Strahlenexposition sowie für die angenommenen Reduktionsfaktoren der  $\gamma$ -Dosisleistung (Uferfaktoren) zur Berücksichtigung einer ggf. endlichen Flächengeometrie (z. B. schmaler Uferstreifen) gegenüber einer unendlich ausgedehnten Flächenquelle bei Bodenstrahlung. Auch diese Parameter wurden gemäß den Vorgaben der AVV 2012 unter Einbeziehung der örtlichen Gegebenheiten festgelegt und sind in der nachfolgenden Tabelle 4-2 zusammengestellt.

Tabelle 4-2: Akkumulationszeiträume von Radionukliden im Boden oder Sediment und Reduktionsfaktoren der Bodenstrahlung in Abhängigkeit von den zugeordneten Entfernungsbereichen

Einleiter	Akkumulation von Radionukliden für den Expositionspfad					Reduktionsfaktor $\gamma$ -Bodenstrahlung für den Expositionspfad				
	E4	E5	E7	E8	E12	E4	E5	E7	E8	E12
KKK (KKK Nahbereich)	50 a	50 a	50 a	50 a	50 a	1,0	0,2	1,0	1,0	1,0
KKK (KKK Fernbereich)	50 a	50 a	50 a	50 a	50 a	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
KKB (KKB Nahbereich)	50 a	50 a	50 a	50 a	50 a	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
KKB (KKB Fernbereich)	50 a	50 a	50 a	50 a	50 a	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
KBR (KBR Nahbereich)	50 a	50 a	50 a	50 a	50 a	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
KBR (KBR Fernbereich)	50 a	50 a	50 a	50 a	50 a	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
KKS (KKS Nahbereich)	50 a	50 a	50 a	50 a	50 a	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
KKS (KKS Fernbereich)	50 a	50 a	50 a	50 a	50 a	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
HZG (KKK Nahbereich)	50 a	50 a	50 a	50 a	50 a	1,0	0,2	1,0	1,0	1,0
HZG (KKK Fernbereich)	50 a	50 a	50 a	50 a	50 a	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
PA (KKK Nahbereich)	50 a	50 a	50 a	50 a	50 a	1,0	0,2	1,0	1,0	1,0
PA (KKK Fernbereich)	50 a	50 a	50 a	50 a	50 a	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Als Akkumulationszeitraum für die Anreicherung von Radionukliden im Boden oder Ufersediment wurde bei den Expositionspfaden Beregnung (E4), Ufersediment (E5), Sedimentspülfelder (E7), Sedimentaufbringung (E8) und Überschwemmungsgebiete (E12) für alle betrachteten Einleiter oder Einleitungen und zugeordneten Entfernungsbereiche die gemäß AVV 2012 zu unterstellende Betriebszeit kerntechnischer Anlagen von 50 a zugrunde gelegt.

Das KKK wurde im Jahr 1983 in Betrieb genommen. Im vorliegenden Bericht wird unterstellt, dass die sowohl den Leistungsbetrieb als auch den Rückbaubetrieb umfassende Gesamtbetriebszeit der Anlage die genannte Zeitspanne von 50 a nicht wesentlich überschreiten wird. Entsprechend kann davon ausgegangen werden, dass aus früheren Tätigkeiten am Standort des KKK resultierende potenzielle Strahlenexpositionen durch die im Rahmen dieses Berichts für die radioaktiven Ableitungen des KKK im Rückbaubetrieb durchgeführten Dosisberechnungen effektiv mit berücksichtigt werden. In diesem Zusammenhang ist zudem zu berücksichtigen, dass die Genehmigungswerte für die jährlichen radioaktiven Ableitungen des KKK mit Wasser während der gesamten bisherigen Betriebsphase nur zu einem sehr geringfügigen Anteil (< 1 %) ausgeschöpft wurden. Bei den hier durchgeführten Berechnungen wird hingegen pessimistisch von einer vollständigen Ausschöpfung der Genehmigungswerte ausgegangen.

Bei der Berechnung der externen Strahlenexposition durch  $\gamma$ -Bodenstrahlung über die Aufenthaltspfade A1 bis A3 (vgl. Abschnitt 2.2) wurde mit Ausnahme des Einzelexpositionspfades Aufenthalt auf Ufersediment (E5: Bo) bei den berücksichtigten Einzelexpositionspfaden Aufenthalt auf Beregnungsflächen (E4: Bo), Aufenthalt auf Sedimentspülfeldern (E7: Bo), Aufenthalt auf Flächen mit Sedimentaufbringung zur Bodenverbesserung (E8: Bo) und Aufenthalt auf Überschwemmungsgebieten (E12: Bo) unabhängig vom Entfernungsbereich der betrachteten Einleiter oder Einleitungen von einer unendlichen Flächenquelle ausgegangen. Entsprechend wurde gemäß den Vorgaben der AVV 2012 für die Reduktionsfaktoren der  $\gamma$ -Bodenstrahlung jeweils ein Wert von 1,0 angesetzt. Beim Einzelexpositionspfad Aufenthalt auf Ufersediment (E5: Bo) hingegen wurde gemäß AVV 2012 im Nahbereich des KKK ein Wert von 0,2 und im Fernbereich des KKK von 1,0 zugrunde gelegt.

Die für die Expositionspfade Sedimentspülfelder (E7) und Sedimentaufbringung (E8) zur Sedimentcharakterisierung angesetzten Parameterwerte sind in der nachfolgenden Tabelle 4-3 zusammengefasst. Die Zeitspannen  $t_{se}$  von 1 Jahr zwischen zwei Ausbaggerungen von Sediment und  $t_{sp}$  von 3 Jahren zwischen dem Aufspülen und der Begehbarkeit eines Sedimentspülfelds wurden entsprechend den Vorgaben der AVV 2012 angesetzt. Die Sedimentaufbringungsrate auf landwirtschaftlich genutzten Flächen kann nach [BMU 88] bis zu  $0,5 \text{ kg}_{TS} \text{ m}^{-2} \text{ a}^{-1}$  an Trockenmasse (TS) betragen. Konservativ wurde im Rahmen dieses Berichtes von einer kontinuierlichen Sedimentaufbringung mit dieser Aufbringungsrate ausgegangen.

Tabelle 4-3: Parameterwerte zur Sedimentcharakterisierung für die Expositionspfade Sedimentspülfelder (E7) und Sedimentdüngung (E8)

<b>Parameterwerte zur Sedimentcharakterisierung für die Expositionspfade E7 (Sedimentspülfelder) und E8 (Sedimentdüngung)</b>	
Zeitspanne $t_{se}$ zwischen 2 Sedimentausbaggerungen (E7, E8)	1 a
Zeitspanne $t_{sp}$ zwischen Aufspülen und Begehbarkeit eines Sedimentspülfelds (E7)	3 a
Aufbringungsrate von Sediment bei Bodendüngung (E8)	$0,5 \text{ kg}_{TS} \text{ m}^{-2} \text{ a}^{-1}$



## **4.2. Ergebnisse der Dosisberechnung**

Die berechneten Dosishöchstwerte für die resultierende potenzielle Strahlenexposition von Referenzpersonen der zu berücksichtigenden Altersgruppen (vgl. Abschnitt 4.1) infolge der Abgabe radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser des KKK im Restbetrieb liegen sowohl im Fernbereich als auch im Nahbereich der Anlage einschließlich möglicher Vorbelastungen unterhalb der nach § 47 Abs. 1 StrlSchV 2001 einzuhaltenden Dosisgrenzwerte (vgl. Abschnitt 1).

Die Detailergebnisse der durchgeführten Dosisberechnungen sind im Anhang dieses Berichts in Form von ganzseitigen Tabellen dargestellt. Angegeben sind jeweils die ermittelten Höchstwerte für die effektive Jahresdosis und für die Jahresdosis der betrachteten Organe/Gewebe sowie die zugehörige Grenzwertausschöpfung in Abhängigkeit von den verschiedenen Altersgruppen. Der Maximalwert der Grenzwertausschöpfung ist dabei mit Fettschrift hervorgehoben und farbig hinterlegt.

Die Tabellen A1-1 bis A5-1 des Anhangs fassen die insgesamt resultierenden Strahlenexpositionen einschließlich der potenziellen Vorbelastungen zusammen. Aufgrund des Tideeinflusses kommt es im Fernbereich des KKK (Tideelbe) zu Überschneidungen der verschiedenen Entfernungsbereiche der unterhalb der Tidegrenze der Elbe liegenden Einleiter KKB, KBR und KKS (vgl. Abschnitt 2.3). Neben dem Nahbereich des KKK (vgl. Tabelle A1-1), der sich mit dem Nahbereich der HZG überschneidet (vgl. Abschnitt 2.3), waren daher speziell im Fernbereich des KKK die Überschneidungsbereiche zwischen dem Nahbereich des KKB, dem Fernbereich des KBR und dem Fernbereich des KKS (vgl. Tabelle A2-1), zwischen dem Nahbereich des KBR, dem Fernbereich des KKB und dem Fernbereich des KKS (vgl. Tabelle A3-1), zwischen dem Nahbereich des KKS, dem Fernbereich des KKB und dem Fernbereich des KBR (vgl. Tabelle A4-1) sowie zwischen dem Fernbereich des KKB, dem Fernbereich des KBR und dem Fernbereich des KKS (vgl. Tabelle A5-1) zu betrachten. Die durch die Ableitungen des KKK verursachten potenziellen Strahlenexpositionen sind in den Tabellen A6-1 und A6-2 für die verschiedenen betrachteten Entfernungsbereiche des KKK angegeben. Die entsprechenden Detailergebnisse zu möglichen Vorbelastungen durch andere Einleiter oder Einleitungen (KKB, KBR, KKS, HZG, PA) sind in den Tabellen A7-1 bis A11-2 enthalten.

Bei der Interpretation der Ergebnisse muss beachtet werden, dass den durchgeführten Berechnungen Annahmen zugrunde liegen, die den hier dargestellten Dosiswerten eine deutlich konservative Tendenz verleihen. So wird insbesondere unterstellt, dass die angesetzten maximalen jährlichen Ableitungswerte der betrachteten Einleiter vollständig ausgeschöpft werden und dass sich die betrachteten Referenzpersonen ausschließlich von Nahrungsmitteln ernähren, die an den jeweils ungünstigsten Einwirkungsstellen erzeugt wurden. Ferner ist davon auszugehen, dass die angewendeten Rechenverfahren der AVV 2012 hinsichtlich der flächenbezogenen Aktivität abgelagerter Sedimente zu ungünstigeren Werten führen als detailliertere standortspezifische Betrachtungen.



In den nachfolgenden Unterabschnitten werden die wesentlichen Ergebnisse der durchgeführten Dosisberechnungen in Abhängigkeit von den verschiedenen Entfernungsbereichen des KKK und den o. g. Überschneidungsbereichen der Einleiter KKB, KBR und KKS in Tabellen zusammengefasst. Angegeben sind jeweils die ermittelten Höchstwerte der potenziellen effektiven Jahresdosis sowie die ermittelten Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis für die Körperbereiche mit maximaler Grenzwertausschöpfung. Die mit den Angaben zur Grenzwertausschöpfung korrespondierenden Dosiswerte – und damit auch die zugehörigen potenziell am stärksten exponierten Altersgruppen – sind dabei in Fettschrift dargestellt. Die jeweiligen ableitungsabhängigen Maximalwerte sind zudem farblich hinterlegt.

#### 4.2.1. Nahbereich KKK

Die nachfolgende Tabelle 4-4 fasst die wesentlichen Ergebnisse der durchgeführten Dosisberechnungen für den Nahbereich des KKK zusammen. Demnach ergibt sich in diesem Bereich infolge der radioaktiven Ableitungen des KKK im Restbetrieb unter Einbeziehung möglicher Vorbelastungen der Elbe durch HZG und PA die maximale Grenzwertausschöpfung von insgesamt ca. 34,3 % mit einer zugehörigen Jahresdosis von ca. 102,8  $\mu\text{Sv}$  für den Körperbereich „Rotes Knochenmark“ in der Altersgruppe „ $\leq 1$  Jahr mit Muttermilch“. Bei der Effektivdosis ergibt sich mit einer entsprechenden Gesamtjahresdosis von ca. 95,7  $\mu\text{Sv}$  die höchste Grenzwertausschöpfung von ca. 31,9 % ebenfalls in dieser Altersgruppe.

Tabelle 4-4: Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis der Körperbereiche mit maximaler Grenzwertausschöpfung im Nahbereich des KKK

Körperbereich	Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis [ $\mu\text{Sv}$ ]						Grenzwertausschöpfung	
	>17a	>12-17a	>7-12a	>2-7a	>1-2a	$\leq 1a$ <sup>1)</sup> mMu	oMu	
<b>Ableitungen KKK mit Vorbelastungen</b>								
Effektiv	83,5	76,8	68,5	65,0	74,2	<b>95,7</b>	69,1	<b>31,9%</b>
Rotes Knochenmark	83,0	80,7	68,9	61,9	68,7	<b>102,8</b>	90,4	<b>34,3%</b>
Schilddrüse	113,7	111,3	112,8	131,9	184,5	<b>255,4</b>	123,1	<b>28,4%</b>
<b>Ableitungen KKK</b>								
Effektiv	81,8	74,9	66,0	61,7	68,4	<b>87,3</b>	66,1	<b>29,1%</b>
Rotes Knochenmark	82,8	80,5	68,7	61,8	68,5	<b>102,6</b>	90,3	<b>34,2%</b>
Schilddrüse	82,9	76,7	67,9	63,8	71,1	<b>85,6</b>	63,9	<b>9,5%</b>
<b>Vorbelastungen HZG</b>								
Effektiv	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	<b>0,1</b>	0,1	<b>0,0%</b>
Rotes Knochenmark	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	<b>0,1</b>	0,1	<b>0,0%</b>
Schilddrüse	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	<b>0,1</b>	0,1	<b>0,0%</b>
<b>Vorbelastungen PA</b>								
Effektiv	1,6	1,8	2,4	3,3	5,7	<b>8,3</b>	2,9	<b>2,8%</b>
Rotes Knochenmark	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	<b>0,1</b>	0,1	<b>0,0%</b>
Schilddrüse	30,7	34,5	44,9	67,9	113,3	<b>169,6</b>	59,1	<b>18,8%</b>

<sup>1)</sup> mMu: mit Muttermilch; oMu: ohne Muttermilch



## 4.2.2. Fernbereich KKK (Tideelbe)

### 4.2.2.1. Nahbereich KKB, Fernbereich KBR und Fernbereich KKS

Die nachfolgende Tabelle 4-5 fasst die wesentlichen Ergebnisse der durchgeführten Dosisberechnungen für den im Fernbereich des KKK liegenden Überschneidungsbereich zwischen dem Nahbereich des KKB, dem Fernbereich des KBR und dem Fernbereich des KKS zusammen. Demnach ergibt sich in diesem Bereich infolge der radioaktiven Ableitungen des KKK im Restbetrieb unter Einbeziehung möglicher Vorbelastungen der Elbe durch KKB, KBR, KKS, HZG und PA die maximale Grenzwertausschöpfung von insgesamt ca. 52,4 % mit einer zugehörigen Jahresdosis von ca. 157,1  $\mu\text{Sv}$  für den Körperbereich „Rotes Knochenmark“ in der Altersgruppe „ $\leq 1$  Jahr mit Muttermilch“. Bei der Effektivdosis ergibt sich mit einer entsprechenden Gesamtjahresdosis von ca. 140,8  $\mu\text{Sv}$  die höchste Grenzwertausschöpfung von ca. 46,9 % ebenfalls in dieser Altersgruppe.

Tabelle 4-5: Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis der Körperbereiche mit maximaler Grenzwertausschöpfung im Bereich der Tideelbe im Überschneidungsbereich zwischen dem Nahbereich des KKB, dem Fernbereich des KBR und dem Fernbereich des KKS

Körperbereich	Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis [ $\mu\text{Sv}$ ]						Grenzwertausschöpfung	
	>17a	>12-17a	>7-12a	>2-7a	>1-2a	$\leq 1a$ <sup>1)</sup> mMu	$\leq 1a$ <sup>1)</sup> oMu	
<b>Ableitungen KKK mit Vorbelastungen</b>								
Effektiv	123,0	116,8	106,6	102,6	114,2	<b>140,8</b>	113,2	<b>46,9%</b>
Rotes Knochenmark	123,3	122,6	108,4	100,9	112,0	<b>157,1</b>	141,8	<b>52,4%</b>
Schilddrüse	132,2	127,7	119,6	120,3	140,7	<b>171,8</b>	124,6	<b>19,1%</b>
<b>Ableitungen KKK</b>								
Effektiv	10,6	11,1	11,0	11,2	12,4	<b>14,4</b>	12,8	<b>4,8%</b>
Rotes Knochenmark	10,5	11,1	10,7	10,8	12,0	<b>14,6</b>	13,6	<b>4,9%</b>
Schilddrüse	11,5	12,1	12,0	12,3	13,7	<b>15,5</b>	14,0	<b>1,7%</b>
<b>Ableitungen KKB (KKB Nahbereich)</b>								
Effektiv	99,5	92,0	82,1	77,4	86,0	<b>107,8</b>	84,7	<b>35,9%</b>
Rotes Knochenmark	100,4	98,2	84,8	77,1	85,6	<b>124,9</b>	112,1	<b>41,6%</b>
Schilddrüse	101,4	94,9	85,2	80,9	90,1	<b>106,9</b>	83,2	<b>11,9%</b>
<b>Ableitungen KBR (KBR Fernbereich)</b>								
Effektiv	11,9	12,4	12,2	12,6	13,9	<b>16,1</b>	14,3	<b>5,4%</b>
Rotes Knochenmark	11,7	12,4	12,0	12,1	13,4	<b>16,4</b>	15,1	<b>5,5%</b>
Schilddrüse	12,8	13,5	13,4	13,8	15,3	<b>17,4</b>	15,6	<b>1,9%</b>
<b>Ableitungen KKS (KKS Fernbereich)</b>								
Effektiv	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	<b>0,5</b>	0,4	<b>0,2%</b>
Rotes Knochenmark	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	<b>0,5</b>	0,5	<b>0,2%</b>
Schilddrüse	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	<b>0,5</b>	0,5	<b>0,1%</b>
<b>Vorbelastungen HZG</b>								
Effektiv	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	<b>0,6</b>	0,5	<b>0,2%</b>
Rotes Knochenmark	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	<b>0,6</b>	0,5	<b>0,2%</b>
Schilddrüse	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	<b>0,7</b>	0,6	<b>0,1%</b>
<b>Vorbelastungen PA</b>								
Effektiv	0,3	0,3	0,4	0,6	1,0	<b>1,5</b>	0,5	<b>0,5%</b>
Rotes Knochenmark	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	<b>0,0</b>	0,0	<b>0,0%</b>
Schilddrüse	5,6	6,3	8,2	12,3	20,6	<b>30,8</b>	10,7	<b>3,4%</b>

<sup>1)</sup> mMu: mit Muttermilch; oMu: ohne Muttermilch



#### 4.2.2.2. Nahbereich KBR, Fernbereich KKB und Fernbereich KKS

Die nachfolgende Tabelle 4-6 fasst die wesentlichen Ergebnisse der durchgeführten Dosisberechnungen für den im Fernbereich des KKK liegenden Überschneidungsbereich zwischen dem Nahbereich des KBR, dem Fernbereich des KKB und dem Fernbereich des KKS zusammen. Demnach ergibt sich in diesem Bereich infolge der radioaktiven Ableitungen des KKK im Restbetrieb unter Einbeziehung möglicher Vorbelastungen der Elbe durch KKB, KBR, KKS, HZG und PA die höchste Grenzwertausschöpfung von insgesamt ca. 32,5 % mit einer zugehörigen Jahresdosis von ca. 97,4  $\mu\text{Sv}$  für den Körperbereich „Rotes Knochenmark“ in der Altersgruppe „ $\leq 1$  Jahr mit Muttermilch“. Mit einer entsprechenden Gesamtjahresdosis von ca. 93,9  $\mu\text{Sv}$  ergibt sich bei der Effektivdosis die höchste Grenzwertausschöpfung von ca. 31,3 % ebenfalls in dieser Altersgruppe.

**Tabelle 4-6:** Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis der Körperbereiche mit maximaler Grenzwertausschöpfung im Bereich der Tideelbe im Überschneidungsbereich zwischen dem Nahbereich des KBR, dem Fernbereich des KKB und dem Fernbereich des KKS

Körperbereich	Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis [ $\mu\text{Sv}$ ]							Grenzwertausschöpfung
	>17a	>12-17a	>7-12a	>2-7a	>1-2a	$\leq 1a$ <sup>1)</sup>		
						mMu	oMu	
<b>Ableitungen KKK mit Vorbelastungen</b>								
Effektiv	72,4	73,4	70,6	71,3	79,3	<b>93,9</b>	80,0	<b>31,3%</b>
Rotes Knochenmark	71,6	74,3	69,8	68,7	76,1	<b>97,4</b>	88,9	<b>32,5%</b>
Schilddrüse	82,3	84,6	83,9	89,0	105,9	<b>128,5</b>	95,6	<b>14,3%</b>
<b>Ableitungen KKK</b>								
Effektiv	10,6	11,1	11,0	11,2	12,4	<b>14,4</b>	12,8	<b>4,8%</b>
Rotes Knochenmark	10,5	11,1	10,7	10,8	12,0	<b>14,6</b>	13,6	<b>4,9%</b>
Schilddrüse	11,5	12,1	12,0	12,3	13,7	<b>15,5</b>	14,0	<b>1,7%</b>
<b>Ableitungen KKB (KKB Fernbereich)</b>								
Effektiv	39,2	41,1	40,4	41,4	45,7	<b>52,8</b>	47,2	<b>17,6%</b>
Rotes Knochenmark	38,6	41,0	39,5	39,9	44,0	<b>53,9</b>	50,0	<b>18,0%</b>
Schilddrüse	42,4	44,7	44,1	45,4	50,5	<b>57,0</b>	51,6	<b>6,3%</b>
<b>Ableitungen KBR (KBR Nahbereich)</b>								
Effektiv	21,5	20,0	18,0	17,2	19,2	<b>24,1</b>	18,5	<b>8,0%</b>
Rotes Knochenmark	21,7	21,3	18,6	17,1	19,1	<b>27,8</b>	24,3	<b>9,3%</b>
Schilddrüse	21,9	20,6	18,7	17,9	20,1	<b>24,0</b>	18,2	<b>2,7%</b>
<b>Ableitungen KKS (KKS Fernbereich)</b>								
Effektiv	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	<b>0,5</b>	0,4	<b>0,2%</b>
Rotes Knochenmark	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	<b>0,5</b>	0,5	<b>0,2%</b>
Schilddrüse	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	<b>0,5</b>	0,5	<b>0,1%</b>
<b>Vorbelastungen HZG</b>								
Effektiv	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	<b>0,6</b>	0,5	<b>0,2%</b>
Rotes Knochenmark	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	<b>0,6</b>	0,5	<b>0,2%</b>
Schilddrüse	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	<b>0,7</b>	0,6	<b>0,1%</b>
<b>Vorbelastungen PA</b>								
Effektiv	0,3	0,3	0,4	0,6	1,0	<b>1,5</b>	0,5	<b>0,5%</b>
Rotes Knochenmark	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	<b>0,0</b>	0,0	<b>0,0%</b>
Schilddrüse	5,6	6,3	8,2	12,3	20,6	<b>30,8</b>	10,7	<b>3,4%</b>

<sup>1)</sup> mMu: mit Muttermilch; oMu: ohne Muttermilch



#### 4.2.2.3. Nahbereich KKS, Fernbereich KKB und Fernbereich KBR

Die nachfolgende Tabelle 4-7 fasst die wesentlichen Ergebnisse der durchgeführten Dosisberechnungen für den im Fernbereich des KKK liegenden Überschneidungsbereich zwischen dem Nahbereich des KKS, dem Fernbereich des KKB und dem Fernbereich des KBR zusammen. Demnach ergibt sich in diesem Bereich infolge der radioaktiven Ableitungen des KKK im Restbetrieb unter Einbeziehung möglicher Vorbelastungen der Elbe durch KKB, KBR, KKS, HZG und PA die höchste Grenzwertausschöpfung von insgesamt ca. 30,3 % mit einer zugehörigen Jahresdosis von ca. 90,9  $\mu\text{Sv}$  für den Körperbereich „Rotes Knochenmark“ in der Altersgruppe „ $\leq 1$  Jahr mit Muttermilch“. Mit einer entsprechenden Gesamtjahresdosis von ca. 89,5  $\mu\text{Sv}$  ergibt sich bei der Effektivdosis die höchste Grenzwertausschöpfung von ca. 29,8 % ebenfalls in dieser Altersgruppe.

Tabelle 4-7: Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis der Körperbereiche mit maximaler Grenzwertausschöpfung im Bereich der Tideelbe im Überschneidungsbereich zwischen dem Nahbereich des KKS, dem Fernbereich des KKB und dem Fernbereich des KBR

Körperbereich	Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis [ $\mu\text{Sv}$ ]						Grenzwertausschöpfung	
	>17a	>12-17a	>7-12a	>2-7a	>1-2a	$\leq 1a$ <sup>1)</sup> mMu	oMu	
<b>Ableitungen KKK mit Vorbelastungen</b>								
Effektiv	65,8	68,8	67,5	69,2	76,8	<b>89,5</b>	78,2	<b>29,8%</b>
Rotes Knochenmark	65,0	69,6	66,6	66,6	73,7	<b>90,9</b>	83,1	<b>30,3%</b>
Schilddrüse	76,2	80,3	81,1	87,3	103,9	<b>125,4</b>	95,3	<b>13,9%</b>
<b>Ableitungen KKK</b>								
Effektiv	10,6	11,1	11,0	11,2	12,4	<b>14,4</b>	12,8	<b>4,8%</b>
Rotes Knochenmark	10,5	11,1	10,7	10,8	12,0	<b>14,6</b>	13,6	<b>4,9%</b>
Schilddrüse	11,5	12,1	12,0	12,3	13,7	<b>15,5</b>	14,0	<b>1,7%</b>
<b>Ableitungen KKB (KKB Fernbereich)</b>								
Effektiv	39,2	41,1	40,4	41,4	45,7	<b>52,8</b>	47,2	<b>17,6%</b>
Rotes Knochenmark	38,6	41,0	39,5	39,9	44,0	<b>53,9</b>	50,0	<b>18,0%</b>
Schilddrüse	42,4	44,7	44,1	45,4	50,5	<b>57,0</b>	51,6	<b>6,3%</b>
<b>Ableitungen KBR (KBR Fernbereich)</b>								
Effektiv	11,9	12,4	12,2	12,6	13,9	<b>16,1</b>	14,3	<b>5,4%</b>
Rotes Knochenmark	11,7	12,4	12,0	12,1	13,4	<b>16,4</b>	15,1	<b>5,5%</b>
Schilddrüse	12,8	13,5	13,4	13,8	15,3	<b>17,4</b>	15,6	<b>1,9%</b>
<b>Ableitungen KKS (KKS Nahbereich)</b>								
Effektiv	3,4	3,3	3,0	2,9	3,3	<b>4,1</b>	2,8	<b>1,4%</b>
Rotes Knochenmark	3,8	4,6	3,8	3,3	3,7	<b>5,3</b>	3,9	<b>1,8%</b>
Schilddrüse	3,4	3,2	3,0	2,9	3,3	<b>4,0</b>	2,8	<b>0,4%</b>
<b>Vorbelastungen HZG</b>								
Effektiv	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	<b>0,6</b>	0,5	<b>0,2%</b>
Rotes Knochenmark	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	<b>0,6</b>	0,5	<b>0,2%</b>
Schilddrüse	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	<b>0,7</b>	0,6	<b>0,1%</b>
<b>Vorbelastungen PA</b>								
Effektiv	0,3	0,3	0,4	0,6	1,0	<b>1,5</b>	0,5	<b>0,5%</b>
Rotes Knochenmark	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	<b>0,0</b>	0,0	<b>0,0%</b>
Schilddrüse	5,6	6,3	8,2	12,3	20,6	<b>30,8</b>	10,7	<b>3,4%</b>

<sup>1)</sup> mMu: mit Muttermilch; oMu: ohne Muttermilch



#### 4.2.2.4. Fernbereich KKB, Fernbereich KBR und Fernbereich KKS

Die nachfolgende Tabelle 4-8 fasst die wesentlichen Ergebnisse der durchgeführten Dosisberechnungen für den im Fernbereich des KKB liegenden Überschneidungsbereich zwischen dem Fernbereich des KKB, dem Fernbereich des KBR und dem Fernbereich des KKS zusammen. Demnach ergibt sich in diesem Bereich infolge der radioaktiven Ableitungen des KKB im Restbetrieb unter Einbeziehung möglicher Vorbelastungen der Elbe durch KKB, KBR, KKS, HZG und PA die höchste Grenzwertausschöpfung von insgesamt ca. 28,7 % mit einer zugehörigen Jahresdosis von ca. 86,1  $\mu\text{Sv}$  für den Körperbereich „Rotes Knochenmark“ in der Altersgruppe „ $\leq 1$  Jahr mit Muttermilch“. Mit einer entsprechenden Gesamtjahresdosis von ca. 85,9  $\mu\text{Sv}$  ergibt sich bei der Effektivdosis die höchste Grenzwertausschöpfung von ca. 28,6 % ebenfalls in dieser Altersgruppe.

Tabelle 4-8: Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis der Körperbereiche mit maximaler Grenzwertausschöpfung im Bereich der Tideelbe im Überschneidungsbereich zwischen dem Fernbereich des KKB, dem Fernbereich des KBR und dem Fernbereich des KKS

Körperbereich	Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis [ $\mu\text{Sv}$ ]						Grenzwertausschöpfung	
	>17a	>12-17a	>7-12a	>2-7a	>1-2a	$\leq 1a$ <sup>1)</sup> mMu	oMu	
<b>Ableitungen KKK mit Vorbelastungen</b>								
Effektiv	62,8	65,8	64,8	66,7	73,9	<b>85,9</b>	75,8	<b>28,6%</b>
Rotes Knochenmark	61,5	65,4	63,1	63,7	70,4	<b>86,1</b>	79,7	<b>28,7%</b>
Schilddrüse	73,1	77,5	78,6	84,8	101,1	<b>121,9</b>	93,0	<b>13,5%</b>
<b>Ableitungen KKK</b>								
Effektiv	10,6	11,1	11,0	11,2	12,4	<b>14,4</b>	12,8	<b>4,8%</b>
Rotes Knochenmark	10,5	11,1	10,7	10,8	12,0	<b>14,6</b>	13,6	<b>4,9%</b>
Schilddrüse	11,5	12,1	12,0	12,3	13,7	<b>15,5</b>	14,0	<b>1,7%</b>
<b>Ableitungen KKB (KKB Fernbereich)</b>								
Effektiv	39,2	41,1	40,4	41,4	45,7	<b>52,8</b>	47,2	<b>17,6%</b>
Rotes Knochenmark	38,6	41,0	39,5	39,9	44,0	<b>53,9</b>	50,0	<b>18,0%</b>
Schilddrüse	42,4	44,7	44,1	45,4	50,5	<b>57,0</b>	51,6	<b>6,3%</b>
<b>Ableitungen KBR (KBR Fernbereich)</b>								
Effektiv	11,9	12,4	12,2	12,6	13,9	<b>16,1</b>	14,3	<b>5,4%</b>
Rotes Knochenmark	11,7	12,4	12,0	12,1	13,4	<b>16,4</b>	15,1	<b>5,5%</b>
Schilddrüse	12,8	13,5	13,4	13,8	15,3	<b>17,4</b>	15,6	<b>1,9%</b>
<b>Ableitungen KKS (KKS Fernbereich)</b>								
Effektiv	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	<b>0,5</b>	0,4	<b>0,2%</b>
Rotes Knochenmark	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	<b>0,5</b>	0,5	<b>0,2%</b>
Schilddrüse	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	<b>0,5</b>	0,5	<b>0,1%</b>
<b>Vorbelastungen HZG</b>								
Effektiv	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	<b>0,6</b>	0,5	<b>0,2%</b>
Rotes Knochenmark	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	<b>0,6</b>	0,5	<b>0,2%</b>
Schilddrüse	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	<b>0,7</b>	0,6	<b>0,1%</b>
<b>Vorbelastungen PA</b>								
Effektiv	0,3	0,3	0,4	0,6	1,0	<b>1,5</b>	0,5	<b>0,5%</b>
Rotes Knochenmark	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	<b>0,0</b>	0,0	<b>0,0%</b>
Schilddrüse	5,6	6,3	8,2	12,3	20,6	<b>30,8</b>	10,7	<b>3,4%</b>

<sup>1)</sup> mMu: mit Muttermilch; oMu: ohne Muttermilch

### **4.3. Beibehaltung der aktuellen Abgabepaxis**

Im vorhergehenden Abschnitt 4.2 wurden die Ergebnisse der im Rahmen dieses Berichts durchgeführten Dosisberechnungen zur Abschätzung der über den Wasserpfad resultierenden potenziellen Strahlenexposition der Bevölkerung infolge der zukünftig vorgesehenen Ableitung der im Restbetrieb des KKK anfallenden radioaktiven Abwässer über eine neu geplante Rohrleitung (Verlängerung der TR-Abgabeleitung in die Elbe) dargestellt. Für den Fall, dass die neu geplante Rohrleitung nicht oder erst später zur Verfügung steht, werden nachfolgend für Tritium und für das tritiumfreie Nuklidgemisch beschränkende Konzentrationsbedingungen angegeben, bei deren Einhaltung davon ausgegangen werden kann, dass die in Abschnitt 4.2 dargestellten Höchstwerte für die resultierende Jahresdosis von Referenzpersonen der Bevölkerung infolge der Abgabe radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser des KKK im Restbetrieb auch bei Beibehaltung der aktuellen Abgabepaxis während einer zeitliche Übergangsphase nicht überschritten werden.

Bei den genannten Dosisberechnungen wurde entsprechend den Planungen des KKK unterstellt (vgl. Abschnitt 3.1), dass die früheren in Tabelle 3-1 angegebenen Genehmigungswerte der Anlage im Leistungsbetrieb ( $1,85 \cdot 10^{13}$  Bq/a für Tritium und  $5,00 \cdot 10^{10}$  Bq/a für das Nuklidgemisch ohne Tritium) für die Ableitung radioaktiver Stoffe mit Wasser auch im Restbetrieb unverändert fortgelten. Zur konservativ abdeckenden Berechnung der potenziellen Strahlenexposition über den Wasserpfad aufgrund radioaktiver Ableitungen des KKK im Restbetrieb wurde der in Tabelle 3-2 dargestellte Nuklidvektor NV2 zugrunde gelegt.

Unterschiede zwischen der zukünftig vorgesehenen Abgabe über eine neu geplante Rohrleitung und der aktuellen Abgabepaxis hinsichtlich der resultierenden potenziellen Strahlenexposition der Bevölkerung sind nur im Nahbereich des KKK zu erwarten, da im Fernbereich der Anlage in beiden Fällen von einer vollständigen Durchmischung der abgeleiteten radioaktiven Abwässer mit dem gesamten Abfluss des Vorfluters Elbe ausgegangen werden kann. Die im Nahbereich des KKK für die Ableitungen der Anlage im Restbetrieb angesetzten Vermischungswassermengen ( $25,0 \text{ m}^3/\text{s}$  im Abflussjahr und ebenfalls  $25,0 \text{ m}^3/\text{s}$  im Sommerhalbjahr) wurden in Abschnitt 2.4.1 begründet und sind dort in der Tabelle 2-2 zusammengestellt.

Entsprechend der aktuellen Abgabepaxis [KKK 17] ist bei der Festlegung geeigneter Konzentrationsbedingungen von einer diskontinuierlichen (d. h. chargenweisen), aber dennoch zeitlich gleichmäßig über das gesamte Jahr verteilten Abgabe der anfallenden radioaktiven Abwässer des KKK während des Restbetriebs unter folgenden Randbedingungen auszugehen: (1) Die Abgabemenge an radioaktiven Abwässern beträgt maximal  $10.000 \text{ m}^3$  pro Jahr. (2) Die mittlere Abgabemenge einer Charge beträgt  $60 \text{ m}^3$ , entsprechend dem Fassungsvermögen des Sammelbehälters. (3) Die Abgabe einzelner Chargen erfolgt jeweils gleichmäßig verteilt über eine Zeitdauer von einer Stunde.



Unter diesen Randbedingungen, sowie den genannten Annahmen zum Nuklidgemisch und den Vermischungswassermengen, ergeben sich die in der nachfolgenden Tabelle 4-9 angegebenen begrenzenden Aktivitätskonzentrationen im Auslauf für Tritium und für das Nuklidgemisch ohne Tritium. Bei deren Unterschreitung kann davon ausgegangen werden, dass die in Abschnitt 4.2 dargestellten Höchstwerte für die resultierende Jahresdosis von Referenzpersonen der Bevölkerung infolge der Abgabe radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser des KKK im Restbetrieb auch bei Beibehaltung der aktuellen Abgabepaxis während einer zeitlichen Übergangsphase nicht überschritten werden. Dies begrenzt die zulässigen Aktivitätskonzentrationen im Abgabebehälter nicht, sofern durch Zumischung von inaktivem Kühlwasser die in der Tabelle genannten begrenzenden Aktivitätskonzentrationen im Auslauf eingehalten werden.

**Tabelle 4-9:** Begrenzende Aktivitätskonzentrationen des auslaufenden Mischwassers nach Einleitung der radioaktiven Abgabewässer des KKK im Restbetrieb bei diskontinuierlicher Direktinleitung entsprechend der aktuellen Abgabepaxis

<b>Begrenzende Aktivitätskonzentration des auslaufenden Mischwassers nach Einleitung der radioaktiven Abgabewässer des KKK im Restbetrieb bei Beibehaltung der aktuellen Abgabepaxis</b>	
<b>Tritium (H-3)</b>	<b>Nuklidgemisch ohne H-3</b>
1.200.000 Bq/m <sup>3</sup>	3.300 Bq/m <sup>3</sup>

## **5. LITERATURVERZEICHNIS**

- [AVV 12] BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT  
Allgemeine Verwaltungsvorschrift zu § 47 Strahlenschutzverordnung (AVV) vom 28.08.2012: Ermittlung der Strahlenexposition durch die Ableitung radioaktiver Stoffe aus Anlagen oder Einrichtungen; BAnz AT 05.09.2012 B1
- [BFS 00] BUNDESAMT FÜR STRAHLENSCHUTZ  
Zusammenstellung der Genehmigungswerte für die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft und dem Abwasser aus kerntechnischen Anlagen der Bundesrepublik Deutschland (Stand Juli 2000), BfS-KT-25/00, Salzgitter, Oktober 2000
- [BMU 88] BUNDESMINISTER FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (HRSG.)  
Radionuklide in Wasser-Schwebstoff-Sediment-Systemen und Abschätzung der Strahlenexposition; Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission, Band 9, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 1988
- [BMU 92] BUNDESMINISTER FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (HRSG.)  
Modelle, Annahmen und Daten mit Erläuterungen zur Berechnung der Strahlenexposition bei der Ableitung radioaktiver Stoffe mit Luft oder Wasser zum Nachweis der Einhaltung der Dosisgrenzwerte nach § 45 StrlSchV; Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission, Band 17, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 1992
- [DIN 12] DIN 25457-4:2012-10  
Aktivitätsmessverfahren für die Freigabe von radioaktiven Stoffen und kerntechnischen Anlagenteilen – Teil 4: Kontaminierter und aktivierter Metallschrott



- [DGJ 13] FREIE UND HANSESTADT HAMBURG, HAMBURG PORT AUTHORITY (HRSG.)  
Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch, Elbegebiet, Teil III, 2013; Hamburg, 2015
- [EM 04] BEHÖRDE FÜR STADTENTWICKLUNG UND UMWELT DER FREIEN UND HANSESTADT  
HAMBURG, NIEDERSÄCHSISCHES UMWELTMINISTERIUM, MINISTERIUM FÜR UMWELT,  
NATURSCHUTZ UND LANDWIRTSCHAFT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (HRSG.)  
Bericht über die Umsetzung der Anhänge II, III und IV der Richtlinie 2000/60/EG im  
Koordinierungsraum Tideelbe (B-Bericht); Vorlage zur Elbe-Ministerkonferenz am 9.  
Dezember 2004
- [HZG 12] EMISSIONSÜBERWACHUNG DES HELMHOLTZ-ZENTRUM GEESTHACHT  
Jahresbericht 2011, Geesthacht, 29. März 2012
- [HZG 13] EMISSIONSÜBERWACHUNG DES HELMHOLTZ-ZENTRUM GEESTHACHT  
Jahresbericht 2012, Geesthacht, 25. März 2013
- [HZG 14] EMISSIONSÜBERWACHUNG DES HELMHOLTZ-ZENTRUM GEESTHACHT  
Jahresbericht 2013, Geesthacht, 20. März 2014
- [IKSE 05] INTERNATIONALE KOMMISSION ZUM SCHUTZ DER ELBE (IKSE)  
Die Elbe und ihr Einzugsgebiet - Ein geographisch-hydrologischer und  
wasserwirtschaftlicher Überblick, Magdeburg, 2005
- [KKK 17] KERNKRAFTWERK KRÜMMEL GMBH & CO. OHG  
Eingangsdaten für die Berechnung der Strahlenexposition über den Wasserpfad infolge  
der Ableitung radioaktiver Stoffe mit Wasser während des Restbetriebs des Kernkraft-  
werks Krümmel, Geesthacht, 2017
- [SSK 04] STRAHLENSCHUTZKOMMISSION  
Ermittlung der Vorbelastung durch Radionuklid-Ausscheidungen von Patienten der  
Nuklearmedizin; Empfehlung der Strahlenschutzkommission, verabschiedet in der  
197. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 16./17. Dezember 2004
- [SSV 17] VERORDNUNG ÜBER DEN SCHUTZ VOR SCHÄDEN DURCH IONISIERENDE STRAHLEN  
(STRAHLENSCHUTZVERORDNUNG - STRLSCHV)  
Strahlenschutzverordnung vom 20. Juli 2001 (BGBl. I 2001, S. 1714; BGBl. I 2002, S.  
1459), zuletzt geändert durch Artikel 6 des Gesetzes vom 27. Januar 2017 (BGBl. I  
2017, S. 114).
- [SSV 18] VERORDNUNG ÜBER DEN SCHUTZ VOR SCHÄDEN DURCH IONISIERENDE STRAHLEN  
(STRAHLENSCHUTZVERORDNUNG - STRLSCHV)  
Strahlenschutzverordnung vom 29. November 2018 (BGBl. I 2018, S. 2034, 2036).

## ANHANG

- Tabelle A1-1: Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis im Nahbereich des KKK infolge der Einleitung radioaktiver Abwässer des KKK im Restbetrieb einschließlich möglicher Vorbelastungen durch HZG und PA
- Tabelle A2-1: Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis im Bereich der Tideelbe im Überschneidungsbereich zwischen dem Nahbereich des KKB, dem Fernbereich des KBR und dem Fernbereich des KKS infolge der Einleitung radioaktiver Abwässer des KKK im Restbetrieb einschließlich möglicher Vorbelastungen durch KKB, KBR, KKS, HZG und PA
- Tabelle A3-1: Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis im Bereich der Tideelbe im Überschneidungsbereich zwischen dem Nahbereich des KBR, dem Fernbereich des KKB und dem Fernbereich des KKS infolge der Einleitung radioaktiver Abwässer des KKK im Restbetrieb einschließlich möglicher Vorbelastungen durch KKB, KBR, KKS, HZG und PA
- Tabelle A4-1: Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis im Bereich der Tideelbe im Überschneidungsbereich zwischen dem Nahbereich des KKS, dem Fernbereich des KKB und dem Fernbereich des KBR infolge der Einleitung radioaktiver Abwässer des KKK im Restbetrieb einschließlich möglicher Vorbelastungen durch KKB, KBR, KKS, HZG und PA
- Tabelle A5-1: Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis im Bereich der Tideelbe im Überschneidungsbereich zwischen dem Fernbereich des KKB, dem Fernbereich des KBR und dem Fernbereich des KKS infolge der Einleitung radioaktiver Abwässer des KKK im Restbetrieb einschließlich möglicher Vorbelastungen durch KKB, KBR, KKS, HZG und PA
- Tabelle A6-1: Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis im Nahbereich des KKK infolge der Einleitung radioaktiver Abwässer des KKK im Restbetrieb
- Tabelle A6-2: Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis im Bereich der Tideelbe infolge der Einleitung radioaktiver Abwässer des KKK im Restbetrieb
- Tabelle A7-1: Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis im Bereich der Tideelbe im Nahbereich des KKB infolge der Einleitung radioaktiver Abwässer der Anlage
- Tabelle A7-2: Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis im Bereich der Tideelbe im Fernbereich des KKB infolge der Einleitung radioaktiver Abwässer der Anlage
- Tabelle A8-1: Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis im Bereich der Tideelbe im Nahbereich des KBR infolge der Einleitung radioaktiver Abwässer der Anlage
- Tabelle A8-2: Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis im Bereich der Tideelbe im Fernbereich des KBR infolge der Einleitung radioaktiver Abwässer der Anlage

- Tabelle A9-1: Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis im Bereich der Tideelbe im Nahbereich des KKS infolge der Einleitung radioaktiver Abwässer der Anlage
- Tabelle A9-2: Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis im Bereich der Tideelbe im Fernbereich des KKS infolge der Einleitung radioaktiver Abwässer der Anlage
- Tabelle A10-1: Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis im Nahbereich des KKK infolge der Einleitung radioaktiver Abwässer des HZG
- Tabelle A10-2: Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis im Bereich der Tideelbe infolge der Einleitung radioaktiver Abwässer des HZG
- Tabelle A11-1: Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis im Nahbereich des KKK infolge von Patientenausscheidungen (PA)
- Tabelle A11-2: Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis im Bereich der Tideelbe infolge von Patientenausscheidungen (PA)



**ZUSAMMENFASSUNG**  
**NAHBEREICH KKK**

Anlage 5

Tabelle A1-1: Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis im Nahbereich des KKK infolge der Einleitung radioaktiver Abwässer des KKK im Restbetrieb einschließlich möglicher Vorbelastungen durch HZG und PA

Organ/Gewebe	Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis im Nahbereich des KKK infolge der Einleitung radioaktiver Abwässer des KKK im Restbetrieb einschließlich möglicher Vorbelastungen													
	Jahresdosis [ $\mu$ Sv]						Grenzwertausschöpfung							
	>17a	>12-17a	>7-12a	>2-7a	>1-2a	$\leq 1a$ <sup>1)</sup> mMu	$\leq 1a$ <sup>1)</sup> oMu	>17a	>12-17a	>7-12a	>2-7a	>1-2a	$\leq 1a$ <sup>1)</sup> mMu	$\leq 1a$ <sup>1)</sup> oMu
ET Luftwege	83,0	76,8	68,1	64,0	71,3	85,9	64,1	9,2%	8,5%	7,6%	7,1%	7,9%	9,5%	7,1%
Lunge	79,5	73,4	63,4	58,7	65,4	79,4	59,1	8,8%	8,2%	7,0%	6,5%	7,3%	8,8%	6,6%
Blase	82,9	72,8	64,7	61,1	64,3	78,2	56,3	9,2%	8,1%	7,2%	6,8%	7,1%	8,7%	6,3%
Brust	72,1	66,8	59,4	56,5	63,3	75,8	58,2	8,0%	7,4%	6,6%	6,3%	7,0%	8,4%	6,5%
Gehirn	75,0	69,0	61,8	58,4	64,7	78,8	58,8	8,3%	7,7%	6,9%	6,5%	7,2%	8,8%	6,5%
Haut	72,4	65,5	60,2	57,9	64,9	77,9	60,3	4,0%	3,6%	3,3%	3,2%	3,6%	4,3%	3,4%
Hoden	76,2	69,4	60,8	56,9	62,7	78,7	59,9	25,4%	23,1%	20,3%	19,0%	20,9%	26,2%	20,0%
Knochenoberfl.	150,9	149,1	118,9	99,6	99,2	215,2	241,5	8,4%	8,3%	6,6%	5,5%	5,5%	12,0%	13,4%
Leber	84,4	76,3	67,7	63,4	68,6	93,7	76,8	9,4%	8,5%	7,5%	7,0%	7,6%	10,4%	8,5%
Speiseröhre	76,7	69,9	59,3	54,5	59,8	73,8	53,2	8,5%	7,8%	6,6%	6,1%	6,6%	8,2%	5,9%
Magen	79,3	71,0	61,6	58,7	64,9	81,0	57,3	8,8%	7,9%	6,8%	6,5%	7,2%	9,0%	6,4%
Dünndarm	83,1	73,6	63,1	58,3	64,1	78,4	55,6	9,2%	8,2%	7,0%	6,5%	7,1%	8,7%	6,2%
O Dickdarm	84,0	75,5	69,1	65,6	76,5	92,1	62,1	9,3%	8,4%	7,7%	7,3%	8,5%	10,2%	6,9%
U Dickdarm	94,4	80,2	80,1	80,7	97,9	117,2	71,3	10,5%	8,9%	8,9%	9,0%	10,9%	13,0%	7,9%
Dickdarm	87,9	77,9	73,0	72,2	85,2	103,1	66,2	9,8%	8,7%	8,1%	8,0%	9,5%	11,5%	7,4%
Milz	79,3	71,6	62,5	57,7	63,7	77,7	56,3	8,8%	8,0%	6,9%	6,4%	7,1%	8,6%	6,3%
Muskel	75,0	68,3	59,9	55,8	61,8	75,7	55,7	8,3%	7,6%	6,7%	6,2%	6,9%	8,4%	6,2%
Nebennieren	82,3	73,8	62,3	56,4	62,4	76,3	54,4	9,1%	8,2%	6,9%	6,3%	6,9%	8,5%	6,0%
Nieren	79,6	72,0	62,9	58,1	64,2	79,8	59,1	8,8%	8,0%	7,0%	6,5%	7,1%	8,9%	6,6%
Ovarien	85,1	76,4	65,8	60,4	65,8	82,6	60,7	28,4%	25,5%	21,9%	20,1%	21,9%	27,5%	20,2%
Pankreas	83,3	73,7	63,0	57,2	62,4	76,8	54,6	9,3%	8,2%	7,0%	6,4%	6,9%	8,5%	6,1%
R Knochenmark	83,0	80,7	68,9	61,9	68,7	102,8	90,4	27,7%	26,9%	23,0%	20,6%	22,9%	<b>34,3%</b>	30,1%
Schilddrüse	113,7	111,3	112,8	131,9	184,5	255,4	123,1	12,6%	12,4%	12,5%	14,7%	20,5%	28,4%	13,7%
Thymus	79,4	72,9	62,6	58,1	63,8	78,2	57,6	8,8%	8,1%	7,0%	6,5%	7,1%	8,7%	6,4%
Uterus	82,4	72,6	61,7	56,1	60,9	75,0	52,8	27,5%	24,2%	20,6%	18,7%	20,3%	25,0%	17,6%
Effektiv	83,5	76,8	68,5	65,0	74,2	95,7	69,1	27,8%	25,6%	22,8%	21,7%	24,7%	31,9%	23,0%

Hinweis: Der Maximalwert der Grenzwertausschöpfung ist in Fettschrift dargestellt und farbig hinterlegt.

<sup>1)</sup> mMu: mit Muttermilch; oMu: ohne Muttermilch

**ZUSAMMENFASSUNG  
FERNBEREICH KKK (TIDEELBE)  
- NAHBEREICH KKB, FERNBEREICH KBR UND KKS -**

Anlage 5

Tabelle A2-1: Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis im Bereich der Tideelbe im Überschneidungsbereich zwischen dem Nahbereich des KKB, dem Fernbereich des KBR und dem Fernbereich des KKS infolge der Einleitung radioaktiver Abwässer des KKK im Restbetrieb einschließlich möglicher Vorbelastungen durch KKB, KBR, KKS, HZG und PA

Organ/Gewebe	Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis im Bereich der Tideelbe im Überschneidungsbereich zwischen dem Nahbereich des KKB, dem Fernbereich des KBR und dem Fernbereich des KKS infolge der Einleitung radioaktiver Abwässer des KKK im Restbetrieb einschließlich möglicher Vorbelastungen													
	Jahresdosis [ $\mu$ Sv]							Grenzwertausschöpfung						
	>17a	>12-17a	>7-12a	>2-7a	>1-2a	$\leq 1a$ <sup>1)</sup>		>17a	>12-17a	>7-12a	>2-7a	>1-2a	$\leq 1a$ <sup>1)</sup>	
					mMu	oMu						mMu	oMu	
ET Luftwege	126,6	121,5	111,5	108,0	120,1	141,0	113,9	14,1%	13,5%	12,4%	12,0%	13,3%	15,7%	12,7%
Lunge	120,6	115,3	103,7	99,0	110,3	130,4	105,2	13,4%	12,8%	11,5%	11,0%	12,3%	14,5%	11,7%
Blase	123,6	113,2	103,8	100,7	107,1	126,6	99,4	13,7%	12,6%	11,5%	11,2%	11,9%	14,1%	11,0%
Brust	111,5	107,3	99,1	97,0	108,8	126,7	105,1	12,4%	11,9%	11,0%	10,8%	12,1%	14,1%	11,7%
Gehirn	114,7	109,4	101,4	98,6	109,5	129,5	104,8	12,7%	12,2%	11,3%	11,0%	12,2%	14,4%	11,6%
Haut	113,1	106,7	101,4	100,2	112,3	131,0	109,5	6,3%	5,9%	5,6%	5,6%	6,2%	7,3%	6,1%
Hoden	115,4	109,2	99,1	95,6	105,7	128,0	104,7	38,5%	36,4%	33,0%	31,9%	35,2%	42,7%	34,9%
Knochenoberfl.	210,8	210,9	173,9	151,2	153,5	303,2	335,4	11,7%	11,7%	9,7%	8,4%	8,5%	16,8%	18,6%
Leber	125,5	117,9	107,9	103,8	112,9	147,1	125,8	13,9%	13,1%	12,0%	11,5%	12,5%	16,3%	14,0%
Speiseröhre	114,3	107,9	95,1	90,2	99,0	118,8	93,3	12,7%	12,0%	10,6%	10,0%	11,0%	13,2%	10,4%
Magen	118,8	110,6	99,5	97,2	107,5	130,0	100,5	13,2%	12,3%	11,1%	10,8%	11,9%	14,4%	11,2%
Dünndarm	123,1	113,4	100,7	95,9	105,5	125,7	97,3	13,7%	12,6%	11,2%	10,7%	11,7%	14,0%	10,8%
O Dickdarm	124,8	116,4	109,3	106,3	122,7	144,6	106,6	13,9%	12,9%	12,1%	11,8%	13,6%	16,1%	11,8%
U Dickdarm	138,3	122,6	123,8	126,6	150,7	177,7	118,7	15,4%	13,6%	13,8%	14,1%	16,7%	19,7%	13,2%
Dickdarm	129,8	119,6	114,3	115,2	134,2	159,1	112,1	14,4%	13,3%	12,7%	12,8%	14,9%	17,7%	12,5%
Milz	119,0	111,7	100,8	96,1	106,3	126,1	99,4	13,2%	12,4%	11,2%	10,7%	11,8%	14,0%	11,0%
Muskel	113,3	107,1	97,3	93,6	103,7	123,2	98,4	12,6%	11,9%	10,8%	10,4%	11,5%	13,7%	10,9%
Nebennieren	121,9	113,4	99,3	93,1	102,9	122,6	95,4	13,5%	12,6%	11,0%	10,3%	11,4%	13,6%	10,6%
Nieren	119,3	112,1	101,4	96,7	106,9	128,8	103,0	13,3%	12,5%	11,3%	10,7%	11,9%	14,3%	11,4%
Ovarien	126,0	117,5	104,7	99,1	108,5	131,8	104,4	42,0%	39,2%	34,9%	33,0%	36,2%	43,9%	34,8%
Pankreas	122,8	113,0	100,1	93,9	102,7	122,9	95,2	13,6%	12,6%	11,1%	10,4%	11,4%	13,7%	10,6%
R Knochenmark	123,3	122,6	108,4	100,9	112,0	157,1	141,8	41,1%	40,9%	36,1%	33,6%	37,3%	<b>52,4%</b>	47,3%
Schilddrüse	132,2	127,7	119,6	120,3	140,7	171,8	124,6	14,7%	14,2%	13,3%	13,4%	15,6%	19,1%	13,8%
Thymus	119,7	114,0	101,7	97,4	107,3	127,5	102,0	13,3%	12,7%	11,3%	10,8%	11,9%	14,2%	11,3%
Uterus	121,2	111,1	97,7	91,9	100,2	119,7	92,2	40,4%	37,0%	32,6%	30,6%	33,4%	39,9%	30,7%
Effektiv	123,0	116,8	106,6	102,6	114,2	140,8	113,2	41,0%	38,9%	35,5%	34,2%	38,1%	46,9%	37,7%

Hinweis: Der Maximalwert der Grenzwertausschöpfung ist in Fettschrift dargestellt und farbig hinterlegt.

<sup>1)</sup> mMu: mit Muttermilch; oMu: ohne Muttermilch



**ZUSAMMENFASSUNG**  
**FERNBEREICH KKK (TIDEELBE)**  
**- NAHBEREICH KBR, FERNBEREICH KKB UND KKS -**

Anlage 5

**Tabelle A3-1:** Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis im Bereich der Tideelbe im Überschneidungsbereich zwischen dem Nahbereich des KBR, dem Fernbereich des KKB und dem Fernbereich des KKS infolge der Einleitung radioaktiver Abwässer des KKK im Restbetrieb einschließlich möglicher Vorbelastungen durch KKB, KBR, KKS, HZG und PA

Organ/Gewebe	Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis im Bereich der Tideelbe im Überschneidungsbereich zwischen dem Nahbereich des KBR, dem Fernbereich des KKB und dem Fernbereich des KKS infolge der Einleitung radioaktiver Abwässer des KKK im Restbetrieb einschließlich möglicher Vorbelastungen													
	Jahresdosis [ $\mu\text{Sv}$ ]						Grenzwertausschöpfung							
	>17a	>12-17a	>7-12a	>2-7a	>1-2a	$\leq 1\text{a}^{1)}$	>17a	>12-17a	>7-12a	>2-7a	>1-2a	$\leq 1\text{a}^{1)}$	mMu	oMu
					mMu	oMu						mMu	oMu	
ET Luftwege	76,7	78,4	75,7	76,6	85,3	97,7	84,9	8,5%	8,7%	8,4%	8,5%	9,5%	10,9%	9,4%
Lunge	72,5	73,9	70,3	70,5	78,4	90,3	78,4	8,1%	8,2%	7,8%	7,8%	8,7%	10,0%	8,7%
Blase	72,3	71,5	68,9	69,8	75,0	86,5	73,6	8,0%	7,9%	7,7%	7,8%	8,3%	9,6%	8,2%
Brust	68,9	70,5	68,5	69,8	78,2	89,1	78,7	7,7%	7,8%	7,6%	7,8%	8,7%	9,9%	8,7%
Gehirn	69,9	71,1	69,2	70,2	78,0	89,9	78,1	7,8%	7,9%	7,7%	7,8%	8,7%	10,0%	8,7%
Haut	70,6	71,1	70,7	72,4	81,2	92,5	82,1	3,9%	4,0%	3,9%	4,0%	4,5%	5,1%	4,6%
Hoden	68,8	69,6	66,7	67,4	74,6	87,2	75,9	22,9%	23,2%	22,2%	22,5%	24,9%	29,1%	25,3%
Knochenoberfl.	106,2	109,2	96,7	90,3	94,5	157,8	164,6	5,9%	6,1%	5,4%	5,0%	5,2%	8,8%	9,1%
Leber	72,8	73,6	70,8	71,3	77,8	95,7	84,4	8,1%	8,2%	7,9%	7,9%	8,6%	10,6%	9,4%
Speiseröhre	67,1	67,8	63,5	63,3	69,7	81,2	69,1	7,5%	7,5%	7,1%	7,0%	7,7%	9,0%	7,7%
Magen	70,0	70,1	66,7	67,9	75,1	88,1	74,1	7,8%	7,8%	7,4%	7,5%	8,3%	9,8%	8,2%
Dünndarm	71,2	70,8	66,5	66,5	73,1	84,9	71,5	7,9%	7,9%	7,4%	7,4%	8,1%	9,4%	7,9%
O Dickdarm	72,7	72,9	71,5	72,6	82,1	94,9	77,0	8,1%	8,1%	7,9%	8,1%	9,1%	10,5%	8,6%
U Dickdarm	78,5	75,5	78,1	82,1	94,5	110,0	82,4	8,7%	8,4%	8,7%	9,1%	10,5%	12,2%	9,2%
Dickdarm	74,7	74,3	73,6	76,7	87,2	101,6	79,5	8,3%	8,3%	8,2%	8,5%	9,7%	11,3%	8,8%
Milz	70,2	70,6	67,4	67,4	74,6	86,3	73,6	7,8%	7,8%	7,5%	7,5%	8,3%	9,6%	8,2%
Muskel	67,8	68,6	65,8	66,2	73,5	84,9	73,1	7,5%	7,6%	7,3%	7,4%	8,2%	9,4%	8,1%
Nebennieren	70,4	70,5	65,7	65,0	71,7	83,3	70,4	7,8%	7,8%	7,3%	7,2%	8,0%	9,3%	7,8%
Nieren	70,3	70,8	67,6	67,7	74,8	87,4	75,0	7,8%	7,9%	7,5%	7,5%	8,3%	9,7%	8,3%
Ovarien	73,0	73,2	69,0	68,8	75,3	88,4	75,3	24,3%	24,4%	23,0%	22,9%	25,1%	29,5%	25,1%
Pankreas	70,7	70,3	65,9	65,2	71,5	83,3	70,2	7,9%	7,8%	7,3%	7,2%	7,9%	9,3%	7,8%
R Knochenmark	71,6	74,3	69,8	68,7	76,1	97,4	88,9	23,9%	24,8%	23,3%	22,9%	25,4%	<b>32,5%</b>	29,6%
Schilddrüse	82,3	84,6	83,9	89,0	105,9	128,5	95,6	9,1%	9,4%	9,3%	9,9%	11,8%	14,3%	10,6%
Thymus	71,3	72,4	68,6	68,9	76,0	87,9	75,8	7,9%	8,0%	7,6%	7,7%	8,4%	9,8%	8,4%
Uterus	69,4	68,7	64,1	63,6	69,5	80,8	67,8	23,1%	22,9%	21,4%	21,2%	23,2%	26,9%	22,6%
Effektiv	72,4	73,4	70,6	71,3	79,3	93,9	80,0	24,1%	24,5%	23,5%	23,8%	26,4%	31,3%	26,7%

Hinweis: Der Maximalwert der Grenzwertausschöpfung ist in Fettschrift dargestellt und farbig hinterlegt.

<sup>1)</sup> mMu: mit Muttermilch; oMu: ohne Muttermilch



**ZUSAMMENFASSUNG**  
**FERNBEREICH KKK (TIDEELBE)**  
**- NAHBEREICH KKS, FERNBEREICH KKB UND KBR -**

Anlage 5

Tabelle A4-1: Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis im Bereich der Tideelbe im Überschneidungsbereich zwischen dem Nahbereich des KKS, dem Fernbereich des KKB und dem Fernbereich des KBR infolge der Einleitung radioaktiver Abwässer des KKK im Restbetrieb einschließlich möglicher Vorbelastungen durch KKB, KBR, KKS, HZG und PA

Organ/Gewebe	Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis im Bereich der Tideelbe im Überschneidungsbereich zwischen dem Nahbereich des KKS, dem Fernbereich des KKB und dem Fernbereich des KBR infolge der Einleitung radioaktiver Abwässer des KKK im Restbetrieb einschließlich möglicher Vorbelastungen													
	Jahresdosis [ $\mu\text{Sv}$ ]						Grenzwertausschöpfung							
	>17a	>12-17a	>7-12a	>2-7a	>1-2a	$\leq 1a$ <sup>1)</sup> mMu	$\leq 1a$ <sup>1)</sup> oMu	>17a	>12-17a	>7-12a	>2-7a	>1-2a	$\leq 1a$ <sup>1)</sup> mMu	$\leq 1a$ <sup>1)</sup> oMu
ET Luftwege	70,6	74,1	73,0	75,0	83,4	94,6	84,6	7,8%	8,2%	8,1%	8,3%	9,3%	10,5%	9,4%
Lunge	66,5	69,6	67,7	69,0	76,7	87,3	78,0	7,4%	7,7%	7,5%	7,7%	8,5%	9,7%	8,7%
Blase	65,5	67,0	65,7	67,7	72,9	83,2	73,1	7,3%	7,4%	7,3%	7,5%	8,1%	9,2%	8,1%
Brust	63,9	67,1	66,4	68,6	76,7	86,6	78,5	7,1%	7,5%	7,4%	7,6%	8,5%	9,6%	8,7%
Gehirn	64,5	67,4	66,7	68,7	76,3	86,9	77,8	7,2%	7,5%	7,4%	7,6%	8,5%	9,7%	8,6%
Haut	65,8	68,1	68,7	71,2	79,9	90,0	81,9	3,7%	3,8%	3,8%	4,0%	4,4%	5,0%	4,6%
Hoden	62,9	65,4	64,0	65,7	72,6	83,6	74,7	21,0%	21,8%	21,3%	21,9%	24,2%	27,9%	24,9%
Knochenoberfl.	88,0	96,1	86,6	82,7	87,6	132,4	131,8	4,9%	5,3%	4,8%	4,6%	4,9%	7,4%	7,3%
Leber	65,6	68,6	67,2	68,7	75,0	89,9	80,4	7,3%	7,6%	7,5%	7,6%	8,3%	10,0%	8,9%
Speiseröhre	60,9	63,4	60,7	61,6	67,8	78,0	68,6	6,8%	7,0%	6,7%	6,8%	7,5%	8,7%	7,6%
Magen	63,6	65,8	63,9	66,0	72,9	84,4	73,5	7,1%	7,3%	7,1%	7,3%	8,1%	9,4%	8,2%
Dünndarm	64,2	66,0	63,4	64,5	70,8	81,3	70,8	7,1%	7,3%	7,0%	7,2%	7,9%	9,0%	7,9%
O Dickdarm	65,8	68,1	68,0	70,1	78,7	90,0	76,0	7,3%	7,6%	7,6%	7,8%	8,7%	10,0%	8,4%
U Dickdarm	70,2	70,1	73,3	78,0	88,6	102,2	80,4	7,8%	7,8%	8,1%	8,7%	9,8%	11,4%	8,9%
Dickdarm	67,3	69,2	69,6	73,5	82,7	95,4	78,0	7,5%	7,7%	7,7%	8,2%	9,2%	10,6%	8,7%
Milz	63,8	66,2	64,5	65,6	72,5	83,0	73,1	7,1%	7,4%	7,2%	7,3%	8,1%	9,2%	8,1%
Muskel	62,0	64,6	63,3	64,6	71,7	81,9	72,7	6,9%	7,2%	7,0%	7,2%	8,0%	9,1%	8,1%
Nebennieren	63,5	65,6	62,6	63,1	69,5	79,9	69,8	7,1%	7,3%	7,0%	7,0%	7,7%	8,9%	7,8%
Nieren	63,9	66,4	64,7	65,9	72,7	83,8	74,0	7,1%	7,4%	7,2%	7,3%	8,1%	9,3%	8,2%
Ovarien	65,8	68,1	65,6	66,6	73,0	84,4	74,1	21,9%	22,7%	21,9%	22,2%	24,3%	28,1%	24,7%
Pankreas	63,5	65,4	62,7	63,2	69,3	79,8	69,6	7,1%	7,3%	7,0%	7,0%	7,7%	8,9%	7,7%
R Knochenmark	65,0	69,6	66,6	66,6	73,7	90,9	83,1	21,7%	23,2%	22,2%	22,2%	24,6%	<b>30,3%</b>	27,7%
Schilddrüse	76,2	80,3	81,1	87,3	103,9	125,4	95,3	8,5%	8,9%	9,0%	9,7%	11,5%	13,9%	10,6%
Thymus	65,2	68,1	65,9	67,2	74,2	84,8	75,4	7,2%	7,6%	7,3%	7,5%	8,2%	9,4%	8,4%
Uterus	62,3	63,9	60,9	61,6	67,2	77,3	67,1	20,8%	21,3%	20,3%	20,5%	22,4%	25,8%	22,4%
Effektiv	65,8	68,8	67,5	69,2	76,8	89,5	78,2	21,9%	22,9%	22,5%	23,1%	25,6%	29,8%	26,1%

Hinweis: Der Maximalwert der Grenzwertausschöpfung ist in Fettschrift dargestellt und farbig hinterlegt.

<sup>1)</sup> mMu: mit Muttermilch; oMu: ohne Muttermilch



**ZUSAMMENFASSUNG**  
**FERNBEREICH KKK (TIDEELBE)**  
**- FERNBEREICH KKB, KBR UND KKS -**

Anlage 5

**Tabelle A5-1:** Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis im Bereich der Tidelbe im Überschneidungsbereich zwischen dem Fernbereich des KKB, dem Fernbereich des KBR und dem Fernbereich des KKS infolge der Einleitung radioaktiver Abwässer des KKK im Restbetrieb einschließlich möglicher Vorbelastungen durch KKB, KBR, KKS, HZG und PA

Organ/Gewebe	Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis im Bereich der Tidelbe im Überschneidungsbereich zwischen dem Fernbereich des KKB, dem Fernbereich des KBR und dem Fernbereich des KKS infolge der Einleitung radioaktiver Abwässer des KKK im Restbetrieb einschließlich möglicher Vorbelastungen													
	Jahresdosis [ $\mu\text{Sv}$ ]						Grenzwertausschöpfung							
	>17a	>12-17a	>7-12a	>2-7a	>1-2a	$\leq 1a$ <sup>1)</sup>	>17a	>12-17a	>7-12a	>2-7a	>1-2a	$\leq 1a$ <sup>1)</sup>	mMu	oMu
ET Luftwege	67,6	71,3	70,4	72,5	80,5	91,1	82,3	7,5%	7,9%	7,8%	8,1%	8,9%	10,1%	9,1%
Lunge	63,5	66,9	65,2	66,7	74,0	84,1	75,9	7,1%	7,4%	7,2%	7,4%	8,2%	9,3%	8,4%
Blase	62,4	64,3	63,3	65,3	70,2	79,9	71,0	6,9%	7,1%	7,0%	7,3%	7,8%	8,9%	7,9%
Brust	61,2	64,6	64,1	66,3	74,2	83,4	76,3	6,8%	7,2%	7,1%	7,4%	8,2%	9,3%	8,5%
Gehirn	61,7	64,9	64,4	66,4	73,7	83,7	75,6	6,9%	7,2%	7,2%	7,4%	8,2%	9,3%	8,4%
Haut	63,1	65,7	66,4	69,0	77,3	86,8	79,7	3,5%	3,6%	3,7%	3,8%	4,3%	4,8%	4,4%
Hoden	60,1	62,9	61,7	63,5	70,1	80,5	72,6	20,0%	21,0%	20,6%	21,2%	23,4%	26,8%	24,2%
Knochenoberfl.	83,7	87,7	81,1	78,7	83,5	126,5	127,5	4,6%	4,9%	4,5%	4,4%	4,6%	7,0%	7,1%
Leber	62,6	65,8	64,8	66,4	72,4	86,6	78,3	7,0%	7,3%	7,2%	7,4%	8,0%	9,6%	8,7%
Speiseröhre	58,0	60,8	58,5	59,4	65,3	74,9	66,6	6,4%	6,8%	6,5%	6,6%	7,3%	8,3%	7,4%
Magen	60,7	63,1	61,5	63,7	70,2	81,1	71,4	6,7%	7,0%	6,8%	7,1%	7,8%	9,0%	7,9%
Dünndarm	61,1	63,3	60,9	62,1	68,2	78,1	68,8	6,8%	7,0%	6,8%	6,9%	7,6%	8,7%	7,6%
O Dickdarm	62,6	65,3	65,3	67,4	75,5	86,2	73,6	7,0%	7,3%	7,3%	7,5%	8,4%	9,6%	8,2%
U Dickdarm	66,7	67,1	70,1	74,6	84,4	97,2	77,5	7,4%	7,5%	7,8%	8,3%	9,4%	10,8%	8,6%
Dickdarm	64,0	66,3	66,7	70,6	79,1	91,1	75,4	7,1%	7,4%	7,4%	7,8%	8,8%	10,1%	8,4%
Milz	60,8	63,5	62,1	63,4	69,9	79,7	71,0	6,8%	7,1%	6,9%	7,0%	7,8%	8,9%	7,9%
Muskel	59,2	62,0	61,0	62,4	69,1	78,8	70,7	6,6%	6,9%	6,8%	6,9%	7,7%	8,8%	7,9%
Nebennieren	60,4	62,9	60,2	60,9	67,0	76,7	67,8	6,7%	7,0%	6,7%	6,8%	7,4%	8,5%	7,5%
Nieren	61,0	63,7	62,3	63,6	70,1	80,5	71,9	6,8%	7,1%	6,9%	7,1%	7,8%	8,9%	8,0%
Ovarien	62,7	65,4	63,2	64,3	70,3	81,1	72,0	20,9%	21,8%	21,1%	21,4%	23,4%	27,0%	24,0%
Pankreas	60,5	62,7	60,3	61,0	66,8	76,6	67,6	6,7%	7,0%	6,7%	6,8%	7,4%	8,5%	7,5%
R Knochenmark	61,5	65,4	63,1	63,7	70,4	86,1	79,7	20,5%	21,8%	21,0%	21,2%	23,5%	<b>28,7%</b>	26,6%
Schilddrüse	73,1	77,5	78,6	84,8	101,1	121,9	93,0	8,1%	8,6%	8,7%	9,4%	11,2%	13,5%	10,3%
Thymus	62,2	65,4	63,5	64,9	71,6	81,6	73,3	6,9%	7,3%	7,1%	7,2%	8,0%	9,1%	8,1%
Uterus	59,2	61,2	58,5	59,3	64,7	74,1	65,2	19,7%	20,4%	19,5%	19,8%	21,6%	24,7%	21,7%
Effektiv	62,8	65,8	64,8	66,7	73,9	85,9	75,8	20,9%	21,9%	21,6%	22,2%	24,6%	28,6%	25,3%

Hinweis: Der Maximalwert der Grenzwertausschöpfung ist in Fettschrift dargestellt und farbig hinterlegt.

<sup>1)</sup> mMu: mit Muttermilch; oMu: ohne Muttermilch



## **ABLEITUNGEN KKK**

Anlage 5

Tabelle A6-1: Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis im Nahbereich des KKK infolge der Einleitung radioaktiver Abwässer des KKK im Restbetrieb

Organ/Gewebe	Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis im Nahbereich des KKK infolge der Einleitung radioaktiver Abwässer des KKK im Restbetrieb													
	Jahresdosis [ $\mu\text{Sv}$ ]						Grenzwertausschöpfung							
	>17a	>12-17a	>7-12a	>2-7a	>1-2a	$\leq 1a$ <sup>1)</sup>	>17a	>12-17a	>7-12a	>2-7a	>1-2a	$\leq 1a$ <sup>1)</sup>	mMu	oMu
ET Luftwege	82,9	76,7	67,9	63,8	71,1	85,6	63,9	9,2%	8,5%	7,5%	7,1%	7,9%	9,5%	7,1%
Lunge	79,4	73,2	63,3	58,5	65,2	79,2	59,0	8,8%	8,1%	7,0%	6,5%	7,2%	8,8%	6,6%
Blase	82,7	72,6	64,5	60,9	64,1	77,9	56,1	9,2%	8,1%	7,2%	6,8%	7,1%	8,7%	6,2%
Brust	71,9	66,6	59,2	56,4	63,2	75,6	58,1	8,0%	7,4%	6,6%	6,3%	7,0%	8,4%	6,5%
Gehirn	74,9	68,8	61,6	58,2	64,6	78,6	58,7	8,3%	7,6%	6,8%	6,5%	7,2%	8,7%	6,5%
Haut	72,3	65,4	60,0	57,8	64,8	77,7	60,2	4,0%	3,6%	3,3%	3,2%	3,6%	4,3%	3,3%
Hoden	76,0	69,3	60,6	56,8	62,5	78,5	59,8	25,3%	23,1%	20,2%	18,9%	20,8%	26,2%	19,9%
Knochenoberfl.	150,7	148,8	118,7	99,4	99,0	214,9	241,3	8,4%	8,3%	6,6%	5,5%	5,5%	11,9%	13,4%
Leber	84,3	76,2	67,6	63,3	68,4	93,5	76,6	9,4%	8,5%	7,5%	7,0%	7,6%	10,4%	8,5%
Speiseröhre	76,6	69,8	59,2	54,4	59,6	73,6	53,1	8,5%	7,8%	6,6%	6,0%	6,6%	8,2%	5,9%
Magen	79,2	70,8	61,5	58,6	64,7	80,7	57,1	8,8%	7,9%	6,8%	6,5%	7,2%	9,0%	6,3%
Dünndarm	82,9	73,5	63,0	58,1	63,9	78,2	55,5	9,2%	8,2%	7,0%	6,5%	7,1%	8,7%	6,2%
O Dickdarm	83,9	75,4	68,9	65,4	76,3	91,9	61,9	9,3%	8,4%	7,7%	7,3%	8,5%	10,2%	6,9%
U Dickdarm	94,2	80,1	79,9	80,5	97,6	116,8	71,0	10,5%	8,9%	8,9%	8,9%	10,8%	13,0%	7,9%
Dickdarm	87,8	77,7	72,8	72,0	85,0	102,8	66,0	9,8%	8,6%	8,1%	8,0%	9,4%	11,4%	7,3%
Milz	79,1	71,5	62,4	57,5	63,6	77,5	56,1	8,8%	7,9%	6,9%	6,4%	7,1%	8,6%	6,2%
Muskel	74,8	68,2	59,7	55,7	61,6	75,5	55,5	8,3%	7,6%	6,6%	6,2%	6,8%	8,4%	6,2%
Nebennieren	82,2	73,6	62,2	56,3	62,2	76,1	54,3	9,1%	8,2%	6,9%	6,3%	6,9%	8,5%	6,0%
Nieren	79,4	71,9	62,7	58,0	64,0	79,6	58,9	8,8%	8,0%	7,0%	6,4%	7,1%	8,8%	6,5%
Ovarien	84,9	76,2	65,7	60,2	65,7	82,4	60,6	28,3%	25,4%	21,9%	20,1%	21,9%	27,5%	20,2%
Pankreas	83,1	73,6	62,9	57,0	62,3	76,6	54,4	9,2%	8,2%	7,0%	6,3%	6,9%	8,5%	6,0%
R Knochenmark	82,8	80,5	68,7	61,8	68,5	102,6	90,3	27,6%	26,8%	22,9%	20,6%	22,8%	<b>34,2%</b>	30,1%
Schilddrüse	82,9	76,7	67,9	63,8	71,1	85,6	63,9	9,2%	8,5%	7,5%	7,1%	7,9%	9,5%	7,1%
Thymus	79,2	72,8	62,4	57,9	63,6	78,0	57,4	8,8%	8,1%	6,9%	6,4%	7,1%	8,7%	6,4%
Uterus	82,3	72,4	61,6	55,9	60,8	74,8	52,7	27,4%	24,1%	20,5%	18,6%	20,3%	24,9%	17,6%
Effektiv	81,8	74,9	66,0	61,7	68,4	87,3	66,1	27,3%	25,0%	22,0%	20,6%	22,8%	29,1%	22,0%

Hinweis: Der Maximalwert der Grenzwertausschöpfung ist in Fettschrift dargestellt und farbig hinterlegt.

<sup>1)</sup> mMu: mit Muttermilch; oMu: ohne Muttermilch

Anlage 5

Tabelle A6-2: Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis im Bereich der Tidelbe infolge der Einleitung radioaktiver Abwässer des KKK im Restbetrieb

Organ/Gewebe	Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis im Bereich der Tidelbe infolge der Einleitung radioaktiver Abwässer des KKK im Restbetrieb													
	Jahresdosis [ $\mu\text{Sv}$ ]						Grenzwertausschöpfung							
	>17a	>12-17a	>7-12a	>2-7a	>1-2a	$\leq 1a$ <sup>1)</sup>	>17a	>12-17a	>7-12a	>2-7a	>1-2a	$\leq 1a$ <sup>1)</sup>	mMu	oMu
ET Luftwege	11,5	12,1	12,0	12,3	13,7	15,5	14,0	1,3%	1,3%	1,3%	1,4%	1,5%	1,7%	1,6%
Lunge	10,8	11,4	11,1	11,3	12,6	14,3	12,9	1,2%	1,3%	1,2%	1,3%	1,4%	1,6%	1,4%
Blase	10,6	10,9	10,8	11,1	12,0	13,6	12,1	1,2%	1,2%	1,2%	1,2%	1,3%	1,5%	1,3%
Brust	10,4	11,0	10,9	11,3	12,6	14,2	13,0	1,2%	1,2%	1,2%	1,3%	1,4%	1,6%	1,4%
Gehirn	10,5	11,0	11,0	11,3	12,5	14,2	12,9	1,2%	1,2%	1,2%	1,3%	1,4%	1,6%	1,4%
Haut	10,7	11,2	11,3	11,7	13,1	14,8	13,6	0,6%	0,6%	0,6%	0,7%	0,7%	0,8%	0,8%
Hoden	10,2	10,7	10,5	10,8	11,9	13,7	12,4	3,4%	3,6%	3,5%	3,6%	4,0%	4,6%	4,1%
Knochenoberfl.	14,3	14,9	13,8	13,4	14,2	21,6	21,8	0,8%	0,8%	0,8%	0,7%	0,8%	1,2%	1,2%
Leber	10,6	11,2	11,0	11,3	12,3	14,7	13,3	1,2%	1,2%	1,2%	1,3%	1,4%	1,6%	1,5%
Speiseröhre	9,9	10,3	9,9	10,1	11,1	12,7	11,3	1,1%	1,1%	1,1%	1,1%	1,2%	1,4%	1,3%
Magen	10,3	10,7	10,5	10,8	11,9	13,8	12,1	1,1%	1,2%	1,2%	1,2%	1,3%	1,5%	1,3%
Dünndarm	10,4	10,8	10,4	10,6	11,6	13,3	11,7	1,2%	1,2%	1,2%	1,2%	1,3%	1,5%	1,3%
O Dickdarm	10,7	11,1	11,1	11,5	12,8	14,7	12,5	1,2%	1,2%	1,2%	1,3%	1,4%	1,6%	1,4%
U Dickdarm	11,3	11,4	11,9	12,7	14,3	16,5	13,2	1,3%	1,3%	1,3%	1,4%	1,6%	1,8%	1,5%
Dickdarm	10,9	11,3	11,3	12,0	13,5	15,5	12,8	1,2%	1,3%	1,3%	1,3%	1,5%	1,7%	1,4%
Milz	10,3	10,8	10,6	10,8	11,9	13,6	12,1	1,1%	1,2%	1,2%	1,2%	1,3%	1,5%	1,3%
Muskel	10,1	10,5	10,4	10,6	11,8	13,4	12,0	1,1%	1,2%	1,2%	1,2%	1,3%	1,5%	1,3%
Nebennieren	10,3	10,7	10,2	10,4	11,4	13,1	11,5	1,1%	1,2%	1,1%	1,2%	1,3%	1,5%	1,3%
Nieren	10,4	10,8	10,6	10,8	11,9	13,7	12,2	1,2%	1,2%	1,2%	1,2%	1,3%	1,5%	1,4%
Ovarien	10,7	11,1	10,7	10,9	12,0	13,8	12,2	3,6%	3,7%	3,6%	3,6%	4,0%	4,6%	4,1%
Pankreas	10,3	10,7	10,3	10,4	11,4	13,0	11,5	1,1%	1,2%	1,1%	1,2%	1,3%	1,4%	1,3%
R Knochenmark	10,5	11,1	10,7	10,8	12,0	14,6	13,6	3,5%	3,7%	3,6%	3,6%	4,0%	<b>4,9%</b>	4,5%
Schilddrüse	11,5	12,1	12,0	12,3	13,7	15,5	14,0	1,3%	1,3%	1,3%	1,4%	1,5%	1,7%	1,6%
Thymus	10,6	11,1	10,8	11,0	12,2	13,9	12,5	1,2%	1,2%	1,2%	1,2%	1,4%	1,5%	1,4%
Uterus	10,1	10,4	10,0	10,1	11,0	12,6	11,1	3,4%	3,5%	3,3%	3,4%	3,7%	4,2%	3,7%
Effektiv	10,6	11,1	11,0	11,2	12,4	14,4	12,8	3,5%	3,7%	3,7%	3,7%	4,1%	4,8%	4,3%

Hinweis: Der Maximalwert der Grenzwertausschöpfung ist in Fettschrift dargestellt und farbig hinterlegt.

<sup>1)</sup> mMu: mit Muttermilch; oMu: ohne Muttermilch



**VORBELASTUNGEN**  
**- ABLEITUNGEN KKB -**

Anlage 5

Tabelle A7-1: Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis im Bereich der Tidelbe im Nahbereich des KKB infolge der Einleitung radioaktiver Abwässer der Anlage

Organ/Gewebe	Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis im Bereich der Tidelbe im Nahbereich des KKB infolge der Einleitung radioaktiver Abwässer der Anlage													
	Jahresdosis [ $\mu\text{Sv}$ ]						Grenzwertausschöpfung							
	>17a	>12-17a	>7-12a	>2-7a	>1-2a	$\leq 1a$ <sup>1)</sup>	>17a	>12-17a	>7-12a	>2-7a	>1-2a	$\leq 1a$ <sup>1)</sup>	mMu	oMu
ET Luftwege	101,4	94,9	85,2	80,9	90,1	106,9	83,2	11,3%	10,5%	9,5%	9,0%	10,0%	11,9%	9,2%
Lunge	96,9	90,3	79,3	74,1	82,7	98,9	76,9	10,8%	10,0%	8,8%	8,2%	9,2%	11,0%	8,5%
Blase	100,4	89,3	80,2	76,3	80,8	96,7	73,0	11,2%	9,9%	8,9%	8,5%	9,0%	10,7%	8,1%
Brust	88,7	83,2	75,1	72,3	81,1	95,5	76,7	9,9%	9,2%	8,3%	8,0%	9,0%	10,6%	8,5%
Gehirn	91,6	85,2	77,3	73,8	81,9	98,2	76,6	10,2%	9,5%	8,6%	8,2%	9,1%	10,9%	8,5%
Haut	89,6	82,2	76,6	74,5	83,5	98,6	79,7	5,0%	4,6%	4,3%	4,1%	4,6%	5,5%	4,4%
Hoden	93,0	85,8	76,0	71,9	79,5	97,9	77,7	31,0%	28,6%	25,3%	24,0%	26,5%	32,6%	25,9%
Knochenoberfl.	179,8	178,2	143,7	121,8	122,3	256,3	288,3	10,0%	9,9%	8,0%	6,8%	6,8%	14,2%	16,0%
Leber	102,2	93,3	83,7	79,0	85,8	114,7	96,6	11,4%	10,4%	9,3%	8,8%	9,5%	12,7%	10,7%
Speiseröhre	92,7	85,3	73,3	68,0	74,6	90,7	68,4	10,3%	9,5%	8,1%	7,6%	8,3%	10,1%	7,6%
Magen	96,2	87,1	76,5	73,4	81,3	99,6	73,8	10,7%	9,7%	8,5%	8,2%	9,0%	11,1%	8,2%
Dünndarm	100,3	89,8	78,0	72,6	80,0	96,5	71,6	11,1%	10,0%	8,7%	8,1%	8,9%	10,7%	8,0%
O Dickdarm	101,4	92,1	84,9	81,2	94,5	112,3	79,2	11,3%	10,2%	9,4%	9,0%	10,5%	12,5%	8,8%
U Dickdarm	113,4	97,6	97,7	98,7	119,2	141,3	89,8	12,6%	10,8%	10,9%	11,0%	13,2%	15,7%	10,0%
Dickdarm	105,9	94,9	89,4	88,9	104,6	125,0	83,9	11,8%	10,5%	9,9%	9,9%	11,6%	13,9%	9,3%
Milz	96,3	88,0	77,7	72,4	80,2	96,3	72,9	10,7%	9,8%	8,6%	8,0%	8,9%	10,7%	8,1%
Muskel	91,2	84,0	74,6	70,2	77,8	93,7	72,1	10,1%	9,3%	8,3%	7,8%	8,6%	10,4%	8,0%
Nebennieren	99,3	89,9	76,9	70,3	77,9	93,9	70,1	11,0%	10,0%	8,5%	7,8%	8,7%	10,4%	7,8%
Nieren	96,6	88,4	78,1	72,9	80,7	98,7	76,2	10,7%	9,8%	8,7%	8,1%	9,0%	11,0%	8,5%
Ovarien	102,6	93,1	81,1	75,1	82,2	101,4	77,6	34,2%	31,0%	27,0%	25,0%	27,4%	33,8%	25,9%
Pankreas	100,3	89,6	77,6	71,1	77,7	94,2	70,0	11,1%	10,0%	8,6%	7,9%	8,6%	10,5%	7,8%
R Knochenmark	100,4	98,2	84,8	77,1	85,6	124,9	112,1	33,5%	32,7%	28,3%	25,7%	28,5%	<b>41,6%</b>	37,4%
Schilddrüse	101,4	94,9	85,2	80,9	90,1	106,9	83,2	11,3%	10,5%	9,5%	9,0%	10,0%	11,9%	9,2%
Thymus	96,5	89,6	78,0	73,1	80,5	97,0	74,7	10,7%	10,0%	8,7%	8,1%	8,9%	10,8%	8,3%
Uterus	99,2	88,2	75,9	69,7	76,0	91,9	67,9	33,1%	29,4%	25,3%	23,2%	25,3%	30,6%	22,6%
Effektiv	99,5	92,0	82,1	77,4	86,0	107,8	84,7	33,2%	30,7%	27,4%	25,8%	28,7%	35,9%	28,2%

Hinweis: Der Maximalwert der Grenzwertausschöpfung ist in Fettschrift dargestellt und farbig hinterlegt.

<sup>1)</sup> mMu: mit Muttermilch; oMu: ohne Muttermilch

Anlage 5

Tabelle A7-2: Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis im Bereich der Tidelbe im Fernbereich des KKB infolge der Einleitung radioaktiver Abwässer der Anlage

Organ/Gewebe	Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis im Bereich der Tidelbe im Fernbereich des KKB infolge der Einleitung radioaktiver Abwässer der Anlage													
	Jahresdosis [ $\mu\text{Sv}$ ]						Grenzwertausschöpfung							
	>17a	>12-17a	>7-12a	>2-7a	>1-2a	$\leq 1a$ <sup>1)</sup> mMu	$\leq 1a$ <sup>1)</sup> oMu	>17a	>12-17a	>7-12a	>2-7a	>1-2a	$\leq 1a$ <sup>1)</sup> mMu	$\leq 1a$ <sup>1)</sup> oMu
ET Luftwege	42,4	44,7	44,1	45,4	50,5	57,0	51,6	4,7%	5,0%	4,9%	5,0%	5,6%	6,3%	5,7%
Lunge	39,8	42,0	40,9	41,8	46,4	52,6	47,6	4,4%	4,7%	4,5%	4,6%	5,2%	5,8%	5,3%
Blase	39,1	40,3	39,6	40,9	44,0	50,0	44,5	4,3%	4,5%	4,4%	4,5%	4,9%	5,6%	4,9%
Brust	38,4	40,5	40,2	41,6	46,5	52,2	47,9	4,3%	4,5%	4,5%	4,6%	5,2%	5,8%	5,3%
Gehirn	38,7	40,7	40,4	41,6	46,2	52,4	47,4	4,3%	4,5%	4,5%	4,6%	5,1%	5,8%	5,3%
Haut	39,6	41,2	41,6	43,2	48,4	54,3	50,0	2,2%	2,3%	2,3%	2,4%	2,7%	3,0%	2,8%
Hoden	37,7	39,4	38,7	39,8	43,9	50,4	45,6	12,6%	13,1%	12,9%	13,3%	14,6%	16,8%	15,2%
Knochenoberfl.	52,6	55,0	50,9	49,4	52,3	79,5	80,4	2,9%	3,1%	2,8%	2,7%	2,9%	4,4%	4,5%
Leber	39,2	41,3	40,6	41,6	45,3	54,2	49,1	4,4%	4,6%	4,5%	4,6%	5,0%	6,0%	5,5%
Speiseröhre	36,4	38,1	36,6	37,2	40,9	46,8	41,8	4,0%	4,2%	4,1%	4,1%	4,5%	5,2%	4,6%
Magen	38,0	39,6	38,6	39,9	44,0	50,7	44,8	4,2%	4,4%	4,3%	4,4%	4,9%	5,6%	5,0%
Dünndarm	38,3	39,7	38,2	38,9	42,7	48,8	43,1	4,3%	4,4%	4,2%	4,3%	4,7%	5,4%	4,8%
O Dickdarm	39,3	40,9	40,9	42,2	47,3	53,9	46,2	4,4%	4,5%	4,5%	4,7%	5,3%	6,0%	5,1%
U Dickdarm	41,8	42,0	43,9	46,7	52,8	60,8	48,6	4,6%	4,7%	4,9%	5,2%	5,9%	6,8%	5,4%
Dickdarm	40,1	41,5	41,8	44,2	49,5	57,0	47,3	4,5%	4,6%	4,6%	4,9%	5,5%	6,3%	5,3%
Milz	38,2	39,8	38,9	39,7	43,8	49,9	44,5	4,2%	4,4%	4,3%	4,4%	4,9%	5,5%	4,9%
Muskel	37,1	38,9	38,2	39,1	43,3	49,3	44,3	4,1%	4,3%	4,2%	4,3%	4,8%	5,5%	4,9%
Nebennieren	37,9	39,4	37,7	38,1	41,9	48,0	42,5	4,2%	4,4%	4,2%	4,2%	4,7%	5,3%	4,7%
Nieren	38,2	39,9	39,0	39,8	43,9	50,4	45,1	4,2%	4,4%	4,3%	4,4%	4,9%	5,6%	5,0%
Ovarien	39,3	41,0	39,6	40,3	44,0	50,8	45,2	13,1%	13,7%	13,2%	13,4%	14,7%	16,9%	15,1%
Pankreas	37,9	39,3	37,8	38,2	41,8	47,9	42,4	4,2%	4,4%	4,2%	4,2%	4,6%	5,3%	4,7%
R Knochenmark	38,6	41,0	39,5	39,9	44,0	53,9	50,0	12,9%	13,7%	13,2%	13,3%	14,7%	<b>18,0%</b>	16,7%
Schilddrüse	42,4	44,7	44,1	45,4	50,5	57,0	51,6	4,7%	5,0%	4,9%	5,0%	5,6%	6,3%	5,7%
Thymus	39,0	41,0	39,8	40,7	44,8	51,0	46,0	4,3%	4,6%	4,4%	4,5%	5,0%	5,7%	5,1%
Uterus	37,1	38,3	36,7	37,2	40,5	46,4	40,9	12,4%	12,8%	12,2%	12,4%	13,5%	15,5%	13,6%
Effektiv	39,2	41,1	40,4	41,4	45,7	52,8	47,2	13,1%	13,7%	13,5%	13,8%	15,2%	17,6%	15,7%

Hinweis: Der Maximalwert der Grenzwertausschöpfung ist in Fettschrift dargestellt und farbig hinterlegt.

<sup>1)</sup> mMu: mit Muttermilch; oMu: ohne Muttermilch



**VORBELASTUNGEN**  
**- ABLEITUNGEN KBR -**

Anlage 5

Tabelle A8-1: Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis im Bereich der Tidelbe im Nahbereich des KBR infolge der Einleitung radioaktiver Abwässer der Anlage

Organ/Gewebe	Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis im Bereich der Tidelbe im Nahbereich des KBR infolge der Einleitung radioaktiver Abwässer der Anlage													
	Jahresdosis [ $\mu\text{Sv}$ ]						Grenzwertausschöpfung							
	>17a	>12-17a	>7-12a	>2-7a	>1-2a	$\leq 1a$ <sup>1)</sup> mMu	$\leq 1a$ <sup>1)</sup> oMu	>17a	>12-17a	>7-12a	>2-7a	>1-2a	$\leq 1a$ <sup>1)</sup> mMu	$\leq 1a$ <sup>1)</sup> oMu
ET Luftwege	21,9	20,6	18,7	17,9	20,1	24,0	18,2	2,4%	2,3%	2,1%	2,0%	2,2%	2,7%	2,0%
Lunge	21,0	19,6	17,4	16,5	18,5	22,3	16,9	2,3%	2,2%	1,9%	1,8%	2,1%	2,5%	1,9%
Blase	21,7	19,4	17,6	17,0	18,1	21,8	16,0	2,4%	2,2%	2,0%	1,9%	2,0%	2,4%	1,8%
Brust	19,3	18,1	16,6	16,1	18,2	21,6	16,8	2,1%	2,0%	1,8%	1,8%	2,0%	2,4%	1,9%
Gehirn	19,9	18,6	17,0	16,4	18,4	22,1	16,8	2,2%	2,1%	1,9%	1,8%	2,0%	2,5%	1,9%
Haut	19,4	17,9	16,9	16,6	18,7	22,2	17,5	1,1%	1,0%	0,9%	0,9%	1,0%	1,2%	1,0%
Hoden	20,2	18,7	16,8	16,0	17,8	22,1	17,0	6,7%	6,2%	5,6%	5,3%	5,9%	7,4%	5,7%
Knochenoberfl.	38,4	38,1	31,0	26,5	26,9	55,4	61,4	2,1%	2,1%	1,7%	1,5%	1,5%	3,1%	3,4%
Leber	22,1	20,3	18,4	17,5	19,2	25,6	21,0	2,5%	2,3%	2,0%	1,9%	2,1%	2,8%	2,3%
Speiseröhre	20,1	18,6	16,2	15,2	16,8	20,6	15,1	2,2%	2,1%	1,8%	1,7%	1,9%	2,3%	1,7%
Magen	20,8	18,9	16,9	16,3	18,2	22,4	16,2	2,3%	2,1%	1,9%	1,8%	2,0%	2,5%	1,8%
Dünndarm	21,7	19,5	17,2	16,2	17,9	21,8	15,8	2,4%	2,2%	1,9%	1,8%	2,0%	2,4%	1,8%
O Dickdarm	21,9	20,0	18,6	18,0	21,0	25,1	17,4	2,4%	2,2%	2,1%	2,0%	2,3%	2,8%	1,9%
U Dickdarm	24,5	21,2	21,3	21,7	26,2	31,2	19,6	2,7%	2,4%	2,4%	2,4%	2,9%	3,5%	2,2%
Dickdarm	22,9	20,6	19,6	19,6	23,1	27,8	18,4	2,5%	2,3%	2,2%	2,2%	2,6%	3,1%	2,0%
Milz	20,9	19,1	17,1	16,1	18,0	21,7	16,0	2,3%	2,1%	1,9%	1,8%	2,0%	2,4%	1,8%
Muskel	19,8	18,3	16,4	15,7	17,5	21,2	15,9	2,2%	2,0%	1,8%	1,7%	1,9%	2,4%	1,8%
Nebennieren	21,5	19,5	16,9	15,7	17,5	21,2	15,5	2,4%	2,2%	1,9%	1,7%	1,9%	2,4%	1,7%
Nieren	20,9	19,2	17,2	16,2	18,1	22,2	16,7	2,3%	2,1%	1,9%	1,8%	2,0%	2,5%	1,9%
Ovarien	22,2	20,2	17,8	16,7	18,4	22,8	17,0	7,4%	6,7%	5,9%	5,6%	6,1%	7,6%	5,7%
Pankreas	21,7	19,5	17,1	15,9	17,5	21,3	15,4	2,4%	2,2%	1,9%	1,8%	1,9%	2,4%	1,7%
R Knochenmark	21,7	21,3	18,6	17,1	19,1	27,8	24,3	7,2%	7,1%	6,2%	5,7%	6,4%	<b>9,3%</b>	8,1%
Schilddrüse	21,9	20,6	18,7	17,9	20,1	24,0	18,2	2,4%	2,3%	2,1%	2,0%	2,2%	2,7%	2,0%
Thymus	20,9	19,5	17,2	16,3	18,1	21,9	16,4	2,3%	2,2%	1,9%	1,8%	2,0%	2,4%	1,8%
Uterus	21,5	19,2	16,7	15,6	17,1	20,8	15,0	7,2%	6,4%	5,6%	5,2%	5,7%	6,9%	5,0%
Effektiv	21,5	20,0	18,0	17,2	19,2	24,1	18,5	7,2%	6,7%	6,0%	5,7%	6,4%	8,0%	6,2%

Hinweis: Der Maximalwert der Grenzwertausschöpfung ist in Fettschrift dargestellt und farbig hinterlegt.

<sup>1)</sup> mMu: mit Muttermilch; oMu: ohne Muttermilch

Anlage 5

Tabelle A8-2: Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis im Bereich der Tidelbe im Fernbereich des KBR infolge der Einleitung radioaktiver Abwässer der Anlage

Organ/Gewebe	Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis im Bereich der Tidelbe im Fernbereich des KBR infolge der Einleitung radioaktiver Abwässer der Anlage													
	Jahresdosis [ $\mu\text{Sv}$ ]						Grenzwertausschöpfung							
	>17a	>12-17a	>7-12a	>2-7a	>1-2a	$\leq 1a$ <sup>1)</sup> mMu	$\leq 1a$ <sup>1)</sup> oMu	>17a	>12-17a	>7-12a	>2-7a	>1-2a	$\leq 1a$ <sup>1)</sup> mMu	$\leq 1a$ <sup>1)</sup> oMu
ET Luftwege	12,8	13,5	13,4	13,8	15,3	17,4	15,6	1,4%	1,5%	1,5%	1,5%	1,7%	1,9%	1,7%
Lunge	12,0	12,7	12,4	12,7	14,1	16,0	14,4	1,3%	1,4%	1,4%	1,4%	1,6%	1,8%	1,6%
Blase	11,8	12,2	12,0	12,4	13,4	15,2	13,5	1,3%	1,4%	1,3%	1,4%	1,5%	1,7%	1,5%
Brust	11,6	12,3	12,2	12,6	14,1	15,9	14,5	1,3%	1,4%	1,4%	1,4%	1,6%	1,8%	1,6%
Gehirn	11,7	12,3	12,2	12,6	14,0	16,0	14,3	1,3%	1,4%	1,4%	1,4%	1,6%	1,8%	1,6%
Haut	12,0	12,5	12,6	13,1	14,7	16,5	15,1	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,8%	0,9%	0,8%
Hoden	11,4	11,9	11,7	12,1	13,4	15,4	13,8	3,8%	4,0%	3,9%	4,0%	4,5%	5,1%	4,6%
Knochenoberfl.	15,9	16,6	15,4	15,0	15,9	24,1	24,2	0,9%	0,9%	0,9%	0,8%	0,9%	1,3%	1,3%
Leber	11,9	12,5	12,3	12,6	13,8	16,5	14,9	1,3%	1,4%	1,4%	1,4%	1,5%	1,8%	1,7%
Speiseröhre	11,0	11,5	11,1	11,3	12,5	14,3	12,6	1,2%	1,3%	1,2%	1,3%	1,4%	1,6%	1,4%
Magen	11,5	12,0	11,7	12,1	13,4	15,5	13,5	1,3%	1,3%	1,3%	1,3%	1,5%	1,7%	1,5%
Dünndarm	11,6	12,0	11,6	11,8	13,0	14,9	13,1	1,3%	1,3%	1,3%	1,3%	1,4%	1,7%	1,5%
O Dickdarm	11,9	12,4	12,4	12,8	14,4	16,4	14,0	1,3%	1,4%	1,4%	1,4%	1,6%	1,8%	1,6%
U Dickdarm	12,6	12,7	13,3	14,2	16,0	18,5	14,7	1,4%	1,4%	1,5%	1,6%	1,8%	2,1%	1,6%
Dickdarm	12,1	12,6	12,7	13,4	15,1	17,4	14,3	1,3%	1,4%	1,4%	1,5%	1,7%	1,9%	1,6%
Milz	11,5	12,1	11,8	12,1	13,3	15,2	13,5	1,3%	1,3%	1,3%	1,3%	1,5%	1,7%	1,5%
Muskel	11,2	11,8	11,6	11,9	13,2	15,0	13,4	1,2%	1,3%	1,3%	1,3%	1,5%	1,7%	1,5%
Nebennieren	11,5	11,9	11,4	11,6	12,8	14,6	12,9	1,3%	1,3%	1,3%	1,3%	1,4%	1,6%	1,4%
Nieren	11,6	12,1	11,8	12,1	13,4	15,4	13,6	1,3%	1,3%	1,3%	1,3%	1,5%	1,7%	1,5%
Ovarien	11,9	12,4	12,0	12,2	13,4	15,5	13,7	4,0%	4,1%	4,0%	4,1%	4,5%	5,2%	4,6%
Pankreas	11,5	11,9	11,5	11,6	12,7	14,6	12,8	1,3%	1,3%	1,3%	1,3%	1,4%	1,6%	1,4%
R Knochenmark	11,7	12,4	12,0	12,1	13,4	16,4	15,1	3,9%	4,1%	4,0%	4,0%	4,5%	<b>5,5%</b>	5,0%
Schilddrüse	12,8	13,5	13,4	13,8	15,3	17,4	15,6	1,4%	1,5%	1,5%	1,5%	1,7%	1,9%	1,7%
Thymus	11,8	12,4	12,1	12,4	13,6	15,6	13,9	1,3%	1,4%	1,3%	1,4%	1,5%	1,7%	1,5%
Uterus	11,2	11,6	11,1	11,3	12,3	14,2	12,4	3,7%	3,9%	3,7%	3,8%	4,1%	4,7%	4,1%
Effektiv	11,9	12,4	12,2	12,6	13,9	16,1	14,3	4,0%	4,1%	4,1%	4,2%	4,6%	5,4%	4,8%

Hinweis: Der Maximalwert der Grenzwertausschöpfung ist in Fettschrift dargestellt und farbig hinterlegt.

<sup>1)</sup> mMu: mit Muttermilch; oMu: ohne Muttermilch



**VORBELASTUNGEN**  
**- ABLEITUNGEN KKS -**

Anlage 5

Tabelle A9-1: Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis im Bereich der Tidelbe im Nahbereich des KKS infolge der Einleitung radioaktiver Abwässer der Anlage

Organ/Gewebe	Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis im Bereich der Tidelbe im Nahbereich des KKS infolge der Einleitung radioaktiver Abwässer der Anlage													
	Jahresdosis [ $\mu\text{Sv}$ ]						Grenzwertausschöpfung							
	>17a	>12-17a	>7-12a	>2-7a	>1-2a	$\leq 1a$ <sup>1)</sup> mMu	$\leq 1a$ <sup>1)</sup> oMu	>17a	>12-17a	>7-12a	>2-7a	>1-2a	$\leq 1a$ <sup>1)</sup> mMu	$\leq 1a$ <sup>1)</sup> oMu
ET Luftwege	3,4	3,2	3,0	2,9	3,3	4,0	2,8	0,4%	0,4%	0,3%	0,3%	0,4%	0,4%	0,3%
Lunge	3,3	3,1	2,8	2,7	3,1	3,8	2,6	0,4%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,4%	0,3%
Blase	3,4	3,1	2,8	2,8	3,0	3,7	2,5	0,4%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,4%	0,3%
Brust	3,0	2,9	2,7	2,6	3,0	3,6	2,6	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,4%	0,3%
Gehirn	3,1	2,9	2,7	2,7	3,0	3,7	2,6	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,4%	0,3%
Haut	3,1	2,8	2,7	2,7	3,1	3,7	2,6	0,2%	0,2%	0,1%	0,1%	0,2%	0,2%	0,1%
Hoden	3,2	2,9	2,7	2,6	2,9	3,6	2,5	1,1%	1,0%	0,9%	0,9%	1,0%	1,2%	0,8%
Knochenoberfl.	4,8	9,0	6,0	4,4	4,5	6,5	4,9	0,3%	0,5%	0,3%	0,2%	0,3%	0,4%	0,3%
Leber	3,4	3,1	2,8	2,7	3,1	3,8	2,5	0,4%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,4%	0,3%
Speiseröhre	3,2	3,0	2,6	2,5	2,8	3,5	2,3	0,4%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,4%	0,3%
Magen	3,3	3,0	2,7	2,7	3,0	3,8	2,5	0,4%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,4%	0,3%
Dünndarm	3,4	3,1	2,8	2,7	3,0	3,7	2,5	0,4%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,4%	0,3%
O Dickdarm	3,5	3,2	3,1	3,0	3,6	4,3	2,8	0,4%	0,4%	0,3%	0,3%	0,4%	0,5%	0,3%
U Dickdarm	4,0	3,5	3,6	3,8	4,7	5,5	3,4	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,5%	0,6%	0,4%
Dickdarm	3,7	3,3	3,3	3,4	4,1	4,9	3,1	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,5%	0,5%	0,3%
Milz	3,3	3,0	2,8	2,6	3,0	3,7	2,5	0,4%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,4%	0,3%
Muskel	3,1	2,9	2,7	2,6	2,9	3,6	2,4	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,4%	0,3%
Nebennieren	3,4	3,1	2,7	2,6	2,9	3,6	2,4	0,4%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,4%	0,3%
Nieren	3,3	3,0	2,8	2,7	3,0	3,7	2,5	0,4%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,4%	0,3%
Ovarien	3,5	3,2	2,8	2,7	3,0	3,8	2,5	1,2%	1,1%	0,9%	0,9%	1,0%	1,3%	0,8%
Pankreas	3,4	3,1	2,8	2,6	2,9	3,6	2,4	0,4%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,4%	0,3%
R Knochenmark	3,8	4,6	3,8	3,3	3,7	5,3	3,9	1,3%	1,5%	1,3%	1,1%	1,2%	<b>1,8%</b>	1,3%
Schilddrüse	3,4	3,2	3,0	2,9	3,3	4,0	2,8	0,4%	0,4%	0,3%	0,3%	0,4%	0,4%	0,3%
Thymus	3,3	3,1	2,8	2,7	3,0	3,7	2,5	0,4%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,4%	0,3%
Uterus	3,4	3,1	2,7	2,6	2,9	3,6	2,3	1,1%	1,0%	0,9%	0,9%	1,0%	1,2%	0,8%
Effektiv	3,4	3,3	3,0	2,9	3,3	4,1	2,8	1,1%	1,1%	1,0%	1,0%	1,1%	1,4%	0,9%

Hinweis: Der Maximalwert der Grenzwertausschöpfung ist in Fettschrift dargestellt und farbig hinterlegt.

<sup>1)</sup> mMu: mit Muttermilch; oMu: ohne Muttermilch

Anlage 5

Tabelle A9-2: Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis im Bereich der Tidelbe im Fernbereich des KKS infolge der Einleitung radioaktiver Abwässer der Anlage

Organ/Gewebe	Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis im Bereich der Tidelbe im Fernbereich des KKS infolge der Einleitung radioaktiver Abwässer der Anlage													
	Jahresdosis [ $\mu\text{Sv}$ ]						Grenzwertausschöpfung							
	>17a	>12-17a	>7-12a	>2-7a	>1-2a	$\leq 1a$ <sup>1)</sup> mMu	$\leq 1a$ <sup>1)</sup> oMu	>17a	>12-17a	>7-12a	>2-7a	>1-2a	$\leq 1a$ <sup>1)</sup> mMu	$\leq 1a$ <sup>1)</sup> oMu
ET Luftwege	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%
Lunge	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%
Blase	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%
Brust	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%
Gehirn	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%
Haut	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Hoden	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,2%	0,1%
Knochenoberfl.	0,4	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Leber	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%
Speiseröhre	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Magen	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%
Dünndarm	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%
O Dickdarm	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%
U Dickdarm	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,5	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
Dickdarm	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,4	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,0%
Milz	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%
Muskel	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%
Nebennieren	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%
Nieren	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%
Ovarien	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,2%	0,1%
Pankreas	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%
R Knochenmark	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	<b>0,2%</b>	0,2%
Schilddrüse	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%
Thymus	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%
Uterus	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
Effektiv	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,2%	0,1%

Hinweis: Der Maximalwert der Grenzwertausschöpfung ist in Fettschrift dargestellt und farbig hinterlegt.

<sup>1)</sup> mMu: mit Muttermilch; oMu: ohne Muttermilch



**VORBELASTUNGEN**  
**- ABLEITUNGEN HZG -**

Anlage 5

Tabelle A10-1: Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis im Nahbereich des KKK infolge der Einleitung radioaktiver Abwässer des HZG

Organ/Gewebe	Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis im Nahbereich des KKK infolge der Einleitung radioaktiver Abwässer des HZG														
	Jahresdosis [ $\mu$ Sv]							Grenzwertausschöpfung							
	>17a	>12-17a	>7-12a	>2-7a	>1-2a	$\leq 1a$ <sup>1)</sup>		>17a	>12-17a	>7-12a	>2-7a	>1-2a	$\leq 1a$ <sup>1)</sup>		
						mMu	oMu							mMu	oMu
ET Luftwege	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Lunge	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Blase	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Brust	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Gehirn	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Haut	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Hoden	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Knochenoberfl.	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Leber	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Speiseröhre	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Magen	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Dünndarm	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
O Dickdarm	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
U Dickdarm	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Dickdarm	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Milz	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Muskel	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Nebennieren	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Nieren	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Ovarien	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Pankreas	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
R Knochenmark	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	<b>0,0%</b>	0,0%
Schilddrüse	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Thymus	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Uterus	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Effektiv	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Hinweis: Der Maximalwert der Grenzwertausschöpfung ist in Fettschrift dargestellt und farbig hinterlegt.

<sup>1)</sup> mMu: mit Muttermilch; oMu: ohne Muttermilch

Anlage 5

Tabelle A10-2: Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis im Bereich der Tidelbe infolge der Einleitung radioaktiver Abwässer des HZG

Organ/Gewebe	Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis im Bereich der Tidelbe infolge der Einleitung radioaktiver Abwässer des HZG													
	Jahresdosis [ $\mu\text{Sv}$ ]							Grenzwertausschöpfung						
	>17a	>12-17a	>7-12a	>2-7a	>1-2a	$\leq 1a$ <sup>1)</sup>		>17a	>12-17a	>7-12a	>2-7a	>1-2a	$\leq 1a$ <sup>1)</sup>	
					mMu	oMu							mMu	oMu
ET Luftwege	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,6	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
Lunge	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
Blase	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
Brust	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
Gehirn	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
Haut	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Hoden	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,6	0,5	0,1%	0,2%	0,1%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%
Knochenoberfl.	0,5	0,6	0,5	0,5	0,6	0,7	0,6	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Leber	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
Speiseröhre	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%
Magen	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,6	0,5	0,0%	0,1%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
Dünndarm	0,4	0,5	0,4	0,4	0,5	0,6	0,5	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%
O Dickdarm	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
U Dickdarm	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,6	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
Dickdarm	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,5	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
Milz	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,6	0,5	0,0%	0,1%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
Muskel	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,5	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
Nebennieren	0,4	0,5	0,4	0,4	0,5	0,6	0,5	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%
Nieren	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,6	0,5	0,0%	0,1%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
Ovarien	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,1%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%
Pankreas	0,4	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%
R Knochenmark	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,1%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%
Schilddrüse	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,6	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
Thymus	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
Uterus	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,2%	0,2%	0,2%
Effektiv	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,1%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%

Hinweis: Der Maximalwert der Grenzwertausschöpfung ist in Fettschrift dargestellt und farbig hinterlegt.

<sup>1)</sup> mMu: mit Muttermilch; oMu: ohne Muttermilch



**VORBELASTUNGEN**  
**- PATIENTENAUSSCHIEDUNGEN -**

Anlage 5

Tabelle A11-1: Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis im Nahbereich des KKK infolge von Patientenausscheidungen (PA)

Organ/Gewebe	Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis im Nahbereich des KKK infolge von Patientenausscheidungen (PA)													
	Jahresdosis [ $\mu$ Sv]							Grenzwertausschöpfung						
	>17a	>12-17a	>7-12a	>2-7a	>1-2a	$\leq 1a$ <sup>1)</sup>		>17a	>12-17a	>7-12a	>2-7a	>1-2a	$\leq 1a$ <sup>1)</sup>	
					mMu	oMu							mMu	oMu
ET Luftwege	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Lunge	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Blase	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Brust	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Gehirn	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Haut	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Hoden	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Knochenoberfl.	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Leber	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Speiseröhre	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Magen	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Dünndarm	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
O Dickdarm	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
U Dickdarm	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Dickdarm	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Milz	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Muskel	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Nebennieren	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Nieren	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Ovarien	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Pankreas	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
R Knochenmark	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Schilddrüse	30,7	34,5	44,9	67,9	113,3	169,6	59,1	3,4%	3,8%	5,0%	7,5%	12,6%	<b>18,8%</b>	6,6%
Thymus	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Uterus	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Effektiv	1,6	1,8	2,4	3,3	5,7	8,3	2,9	0,5%	0,6%	0,8%	1,1%	1,9%	2,8%	1,0%

Hinweis: Der Maximalwert der Grenzwertausschöpfung ist in Fettschrift dargestellt und farbig hinterlegt.

<sup>1)</sup> mMu: mit Muttermilch; oMu: ohne Muttermilch

Anlage 5

Tabelle A11-2: Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis im Bereich der Tidelbe infolge von Patientenausscheidungen (PA)

Organ/Gewebe	Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis im Bereich der Tidelbe infolge von Patientenausscheidungen (PA)													
	Jahresdosis [ $\mu$ Sv]							Grenzwertausschöpfung						
	>17a	>12-17a	>7-12a	>2-7a	>1-2a	$\leq 1a$ <sup>1)</sup>		>17a	>12-17a	>7-12a	>2-7a	>1-2a	$\leq 1a$ <sup>1)</sup>	
					mMu	oMu							mMu	oMu
ET Luftwege	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Lunge	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Blase	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Brust	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Gehirn	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Haut	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Hoden	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Knochenoberfl.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Leber	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Speiseröhre	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Magen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Dünndarm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
O Dickdarm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
U Dickdarm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Dickdarm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Milz	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Muskel	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Nebennieren	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Nieren	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Ovarien	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Pankreas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
R Knochenmark	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Schilddrüse	5,6	6,3	8,2	12,3	20,6	30,8	10,7	0,6%	0,7%	0,9%	1,4%	2,3%	<b>3,4%</b>	1,2%
Thymus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Uterus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Effektiv	0,3	0,3	0,4	0,6	1,0	1,5	0,5	0,1%	0,1%	0,1%	0,2%	0,3%	0,5%	0,2%

Hinweis: Der Maximalwert der Grenzwertausschöpfung ist in Fettschrift dargestellt und farbig hinterlegt.

<sup>1)</sup> mMu: mit Muttermilch; oMu: ohne Muttermilch

